

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

KTP - 016

Obor 23-07-8

strojírenská technologie

Zaměření:

Tváření kovů a plastických hmot

Katedra tváření a plastů

DIDAKTICKÉ POMŮCKY PRO VÝUKY VE SVAŘOVACÍCH ŠKOLÁCH
=====

Vladimír BOREŠ

Vedoucí práce: Doc. Ing. J. Tměj, CSc, VŠST

Konzultanti: Ing. Miroslav Martínek, VŠST
Stanislav Jenší, VŠST

Rozsah práce a příloh:

Počet stran:	96
Počet tabulek:	13
Počet obrázků:	55
Počet příloh:	27
Počet diapozitivů:	110

Liberec 5.6.1981

Vysoká škola:

Katedra:

Fakulta:

Školní rok:

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro

obor

Protože jste splnil..... požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství a kultury o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu:

Pokyny pro vypracování:

Autorské právo se řídí směrnice
1/80 pro státní záv. zkoušky, č.j. 31
727/1980 ze dne 10.12.1980
1782 Věstník MŠV, č. 24 ze
dne 31.10.1983 Sb. 115/53 Sb.

V. Štefánek S

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Č. 602 00 Praha
LIBEŘSKÁ 5
PŠČ 461 17

PROHLÁŠENÍ
=====

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

Borůvka

V Liberci dne 5. 6. 1981

O B S A H

=====

	str.
1. Úvod	6
2. Výběr a posouzení moderních didaktických pomůcek	8
2.1 Statická projekce	8
2.1.1 Diaprojektory	11
2.1.2 Transprojektory	12
2.1.3 Epiprojektory	12
2.2 Filmová projekce	13
2.3 Televize	14
2.3.1 Televize ve škole	15
3. Technické zpracování vybraných názorných pomůcek	17
3.1 Epiprojekce	17
3.2 Transprojekce	19
3.3 Diaprojekce	21
3.3.1 Výměna diapozitivů	21
3.3.2 Dálkové ovládání	22
3.3.3 Synchronizátory	22
3.3.4 Diaprojektor pro výuku	23
3.3.5 Magnetofon pro výuku	29
3.4. Zvukové dynamické projektory	30
3.5 Učebna vybavená audiovizuální technikou	32
4. Svařovací školy, funkce, cíle	36
4.1 Všeobecně	36
4.2 Podmínky pro vybudování a vedení svař. škol	36
4.3 Svařovací škola, její zařízení, kontrola	37
4.4 Cíle svařovací školy	37
5. Nauka o materiálu	38
5.1 Výroba surového železa	38
5.2 Surové železo	39
5.3 Výroba oceli	40
5.3.1 Výroba oceli v konvertorech	40
5.3.2 Výroba oceli v kyslíkových konvertorech	41
5.3.3 Výroba oceli v martinských pecích	41
5.3.4 Výroba oceli v elektrických pecích	42
5.4 Základní mechanické vlastnosti uhlíkových ocelí	43
5.4.2 Technologické zkoušky lámavosti	47
5.4.3 Zkouška rázem v ohybu	48
5.4.4 Zkoušky tvrdosti	48
5.5 Tepelné zpracování ocelí	50
5.5.1 Kalení a popouštění ocelí	50
5.5.2 Kalitelnost, prokalitelnost, kalicí prostředí	51
5.5.3 Popouštění zakalené oceli	52
5.5.4 Žihání	52
5.6 Rozdělení ocelí do tříd	53
5.7 Vliv uhlíku	56
5.8 Vliv dalších prvků	56
5.8.1 Škodlivé doprovodné prvky - nečistoty	57
5.8.3 Prospěšné doprovodné prvky	58
6. Základy elektrotechniky pro svářeče	59
6.1 Elektrický oblouk	59
6.2 Elektrotechnické pojmy	59

	Str.
6.3 Základní elektrotechnické veličiny	60
6.3.1 Stejnoseměrný a střídavý proud	61
6.3.2 Třífázový proud	61
6.3.3 Zdroje svařovacího proudu	63
7. Názvosloví při svařování elektrickým obloukem	65
7.1 Všeobecné pojmy (ČSN 05 0002)	65
7.2 Přídavné materiály	66
7.3 Názvosloví (ČSN 05 0000)	67
8. Bezpečnostní předpisy	67
9. Označování základních poloh svařování ČSN 05 0024	68
10. Značení svarů na výkresech	72
11. Tvary a rozměry svarových ploch	73
12. Přídavné materiály	75
12.1 Funkce obalu	76
12.2 Skladování a sušení elektrod	77
12.3 Vlastnosti elektrod s obalem kyselým a bazickým	78
12.4 Číselné a barevné značení elektrod	79
12.5 Přehled používaných elektrod pro spojovací svary nelegovaných ocelí	81
13. Praktická část výuky	84
13.1 Zapálení oblouku	84
13.2 Svarová housenka, návar	85
13.3 Přerušování svaru, navázání svarové housenky, ukončení svaru	85
13.4 Návar na návarovou plochu	86
13.5 Široké svarové housenky	87
13.6 Magnetické foukání oblouku	87
13.7 Svařování koutového svaru v poloze vodorovné shora - třívrstvý	88
13.8 Svařování koutového svaru v poloze svislé - - dvouvrstvý	90
13.9 Svařování tenkých plechů	90
13.9.1 Rohový svar	90
13.9.2 Svar koutový, jednostranný, průběžný	91
13.9.3 I svar jednostranný	91
13.10 Rohový svar v poloze vodorovné shora	91
13.11 V - svar v poloze vodorovné shora	92
13.12 Svařování V svaru v poloze svislé	94
14. Závěr	95
Seznam příloh	96
Seznam použité literatury	97

1. ÚVOD

Rychlé tempo rozvoje socialistické společnosti, opírající se o bouřlivý růst vědeckých poznatků a jejich bezprostřední využití ve výrobě, technice i v řízení, klade stále větší nároky na všestrannou přípravu člověka. Souběžně s politickoideovou výchovou nutí potřeba odborného vzdělávání hledat, připravovat a materiálně zajišťovat nové racionálnější formy výuky ve školách a v mimoškolním vzdělání.

Velkým pomocníkem učitelů i studujících se přitom stává moderní technika. Donedávna znala škola jen tabuli, školní obraz, episkop, diapojektor a těžkopádný filmový projektor. Dnes jsou tyto zmodernizované přístroje, vyznačující se vyššími parametry, jednodušší automatizovanou obsluhou, větší spolehlivostí a nižší váhou, doplňovány řadou novodobých technických prostředků. Mezi ně patří zejména transprojektor umožňující kvalitní projekci učitelova záznamu nebo hotových či vytvářených předloh bez zatemňování místnosti a do některých učeben vstupuje poprvé elektronická technika, ať již v podobě televize a novodobých záznamových přístrojů pro obraz i zvuk, nebo v podobě výukových strojů, které umožňují dát vyučovacímu procesu tolik chybějící pružnou objektivní zpětnou vazbu.

Nástup této techniky není bez problémů a bez obtíží. V celostátním měřítku si to vyžádalo velké investice, a proto se postupuje plánovitě podle nejdůležitější potřeby škol a podle možností výrobců. Výroba technických prostředků pro školu i učebních pomůcek je podle dvoustranných mezinárodních dohod koordinována v rámci členství socialistických států v Radě vzájemné hospodářské pomoci, čímž se zvyšuje potenciál produkce i hospodárnost výroby ve velkých seriích. Při konstruování těchto přístrojů speciálně pro školy se ovšem přihlíží k pedagogickým potřebám.

Na rozdíl od situace v některých kapitalistických státech tu nejde o izolovaný vývoj jednotlivých prostředků, nýbrž o vytvoření promyšleného a pedagogickou praxí prověřeného souboru prostředků, které spolu s pomůckami, jež jsou nositeli informací, vytvářejí ucelenou koncepci výukové technologie. Vybrané a vyzkoušené přístroje, které se do škol postupně zavádějí, vycházejí ze světového trendu kybernetické pedagogiky a začínají být poprvé v historii školství orientovány na možnost individualizovat výuku s prvky automatizace. Očekává se, že tyto nové technické prostředky výuky vnesou do tradičních způsobů práce školy, učitelů a žáků zcela nové vztahy. Vývoj této techniky vychází i z důležitého poznatku, že ani sebelepší vyučovací automat nemůže nahradit zvláštní kvalitu působení aktivního učitele, přítomného ve třídě. Na jeho vedoucí roli staví marxisticko-leninská pedagogika. Úkolem techniky v mnohostranné struktuře učivo-učitel-žák je racionální osvobození učitele od netvořivých rutinních činností, aby mu zbylo více času pro vlastní výuku svěřených žáků.

Aby učitel úspěšně dokázal využít všechny možnosti, které moderní technické prostředky a učební pomůcky nabízejí, musí je v první řadě dobře znát, musí je ovládat, rozumět jim po technické stránce a musí vědět, kdy je jejich nasazení ve výuce nejúčinnější.

Cílem této práce je ukázat nové možnosti a cesty zefektivnění výuky ve svařovacích školách, kde se výuka stává náročnější v souladu se závěry XVI. sjezdu KSČ, který klade vysoké nároky na odbornou kvalifikaci pracovníků ve výrobě.

2. VÝBĚR A POSOUZENÍ MODERNÍCH DIDAKTICKÝCH POMŮCEK

2.1 Statická projekce

Soudobá technická zařízení umožňují kvalitně zachytit černobílý, nebo barevný obraz předmětu, archivovat jej po dlouhou dobu a kdykoli předvádět projekci v potřebném zvětšení. Některá z nich dovolují promítat písmo či grafický záznam učitele nebo i průsvitné předměty a modely. V poslední době se u některých druhů statické projekce podařilo uvést části obrazu několika způsoby i do pohybu, což zvyšuje možnosti těchto prostředků výrazově.

Obrazový záznam je zachycen buď na průsvitných podložkách (diapozitivy, diafilmy, transparenty, průsvitné fólie), nebo na neprůsvitných podložkách (např. fotografie, tištěné obrazy, obrazy kreslené na neprůsvitném papíru). Diapozitivy nebo jejich seskupení v podobě diafilmů se promítají diaprojektory. Velkorozměrové diapozitivy, transparentní předlohy, záznam na průsvitné fólii, průsvitné modely a aplikáty se promítají transprojektory. Obrazy na neprůsvitných podložkách a fotografie se promítají epiprojektory pomocí odraženého světla.

Po technické stránce je mezi těmito třemi způsoby projekce značný rozdíl. Promítání odraženým světlem je vždy méně kvalitní než promítání průsvitem. I nejvyšší kvalita fotografie pro epiprojekci mají v optimálním případě rozpětí jasu na papíře v poměru 1 : 30. To znamená, že od nejčernějšího místa fotografického obrazu se odráží 30x méně světla než u bílých plošek. Přetištěná fotografie má tento poměr ještě zhoršen a k dalšímu zhoršení dochází při promítání odraženým světlem, takže na episkopem promítnutém tištěném obraze nebudou kontrasty lepší než asi 1 : 10. Značná ztráta světla při

projekci odraženým světlem má za následek, že i nejvýkonnější epiprojektory poskytují světelný tok sotva 30 - 40 lm, což vystačí jen pro poměrně malé zvětšení obrazu, a to ještě při částečném nebo plném zatemnění místnosti.

Naproti tomu průsvitný diapozitivní obraz vykazuje poměr minimálního a maximálního jasu v rozsahu od 1 : 100 až do 1 : 200. Bohatěji je reprodukována i tónová stupnice: na barevné fotografii postřehne zdravé oko asi 200 tónových odstínů, kdežto na dobrém diapozitivu kolem 350 odstínů. Diapozitivní obraz navíc mnohem věrněji reprodukuje skutečnou barvu zobrazovaného předmětu.

Názvem diapozitiv označujeme každý fotografický pozitivní obraz (ať je pořízen fotografickým přístrojem nebo kopírovacím přístrojem) zhotovený na průhledné či průsvitné podložce. V klasickém provedení se diapozitiv zhotovoval na skleněné fotografické desce a na straně opatřené emulzí byl chráněn krycím sklem. Dnes je nejvíce rozšířen tzv. malý diapozitiv s vnějším rozměrem 50 x 50 mm a s užitkovou plochou nejvýše 40 x 40 mm. Je pořízen na nehořlavé filmové podložce a vkládá se do rámečků mezi ochranná skla nebo i do levnějších rámečků bez ochranných skel. Vzhledem ke snadné a levné výrobě automatickým kopírováním ve velkých sériích se ve škole používají diapozitivy na filmovém pásu neboli tzv. diafilmy s rozměry obrázků 18 x 24 mm nebo 24 x 36 mm. Vzhledem k rozšiřování fotografických přístrojů na film rozměru 60 x 60 mm se dnes začínají uplatňovat i diapozitivy středního rozměru v rámečcích velikosti 70 x 70 mm.

Soudobé diaprojektory poskytují v průměru 10 x vyšší světelný tok než epiprojektory (kolem 300 lm) a při vhodných podmínkách umožňují v místnosti projekci i za denního světla.

Velkorozměrové diapozitivy a transparenty (250 x 250 mm), promítané na moderních transprojektorech, vynikají světelnými toky ještě o jeden řád vyššími (2 000 lm i více) a dovolují kvalitní projekci za denního světla i při velkém rozměru promítnutého obrazu.

Promítaný záznam statických obrazů se od záznamu nepromítaného liší především tím, že reprodukováný obraz je daleko víc vyjímán z ostatního okolí, proti němuž je výrazně světelně diferencován. To ovšem platí nejen pro promítaný záznam statický, ale i promítaný záznam dynamický a pro televizní obraz. Klade se také větší důraz na předváděný záznam, který bývá nad to poměrně velkých rozměrů, protože promítání dovoluje značná zvětšení. Již to umožňuje značné soustředění pozornosti žáků. Tato přednost v sobě skrývá i jistou nevýhodu: někdy je žádoucí, aby se žáci pokud možno co nejvíce zaměřili k jediné věci, avšak jindy zase vyžadujeme, aby žáci svou pozornost rozdělili i na další skutečnosti ve třídě, např. aby zároveň brali v úvahu záznam na tabuli, trojrozměrný model na stolku aj. Zvláště u diapozitivů je třeba připomenout, že slovu zůstává klíčový význam. Učitel tedy nesmí zapomínat na to, že přes veškerý důraz, který s sebou nese promítaný záznam, je nezbytné obraz interpretovat také slovně tak, aby ve výuce přispíval jednou k znázornění, jindy k pamatování, podněty k rozvíjení myšlení, fantazie, vyjadřování a pod.

Druhým důležitým charakteristickým rysem promítaného statického záznamu je rychlá zaměnitelnost za jiný, čímž je dána možnost sestavovat celé série obrazů, které mohou téma vyčerpat lépe než jednotlivý obraz.

2.1.1 Diaprojektory

Diaprojektor neboli též diaskop promítá diapozitivní obrazy na promítací plochu. V podstatě je to zdokonalená historická laterna magika. Skládá se ze tří hlavních částí: ze světelného zdroje a z objektivu, které tvoří tzv. optickou soustavu projektoru, a ze zařízení pro vkládání a výměnu diapozitivů či diafilmů. Tyto části jsou obvykle uzavřeny ve světlotěsné skříni. Podle provedení dělíme diaprojektory na:

- a) přenosné, obvykle lehčí než 10 kg, vybavené projekčními žárovkami o příkonu do 1 000 W, vhodné pro obrazy do rozměru 2,5 x 2,5 m.
- b) stabilní s projekčními žárovkami nad 1 000 W nebo s obloukovými lampami, určené pro promítání diapozitivů ve velkých přednáškových sálech, kinech, divadlech apod.

V poslední době je většina přenosných diaprojektorů vestavěna do esteticky upravených skříněk z kovu nebo z plastických hmot a vybavena zařízeními pro dálkové ovládání výměny obrázků popřípadě jejich doostřování, obracení o 90° atd. Automatické ovládání diaprojektorů programovými či časovými ovládači nebo zprostředkované synchronizátory řídicími diaprojekci podle programu na zvukovém záznamu magnetofonu se stává samozřejmostí.

Nové typy přístrojů mají tak vysoký světelný tok, že dovolují projekci v částečně ztěmnělé místnosti nebo i za denního světla. Nejnověji se uplatňují tzv. stavebnicové projektory, kde k základnímu optickému systému mohou být (při výrobě nebo později uživatelem) připojena různá zařízení pro výměnu diapozitivů.

Např. automatický měnič diapozitivů v zásobníku se nahradí automatickým měničem diafilmů a pod.

2.1.2 Transprojektory

Transprojektory jsou zvláštním druhem projektorů velko-rozměrových diapozitivů. Patří k nejnovějším a nejprogresivnějším technickým vyučovacím prostředkům. Svým mimořádným světelným tokem, převyšujícím 2 000 lm, dovolují v učebně vysoce kvalitní projekci i za denního světla. Jejich vnější rozměr není velký, obvykle jsou konstruovány jako kufříkové skládací přístroje snadno přenosné. Nejen černobíle, ale i v barvách promítají velkorozměrové diapozitivy, transparenty, průsvitné modely i učitelův zápis na průsvitnou fólii, na niž můžeme před zraky žáků kreslit, rýsovat atd. jako na školní tabuli. Učitel přitom stojí tváří v tvář žákům, má možnost je sledovat a na pracovní ploše projektoru píše či kreslí v mnohem přirozenější podobě a velikosti na tabuli. Obraz je promítán na plochu umístěnou obvykle za jeho zády. Nosičem záznamu je vždy průsvitná hmota: plochý film, plastická fólie nebo i sklo. Jednoduchými kopírovacími přístroji lze v několika vteřinách přenést obrazy a texty z knih, prospektů a jiných podkladů. Transprojektor v kombinaci s přenosným reprografickým přístrojem tedy nahradí i episkop. Přístroj je ve starší literatuře a dále výrobcem obvykle uváděn pod názvem zpětný projektor (z překladu německého názvu Schreibprojektor). Vzhledem k tomu, že přístrojem se převážně promítají průsvity - transparenty nazýváme jej transprojektorem.

2.1.3 Epiprojektory

Tím, že epiprojekce využívá jen světla odraženého od povrchu neprůhledných předloh, nemůže světelný výkon epiprojektorů v žádném případě překonat kvalitu obrazů promítaných z průsvitných předloh. Světelný tok 30 - 40 lm ztěžuje stačit i v zatemněné místnosti k dosažení kvalitního obrazu velikosti 1 x 1 m. Přesto je epiprojekce ještě stále v oblibě zejména proto, že umožňuje prakticky bez jakékoli přípravy či úpravy okamžitě promítnout obrazy či texty z knih, časopisů, grafů či výkresů. V dnešní době se používají epiprojektory (zvané též

episkopy), které umožňují promítat z předlohy až do velikosti 190 x 300 mm. Přibližně od roku 1930 byly episkopické přístroje stavěny současně i pro diaprojekci větších diapozitivů. Tzv. epidiascopy jsou navíc vybaveny tubusem, který obsahuje kondenzor a objektiv. Zvláštní pákou, která se ze základní polohy Epi přeloží do polohy Dia, se pootočí jedna ze žárovek se zrcadlem do druhé polohy. Zdroj světla se tak využije pro projekci diapozitivů. Obvykle jde o diapozitivy v rámečkách rozměrů 80 x 80 mm až 90 x 120 mm. Tyto druhy diapozitivů se přestávají používat. Vzhledem k rozdílné světelné výkonnosti i k rozdílnému odstupu projektoru od promítací stěny při projekci Dia či Epi se ukázalo jako výhodnější používat specializované přístroje - epiprojektory pro epiprojekci a diaprojektory pro diaprojekci.

2.2 Filmová projekce

Podle stručné definice je film soustava technických prostředků umožňujících obnovit světelnou projekci fotograficky zaznamenané pohyby. Původní koncepce kinematografického filmu se po dlouholetých pokusech se "živými" obrazy a fotografiemi zrodila v roce 1889 v Edisonově laboratoři. Film byl pořízen na 35 mm širokém perforovaném želatinovém pásu, protahovaném vždy v okamžiku zaclonění světelného zdroje před objektivem.

Pro učitele, plánujícího výuku, není rozhodující, jak byl film vytvořen, nýbrž zda se hodí pro výuku ať k znázornění učiva či z důvodů psychologických, sociologických a pod., prostě zda je vhodným materiálním prostředkem pro danou výuku. Právě vhodnost pro výuku určuje "školskost" filmu, nikoli to, zda má či nemá hudební doprovod, zda má či nemá slovní komentář a pod., což bývá předmětem častých sporů. Specifikum školního filmu, tedy filmu jako pomůcky je dáno především tím, že se jedná o dvojrozměrný promítaný obraz dynamický, při jehož výrobě je možno využít nejrůznějších technických možností. Tak lze např. vizuálně interpretovat jevy, které z různých důvodů není možno pozorovat přímo, jako jsou příliš pomalé nebo

příliš rychlé děje. Pomocí triků a kreseb je možné dynamicky zobrazit děje, které vůbec nelze ve skutečnosti vnímat. Vedle toho lze ovšem filmově znázornit i děje vzdálené časově nebo prostorově. Film tedy interpretuje učivo především vizuálně - - pak se mluví o tzv. vizualizaci učiva. Dynamičnost filmové projekce nese s sebou jistou didaktickou nevýhodu: obraz stále prchá z plátna, zatímco statický záznam je fixovanou skutečností, k níž je možno se kdykoli vracet.

Proti nahranému komentáři se zpravidla namítá, že přebírá zbytečně mnoho vyučovací iniciativy, že není dostatečně přizpůsoben specifické situaci ve třídě, že bere žákům možnost dialogu s komentátorem (klást otázky a pod.). Pro komentář se argumentuje tím, že předem nahrané slovo má náležitou odbornou úroveň, že je naprosto synchronní s obrazem, že učitel se může více věnovat jednak technické stránce projekce a jednak sledování žáků, že ozvučený film má podstatně větší emotivní účín a konečně že němý film působí na žáky zvyklé z kin na ozvučené kopie jako technická nedokonalost a anachronismus. Dále se obvykle uznává, že čím je film delší, tím více je zapotřebí kopie ozvučené a s profesionálním komentářem.

2.3 Televize

První pokusy přenášet obraz na dálku se objevily teprve koncem XIX. století. Byly založeny na objevu inženýra P. Nipkova z roku 1884, který si dal patentovat velmi jednoduché, ale vtipné zařízení na rozklad obrazů na jednotlivé obrazové prvky a na jejich opětné složení. Nipkow proto někdy bývá označován za otce televize. V roce 1904 vynalezl mnichovský profesor dr. A. Korn fototelegraf, v roce 1911 předvedl profesor Boris Rosing televizi v Rusku. Podařilo se mu uskutečnit televizní přenos na vzdálenost několika metrů. Za prvního zakladatele dnešní, tzv. "elektronické televize" je právem pokládán vynálezce snímací elektronky obrazu W. K. Zworikin, který ve Spojených státech realizoval přenos televizního obrazu bez různých mechanických pohyblivých součástí. Dnes je televizní přijímač běžnou součástí většiny našich domácností. Na jeho

stínítku sledujeme děj, který se právě odehrává třeba i tisíce kilometrů daleko.

2.3.1 Televize ve škole

Školní televize, zaváděná v průmyslu pod názvem průmyslová

televize je technickým zařízením k demonstraci jevů která

stínítku sledujeme děj, který se právě odehrává třeba i tisíce kilometrů daleko.

2.3.1 Televize ve škole

Školní televize, zaváděná v průmyslu pod názvem průmyslová televize, je technickým zařízením k demonstraci jevů, které jsou žákům z různých důvodů těžko dostupné. Některé školy - např. v SSSR, ale i u nás - jsou již vybaveny vlastním zařízením tohoto typu. Školní televize např. umožňuje, aby žáci mohli sami pozorovat škály nevelkých měřících přístrojů při experimentech, demonstruje málo viditelné experimenty. Školní televizní okruh dovoluje propojit pomocí kabelů nejrůznější pracoviště (kabinety, laboratoře, dílny) s posluchárnami vybavenými monitory.

Práce s televizí ve škole, nejde-li o složitější zařízení školní (průmyslové) televize, neklade na obsluhujícího žádné zvláštní nároky. Vyžaduje jen správnou instalaci a dodržování základních pravidel správného příjmu a pozorování televizního obrazu. Televizní přijímač má být vždy umístěn na vhodně vyvýšeném místě, aby byl dobře pozorovatelný ze všech míst. Jestliže na stínítko mohou dopadat přímé sluneční paprsky, je přijímač umístěn naprosto nevhodně. Stínítko má být pokud možno ve stínu, tj. v nejtemnějším místě přední strany třídy, a to tak, aby bylo venkovním světlem co nejméně osvětleno.

Používáme televizory s co největší obrazovkou, cenový rozdíl proti menším televizorům není dnes již příliš výrazný. Velikost obrazu se udává délkou uhlopříčky stínítka obrazovky. Nejdelší uhlopříčka našich televizorů měří 61 cm. Protože televizní obraz se skládá z jednotlivých obrazových prvků, které elektronový paprsek kreslí řádek za řádkem po stínítku, není obraz zcela ostrý. Pozorování obrazu z přílišné blízkosti působí rušivě a unavuje zrak, avšak neexistuje přesný předpis, z jaké vzdálenosti se máme na televizní obraz dívat. Lze však doporučit, aby nejbližší pozorovatel byl od stínítka vzdálen ne méně než tři délky uhlopříčky obrazu.

A nakonec nesmíme zapomenout na videomagnetofon, který je ve své podstatě nejuniversálnější prostředkem pro výuku ve školách. Umožňuje nám ve spojení s přijímací kamerou takřka okamžitě zachycovat obraz i zvuk a následně jej ihned reprodukovat. V současné době je již vyráběno mnoho druhů videomagnetofonů, které jsou cenově dostupné. Mnohé z nich umožňují i přenos barevného obrazu ve vysoké kvalitě. Veškerá zařízení, která jsou ve spojení s televizí se vyznačují tím, že mají vysokou pořizovací cenu, jež brání jejich rozšíření. Proto když se takové, dá se říci profesionální, zařízení zakoupí je nutné, aby bylo i zacházení a využití celého tohoto systému profesionální. Je tedy nezbytné, aby tato aparatura byla v provozu a její možnosti byly naplno využívány v celém rozsahu, jinak je to investice trestuhodná a ze zařízení, které není plně využito se stává zbytečný komfort.

Uzavřený televizní okruh průmyslové televize se v současné době jeví jako nejdokonalejší možné vybavení učeben, které skýtá nejrozmanitější možnosti svého využití.

3. TECHNICKÉ ZPRACOVÁNÍ VYBRANÝCH NÁZORNÝCH POMŮCEK

3.1 Epiprojekce

Mezi československé epiprojektory se řadí epidiaskop Optirex, který byl až do roku 1967 jediným naším epidiaprojektorem. Zdrojem světla je žárovka 110 V/500 W, proto je k poměrně těžkému přístroji, vážícímu 37 kg, nutno používat ještě transformátor z 220 V na 110 V. Maximální velikost promítaného výřezu z předlohy kladené na sklopný přítlačný stolek je 160 x 160 mm. Vzhledem k tomu, že celou skříň projektoru lze posunovat od dorazu k dorazu na spodním stolku, můžeme postupně promítnout obraz o velikosti 160 x 360 mm. Stolek se odklápí pákou z pravé strany ve směru projekce. Na této straně je i páka pro překlopení optického systému projektoru buď na projekci Dia nebo Epi. Objektiv pro epiprojekci Epijunktur má ohniskovou vzdálenost $f = 400$ mm a světelnost 1 : 3,8. Obraz se zaostřuje kolečkem pod objektivem. Přístroj je vybaven velmi hlučným ventilátorem, který se musí zapínat vypínačem na zadní straně projektoru dříve než spínač žárovky.

K promítání diapozitivů se přesune páčka do polohy Dia, a tím se světelný tok přesune do tubusu s objektivem Dianar 4,5/250 mm. Diapozitivы rozměrů 85 x 85 mm nebo 85 x 100 mm, popřípadě 90 x 120 mm, se na výšku i na šířku zasunují v dodávaných rámečkách z plastické hmoty (přístroj je vybaven 4 ks rámečků) do vodorovné šachty. Do ní lze vložit i ruční měnič diapozitivů.

Episkop Epirex 16 x 16 je moderní školní epiprojektor. Osvětlovací soustava se skládá ze dvou promítacích žárovek Tungoram 220 V/500 W s patičí P 28, má dvě kulová rozptylná zrcadla a dvě boční rovinná zrcadla, a promítací objektiv Epijunktur 3,8/400 mm. Ačkoli přístroj váží jen 20 kg poskytuje světelný tok 28 lm, tj. o 3/4 více než Optirex.

Přístroj je chlazen turbínovým ventilátorem. Žárovky se nerozsvítí, není-li ventilátor zapojen. Veškerá obsluha je soustředěna na pravou stranu ve směru promítání. Doporučený rozměr obrazu při velikosti výřezu předloh 160 x 160 mm je 1 x 1 m. Větší předlohy lze promítnout tak, že mírně uvolníme přítlačný stolek a předlohy posouváme vzad a do stran.

Epirex 19 x 19 Halogen představuje další zlepšení epiprojekce na školách. Vnější uspořádáním i optikou se neliší od projektoru Epirex 16 x 16. Výřez pro promítanou předlohu byl zvětšen na 190 x 190 mm a halogenová žárovka na 220 V nebo 120 V o příkonu 1 000 W umožnila zvýšit světelný tok na 40 lm.

Naše epiprojektory nemají vyměnitelné objektivy. Vzhledem k omezenému světelnému výkonu musí stát poměrně blízko promítací plochy. Pro projektory Epirex platí následující tabulka:

Projekční vzdálenost v metrech	Rozměr promítnutého obrazu v m	
	Epirex 16 x 16	Epirex-Halogen 19 x 19
2	0,8 x 0,8	1,0 x 1,0
3	1,2 x 1,2	1,25 x 1,25
4	1,6 x 1,6	1,7 x 1,7
5	2,0 x 2,0	2,2 x 2,2

Tabulka 1

Vzhledem k malému odstupu od promítací plochy je vhodné, aby epiprojektor stál na speciálním nepohyblivém či pojízdném stolku s elektrickým přívodem a s dostatečnou plochou pro odkládání předloh.

Vezmeme-li v úvahu malý světelný výkon při epiprojekci, je použití těchto přístrojů velmi omezené. Při zřizování učeben vybavených audiovizuální technikou je vhodnější použít jiných typů projektorů s vyšším světelným výkonem.

3.2 Transprojekce

Rychlé rozšíření transprojektorů se datuje od r. 1966, kdy se tradiční žárovky s vláknem podařilo nahradit výkonnějšími halogenovými žárovkami s životností až 50 hodin a kdy poměrně malý rozměr pracovní plochy projektoru mohl být rozšířen použitím plochých Fresnelových čoček. Typickým představitelem je československý transprojektor Meotar, vyvinutý n. p. Meopta Bratislava. Ve srovnání s většinou kufříkových transprojektorů evropské produkce má až na poměrně značnou váhu 15 kg průměrné parametry.

Transprojektor Meotar má jednokomorové uspořádání. Světelné paprsky vycházející z halogenové žárovky 225 V/600 W se odrážejí od plochy nastavitelného kulového zrcadla a procházejí dvojicí velkoplošných Fresnelových čoček, rovnoměrně prosvětlující celou pracovní plochu s přiloženým transparentním materiálem. Promítací paprsky procházejí dále spodní čočkou projekčního objektivu, v němž se paprsky odrážejí na ploše rovinného zrcadla, vystupují přední čočkou objektivu a dopadají na projekční plochu. Zaostření obrazu se dosáhne točítkem, kterým se posouvá objektiv po odnímatelné tyči. Dva ventilátory chladí žárovku a pracovní plochu. Průsvitný celiťový pás je nesen v rámu dvojicí cívek. Skříň projektoru je vybavena dvěma páčkovými spínači. Jedním z nich se zapíná světelný zdroj, druhým se uvádí do chodu ventilátor. Objektiv má světelnost 4 a ohniskovou vzdálenost 350 mm.

Dle potřebné velikosti promítnutého obrazu se přenosný transprojektor staví v odstupu 2 - 5 m od středu projekční plochy. Při odstupu 2 m dává většina projektorů obraz velikosti 1,2 x 1,2 m, při odstupu 5 m (větší odstup se při denní projekci nedoporučuje) má obraz rozměr 3,3 x 3,3 m. Pro správnou manipulaci má být pracovní plocha projektoru přibližně ve výši učitelova lokte.

Přílišné zvedání promítnutého obrazu se nedoporučuje, protože se obraz zkresluje. Má-li mít obraz nezkreslenou podobu, musí se naklonit projekční plocha od stěny tak, aby stála kolmo na osu promítacích paprsků.

Nosičem obrazu je buď fóliový průsvitný pás, nebo průsvitný arch či plexisklo, popřípadě filmový diapozitiv a rámečkovaný či nerámečkovaný transparent. Promítat se však dají i modely s pohyblivými prvky zhotovené z barevných plexiskel nebo průsvitné předměty vůbec. Obrazy dodává buď výrobce nebo je učitel zhotovuje při své přípravě na hodinu či přímo před zrakem žáků. Obraz lze dle předlohy dokreslovat, průsvitný materiál dovoluje i jeho smazávání. Jednotlivé metody lze kombinovat - např. dokreslovat nebo obtahovat či jinak zdůrazňovat části promítaného obrazu na fólii, přičemž kreslíme na arch průsvitného materiálu, který přes fólii položíme.

Na průsvitnou fólii lze dobře psát, kreslit či rýsovat tužkami na sklo, nebo výrobkem CENTROFIX. Obraz je rukou nesmazatelný, dá se lehce smýt hadříkem namočeným v lihu. Nevýhodou Centrofixů je, že na přímém slunci záznam, který jsme na fólii pořídili, časem vybledne.

Předběžně připravované texty lze psát na fólii běžným psacím strojem, jehož normální páska se nahradí mastnou, tzv. litografickou páskou.

Kreslené, tiskovou či jinou než fotografickou technikou pořázené nesmazatelné obrazy a schémata na průsvitné podložce velkého formátu se nazývají transparenty. Tzv. skládací transparenty umožňují postupným sklápěním nebo odklápěním jednoduchých, na sebe navazujících dílčích obrazů vyvíjet či rozkládat obrazovou sestavu. Transparenty se též vyrábějí průmyslově, avšak kreslením či kopírováním si je může učitel pořizovat sám.

Transparentní kopie se pořizují nejvýhodněji malým termokopírovacím přístrojem. Na průsvitnou fólii se položí speciální jednobarevný přenosový papír a předloha (kresba, stránka z knihy, prospekt aj.). Svitek je automaticky protažen a prosvícen infračerveným světlem a za několik vteřin je pořízen nesmazatelný jednobarevný obtah předlohy.

Kopírovací přístroj Astratherm 01 - serie 2 od výrobce

KOH-I-NOR HARDTMUTH, o. p. - závod 08, Milevsko, jsme měli možnost vyzkoušet prakticky při rozmnožování fólií přes přenosový papír. Přesto, že byl přístroj zánovní a málo používaný, nepodařilo se nám zhotovit vyhovující kopii pro náš studijní účel.

3.3 Diaprojekce

Diaprojekce je zatím nejužívanějším způsobem promítání statických obrazů a díky inverzním barevným filmům rozšiřuje oblast využití barevné fotografie. Ve srovnání s obrazy na papíře se promítnutý obraz jeví vždy krásnější, brilantnější, má bohatší tónovou stupnici, a tím více podrobností. Světla na promítnutém obraze skutečně svítí, voda má svůj lesk, sníh svůj třpyt a stíny na dobře provedené diaprojekci vytvářejí dojem prostorovosti. Barevný diapozitiv je podstatně levnější a trvanlivější než zvětšenina na papíře.

3.3.1 Výměna diapozitivů

U nejlevnějších diaprojektorů se diapozotivy zasunují ručně do šachty. Výměnu diapozitivů o něco lépe řeší ruční měnič diapozitivů. Do něho lze na každé straně vložit jeden diapozitiv a rychlým zasunutím na doraz jej dopravit do osy promítání.

Automatické měniče diapozitivů používají přímé nebo kruhové zásobníky s kapacitou 30 - 100 diapozitivů. Mechanismus vysunuje diapozitiv ze zásobníku do osy promítání, vrací jej zpět a zásobník posunuje o jeden krok vpřed nebo i vzad. Pohon mechanismu je obstaráván elektrickým motorkem. Po dobu manipulace s diapozitivem je světelný tok samočinně přerušován clonou. Výměna musí být co nejkratší, dnešní světový standard je 0,8 - 1,5 s. Impulsy k výměně obrazů dává učitel buď tlačítkem na přístroji, nebo dálkovým ovládacím kabelem, popřípadě světelným či rádiovým signálem. Mohou být také vysílány z programového ovladače či synchronizátoru.

Podmínkou správné funkce výměnného mechanismu je dodržení předepsaných rozměrů diapozitivních rámečků a odstranění zborcených či pokroucených diapozitivů. Aby se každý obraz nemusel doostřovat, nesmí se poloha emulze odchýlit u žádného diapozitivu v sérii o více než 0,1 mm.

3.3.2 Dálkové ovládání

Dálkové ovládání diaprojektorů má největší výhodu v tom, že učitel ovládá promítání z místa odkud přednáší. Dálkovým ovládáním zpravidla vyměňujeme diapozitiv a rozsvěcíme a zhasínáme projekční žárovku. U dražších přístrojů lze ovládat vracení diapozitivů a podle potřeby diapozitivu dálkově doostřovat. Některé přístroje zaostřují automaticky; ručně se zaostří pouze první diapozitiv a projektor pak další obrazy doostřuje sám s ohledem na tloušťku skla, rámečku nebo diafilmu. Jiné diaprojektory umožňují dálkově ovládanou irisovou clonou vyrovnávat jas obrazu promítnutého na promítací plochu. Dálkově se řídí i rozsvícení pomocného osvětlení v místnosti.

3.3.3 Synchronizátory

Synchronizovaná automatická projekce se rozšiřuje na všechny projektory vybavené dálkovým ovládáním. Diaprojektor má vstup, který lze připojit na synchronizátor, připojený k řídicímu magnetofonu. Impulsy ze synchronizátoru řídí výměnu diapozitivů v projektoru tím, že spínají mechanismus pro výměnu diapozitivů nebo diafilmů.

Nejdražší přístroje mají synchronizátor již vestavěn a stačí je připojit k magnetofonu, nebo se naopak používá magnetofonů s vestavěným synchronizátorem (u nás školní magnetofon TESLA B-57). Vzhledem k rychlému růstu obliby ozvučené projekce se začínají používat zvukové diaprojektory, které tvoří s magnetofonem buď soupravu vloženou obvykle do skříně pro zadní projekci, nebo i jediný kompletní přístroj.

3.3.4 Diaprojektor pro výuku

Diaprojektory jsou pro potřeby ve školách takřka nezbytným doplňkem moderní výuky. V současné době jsou běžně dostupné tyto projektory: MALICOLOR, DIAPOL 150 a modernizace známého ASPECTOMATU J - 24 B, nový výrobek PENTACON AV 100 automatic.

MALICOLOR

Je to přístroj, který je poněkud náročnější konstrukce. Halogenová žárovka a systém využívající vlastní zásobník umožňují kvalitnější projekci.

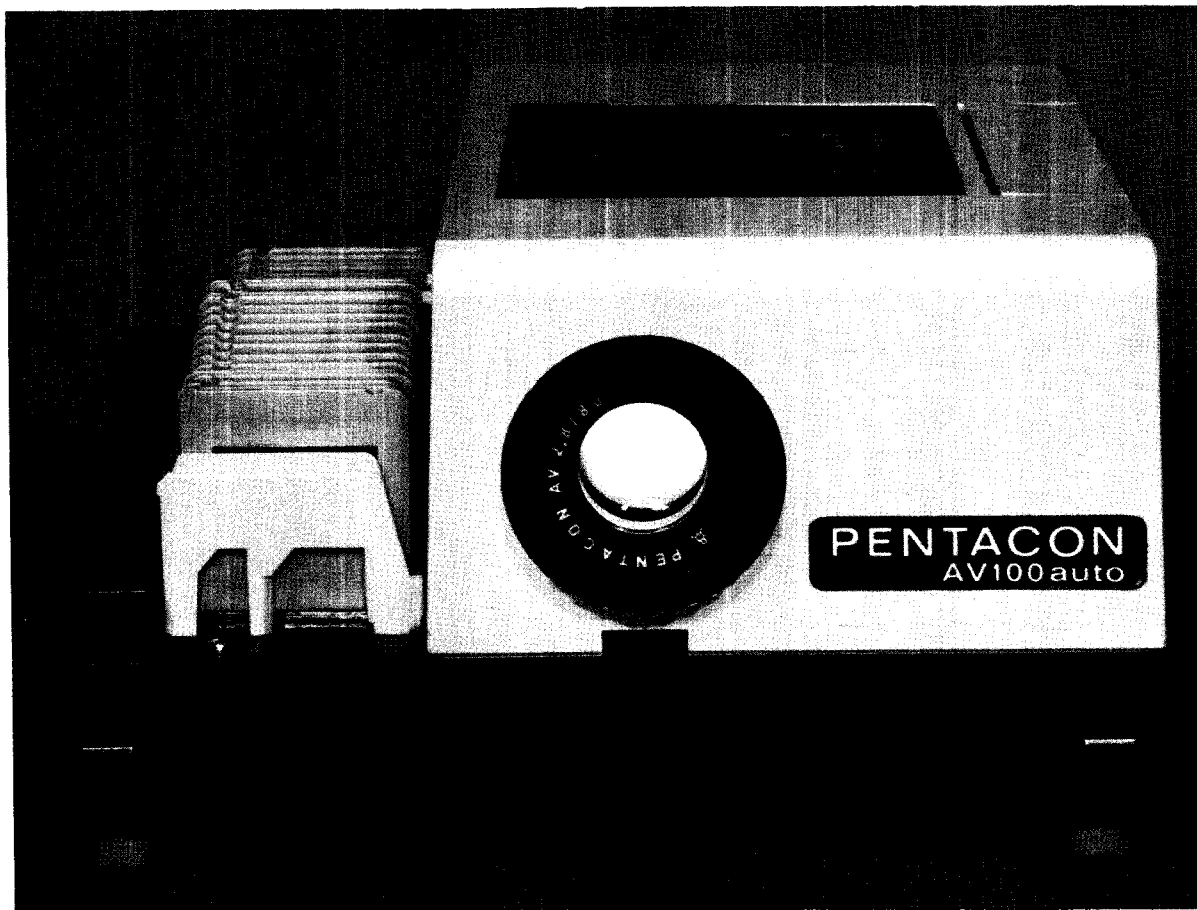
DIAPOL 150

Tento projektor je určen převážně pro amatérské potřeby, i když jeho světelný výkon umožňuje promítání na větší vzdálenost. Výměna diapozitivů se provádí manuálně, posuvným zásobníkem normované konstrukce. Při projekci na větší vzdálenost je možno použít objektiv Keptar 135, který se dodává jako zvláštní příslušenství.

PENTACON AV 100 AUTOMATIC

Diaprojektor určený pro náročné spotřebitele a instituce. Může sloužit jako základní článek audiovizuálního systému. Tento výrobek je pro náš účel nejvhodnější, proto mu budeme věnovat zvýšenou pozornost.

PENTACON AV 100 auto je výkonný automatický projektor pro malé diapozitivy. Nabízí vše, čeho je zapotřebí pro moderní promítání diapozitivů; Automatický výměnný zásobník diapozitivů, dálkové ovládání, vysoký světelný výkon, variabilní promítací vzdálenost pomocí výkonných objektivů. PENTACON AV 100 auto je v každém případě ideálním projekto-rem - ať se jedná o amatérský projektor nebo doplněn příslušenství o audiovizuální komunikační prostředek pro pedagogická zařízení. Design a tvar odpovídá hlediskům moderního průmyslového tvarování. Pomocí dálkového ovládání lze stisknutím knoflíku řídit funkce jako výměnu diapozitivů, transport zásobníku směrem vpřed a vzad a dokonce i zaostření.



Obrázek 1

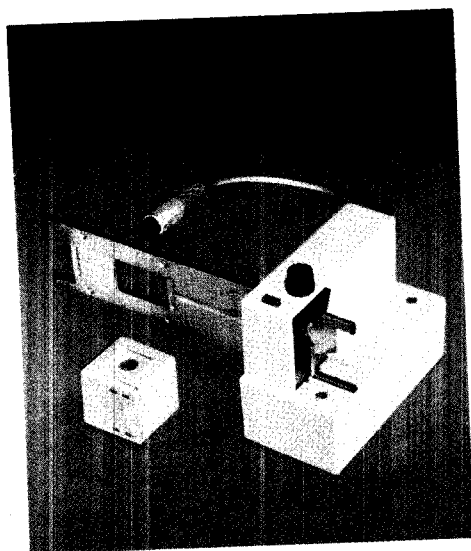
Nový univerzální zásobník, který je nahoře otevřený, umožňuje při každé přednášce rychlý a nekomplikovaný výběr. Umožňuje dokonce vyjmout nebo zasunout určitý diapozitiv do zásobníku, který je již nasazen v projektoru. Vedení zásobníku umožňuje jednoduchou výměnu diapozitivů. Spínací doba výměny diapozitivů činí cca 1 s. Jestliže se při poslední změně obrazu nenachází v chodu paprsků žádný diapozitiv, zůstává obraz na promítací ploše i při zapnutém projektoru tmavý. Nepříjemnému oslňujícímu efektu je zabráněno tím, že světelná clona řízená diapozitivem uvolní chod paprsků teprve tehdy, až se do obrazového pole dostane nový diapozitiv. Pro třídící práce mohou být diapozitivy ukládány do obrazové okeničky i jednotlivě bez zásobníku. PENTACON AV 100 auto je vybaven 150 W halogenovou žárovkou. Tato žárovka má dlouhou životnost a její světlé bílé paprsky jsou zárukou brilantního promítání diapozitivů. Teplo, vyvíjené halogenovou žárovkou je odváděno výkonným bezhlučným chladícím venti-

látorem. Tento ventilátor zaručuje šetrné zacházení s diapo-
zitivou i při jejich delším setrvání v projekční poloze. Vým-
ěnné objektivy zaručují i při větších promítacích vzdále-
nost obrázky v optimální velikosti. Při krátkých vzdálenos-
tech se může pracovat s redukováným světlem. Úsporné zapo-
jení šetří žárovku a podstatně zvyšuje její životnost. Vedle
standardního objektivu jsou k dispozici dva výměnné objektivy
PENTACON AV 2,8/100, PENTACON 3,5/140. Závislost promíta-
cích vzdáleností a velikosti obrázků jsou znázorněny v tab. 2.

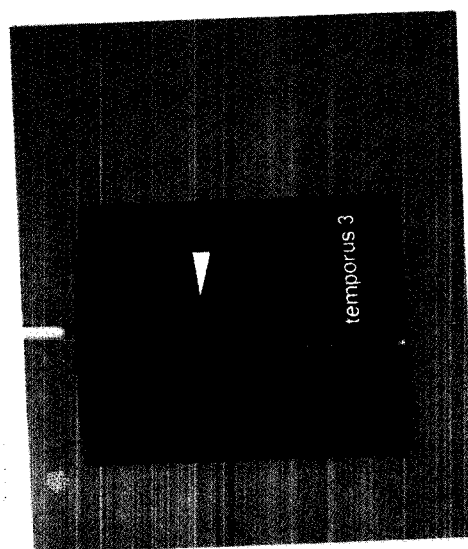
Promítací vzdálenost (m)	Diapozitiv 24 × 36 Velikosti promítaných obrázků (m)		
	PENTACON AV 2,8/80	PENTACON AV 2,8/100	PENTACON 3,5/140
2	0,55 × 0,90	0,40 × 0,60	0,30 × 0,45
3	0,85 × 1,30	0,65 × 0,95	0,45 × 0,70
4	1,15 × 1,75	0,85 × 1,30	0,60 × 0,90
5	1,45 × 2,20	1,10 × 1,65	0,75 × 1,15
6	1,70 × 2,60	1,30 × 2,00	0,95 × 1,40
8	2,30 × 3,50	1,55 × 2,70	1,25 × 1,90
10	2,90 × 4,45	2,20 × 3,35	1,60 × 2,40
12		2,65 × 4,05	1,90 × 2,90
14			2,25 × 3,40
16			2,55 × 3,90

Tab. 2

Obrazové pásy mohou být pomocí PENTACONU AV 100 auto
a snadno nasaditelného automatického vedení obrazového pá-
su (viz obr. 2) optimálně předváděny v každé vyučovací
místnosti.



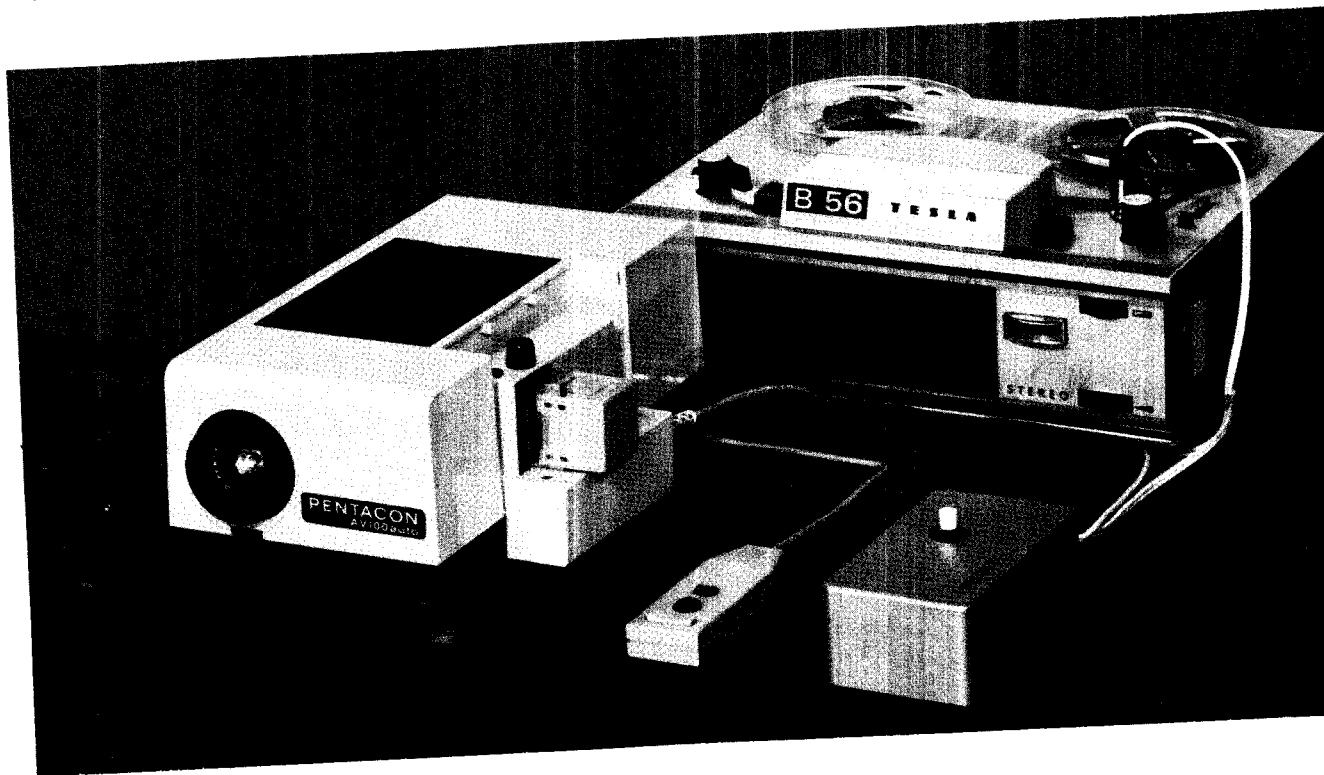
Obr. 2



Obr. 3

Časový spínač TEMPORUS 3 (viz obr. 3) řídí automaticky výměnu diapozitivů v konstantních, samočinně volených intervalech mezi 5 - 60 s. Spínací odstupy jsou plynule regulovatelné, a během promítání je možná jejich korektura.

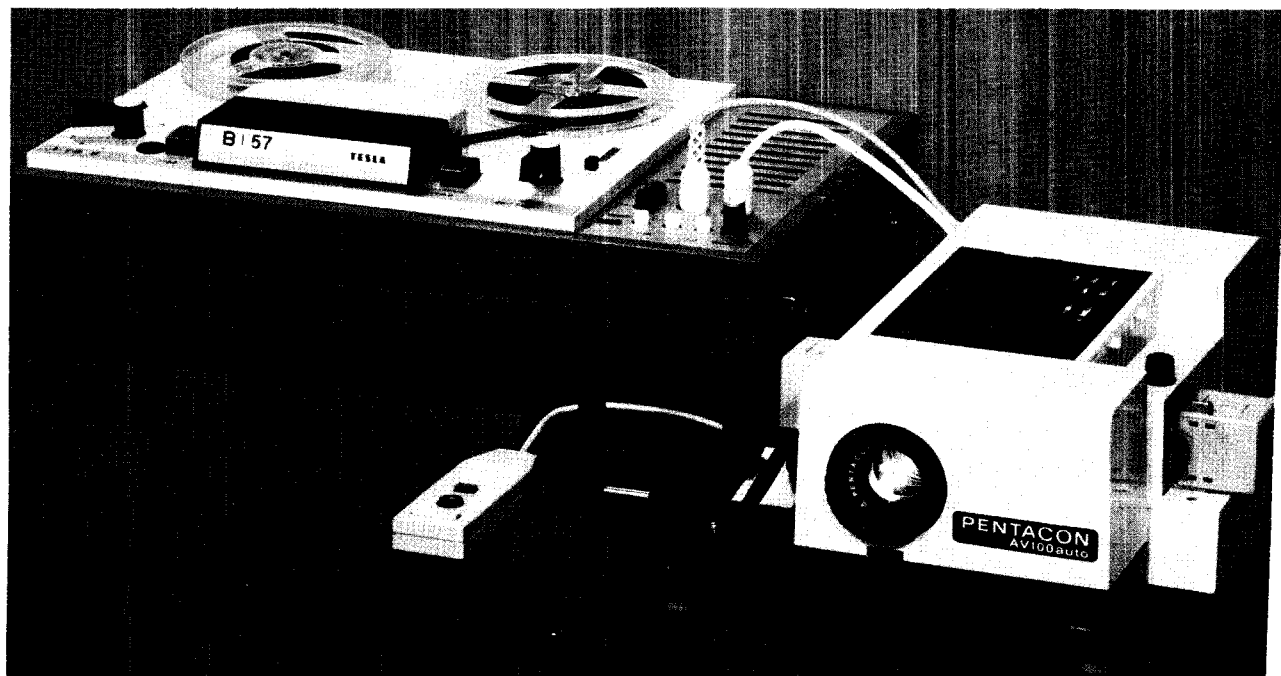
Charakter působení promítaných diapozitivů se podstatně zvýší, jsou-li diapozitivy doprovázeny mluveným slovem, řečí a šumy. Tato metoda zprostředkování vědomostí se jeví jako velmi efektivní. PENTACON AV 100 auto umožňuje použití dvou systémů k magnetofonům. První realizuje řídicí přístroj ASPECTON 3, který dovoluje spojení s magnetofony, které jsou běžně k dostání v obchodech. Na magnetofonovém pásku jsou speciální tekutinou nanoseny dotekové značky, jejichž impulsy způsobují přes řídicí přístroj synchronní výměnu diapozitivů. Spojení s běžným komerčním magnetofonem je na obr. 4.



Obr. 4

Vyšší formou synchronizace je řízení výměny diapozitivů pilotonem, případně řídicími signály na magnetofonovém pásku. Jsou-li k dispozici audiovizuální předvádění synchro-

nizovaná frekvencí, je nutno za účelem reprodukce spojit PENTACON AV 100 auto pouze s magnetofonem TESLA B-57 (viz obr. 5). Řídící jednotka zabudovaná v magnetofonu upravuje signál frekvence na spínací impuls pro projektor nebo automatické vedení obrazového pásu.



Obr. 5

Má-li být magnetofonový pásek nově synchronizován, je pro záznam signálů frekvence na stopu 3 magnetofonové pásky zapotřebí řídicího přístroje TESLA synchron AYK 010 (viz obr. 6). Nanesení značek se provádí jednoduchým stisknutím tlačítka.



Obr. 6

U výše uvedených přístrojů byly posouzeny základní funkční parametry:

- rozlišovací schopnost se ověřovala testovým diapozitivem VÚZORT o maximální frekvenci 150 čar/mm. Vyhodnocení bylo provedeno na jemnozrnné difúzní promítací ploše
- světelný tok, který vychází z diaprojektoru se měřil podle ČSN 19 00 41. Výpočet byl proveden po zjištění průměrného osvětlení v 9 bodech projekční plochy
- úbytky osvětlení v rozích obrazu oproti středu charakterizují údaje
 - Δp - průměrný úbytek v rozích
 - Δ_{max} - maximální úbytek v jednom rohu
 Výpočet a měření bylo také provedeno podle ČSN 19 00 41
- tepelné namáhání diapozitivu po 30 min. nepřetržitého provozu bylo zjišťováno termočlánkem, který byl přilepen na emulzní stranu diapozitivu o zčernání ≈ 1 (viz ON 19 00 42). Toto měření probíhalo uprostřed obrazového pole
- prakticky byla ověřena spolehlivost funkce při výměně diapozitivů a je možno konstatovat, že diaprojektory pracují spolehlivě, jestliže jsou dodrženy instrukce výrobce. Přehled zjištěných údajů je uveden v následující tabulce č. 3

Název přístř.	Rozliš. schopnost (čar/mm)					Svět. tok (lm)	Úbytek (%)		Teplota diapozitivu (°C)
	střed	1	2	3	4		Δp	Δ_{max}	
Malicolor	60	60	30	30	40	137	24,2	32,5	72
Diapol	60	60	30	40	40	291	39,3	48,6	43
PENTACON	60	0-15	40	30	40	245	24,3	26,3	72

Tab.3

Výsledky zkoušek vcelku odpovídají cenové kategorii i koncepci jednotlivých přístrojů. Zarážející je pouze nízká kvalita objektivu u diaprojektoru PENTACON AV 100 auto (byla ověřována na dvou náhodně vybraných vzorcích). Pro přístroj této cenové kategorie by měl výrobce věnovat objektivům větší

pozornost. Potvrzuje se tak známá skutečnost, že výrobci i spotřebitelé většinou věnují zvýšenou pozornost jen snímacím objektivům a kvalitní obraz na filmu je pak často degradován nekvalitním objektivem projektoru.

3.3.5 Magnetofon pro výuku

Jednorychlostní čtvrtstopy magnetofon TESLA B-57 je určen především pro školní výuku. Je osazen tranzistory a vybaven čtyřmístným počítadlem, pohotovostním STOP-tlačítkem, automatickou regulací úrovně záznamu, samočinným zastavováním při ukončení pásku (s použitím pásku opatřeného na koncích kovovými fóliemi). Má přípojky pro všechny druhy záznamu (mikrofon, rozhlasový přijímač, gramofon), dále pro přídatný reproduktor (5 W), sluchátka (150 - 4 000 Ω), dálkové ovládání a diap projektor. Mimo to je magnetofon vybaven zámkem pro zajištění modelového záznamu před znehodnocením a zařízením (synchronizátorem) k ovládání výměny obrázků v diap projektoru.

Magnetofon může být použit nejen jako výukové zařízení pro přednášky s projekcí obrazových příloh z připojeného diap projektoru, ale též pro zkoušení účastníků s nahráváním odpovědí. Pro přednášky s obrazovým doprovodem je nutno použít pásku se zaznamenanými synchronizačními impulsy na souběžné stopě. Spojení magnetofonu s diap projektozem PENTACON AV 100 auto je znázorněno na obr. 5.

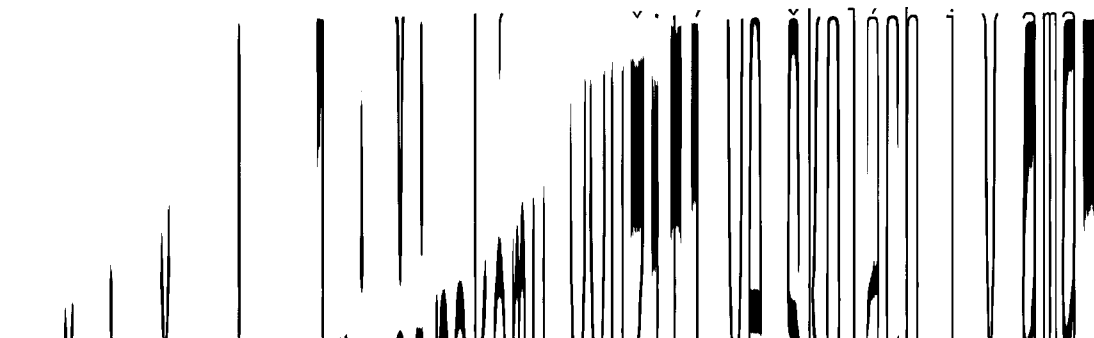
Technické údaje magnetofonu: rychlost posuvu pásku 9,53 cm/s, max. průměr cívek 18 cm, kmitočtový rozsah 50 - 12 000 Hz, dálkové ovládání diap projektoru pro dálkový posuv obrázků a ostření.

Spojení diap projektoru s dálkovým ovládáním, automatickým chodem a magnetofonem se v současných podmínkách jeví, vzhledem k relativně nízké pořizovací ceně a dostupnosti přístrojů, jako neoptimálnější a nejefektivnější pro výuku na všech stupních škol.

3.4 Zvukové dynamické projektory

MEOCLUB 16 - AUTOMATIC

je projektor stavebnicového provedení a se svými předchůdci typu CLUB 16 a MEOCLUB 16 má po konstrukční stránce jen velmi málo společného. Vybavením, světelným a zvukovým výkonem, jednoduchostí obsluhy a možnostmi další moderniza-



ce je předurčen k velmi širokému využití ve školní, tatarské a profesionální filmové technice. Projektor je přenosný a napájí se z 220 V sítě regulačním transformátorem. Vlastní promítací souprava se skládá z promítacího stroje, zesilovače, reproduktorové skříně s příslušenstvím, z regulačního transformátoru a dálkového ovladače.

Zesilovač tvoří podstavec pod projektor. Při promítání němých filmů lze z něho promítací stroj sejmout a to jednoduchým uvolněním zámku. Zavádění filmového pásu je automatické, a to jak v obrazové, tak i ve zvukové části. Před založením je nutné konec filmu zastříhnout dokulata speciálními nůžkami, které jsou přímo na přístroji. Při zavádění se tlačí páčka horního vytvářeče smyčky, čímž se promítací stroj uvede v chod. Promítací žárovka, i když je zapnuta, se přitom nerozsvítí. Přes naváděcí kladku se zasune film do přítlačky ozubeného válečku tak hluboko, až ozubený věnec zachytí perforaci. Film potom samočinně proběhne celým strojem a jeho konec se ručně zasadí do jádra navíjecí cívky. Tím je stroj připraven k promítání.

Po promítání je možné film rychle převinout přímo na stroji. Promítací stroj lze také uvést do zpětného chodu tlačítkem "zpětný chod" a promítat při plně rozsvícené promítací žárovce. Zvuk je přitom automaticky vypnut a není ani možné nahrávání nebo mazání záznamu na magnetické stopě. Tlačítkem "STOP" se stroj zastaví a současně se vypne promítací lampa. Stlačením tlačítka "klidové promítání" se při rozsvícené žárovce zastaví posuv filmu pro projekci jednotlivých obrázků. Opětovným stiskem tlačítka "klidové promítání" se plynule pokračuje v normální projekci. Zvláště tato možnost

Promítací stroj je zařízen na projekci filmů s optickým i magnetickým zvukovým záznamem. Stroj se k danému druhu záznamu přizpůsobí pouhým přepnutím tlačítka přepínače funkcí. Na projektoru lze ozvučovat i němé filmy s jednostrannou perforací, opatřené magnetickou stopou a snímané obrazovým kmitočtem 25, resp. 24 obr./s. Mixáž zvuku obstarávají dva nezávislé vstupy "mikrofon" a "gramofon" s vlastními regulátory hlasitosti. Celková úroveň záznamu se při nahrávání kontroluje indikátorem hlasitosti. Projektor je uzpůsoben i k dodatečným nahrávkám bez vymazání původního záznamu, např. má-li být nahraná hudba doplněna komentářem. Nový záznam se nahrává na záznam původní, který je pouze potlačen. Právě tyto vlastnosti a možnosti přístroje v oblasti zvukového doprovodu jsou neocenitelnou pomůckou ve výuce, bohužel velmi málo používanou.

Zesilovač lze použít i jako zvukové zařízení pro různá hlášení a k reprodukci hudby nebo k přímým komentářům při promítání němých filmů.

Ve škole se výborně uplatní zařízení pro dálkové ovládní, jímž se řídí funkce stop, chod vpřed, rozsvícení a zhasnutí žárovky a statické promítání. K projektoru se také dodávají promítací objektivy Meostigmat $f = 35$ mm a $f = 70$ mm a držák anamofortu Rektimascope, který umožňuje širokoúhlou projekci speciálních filmů.

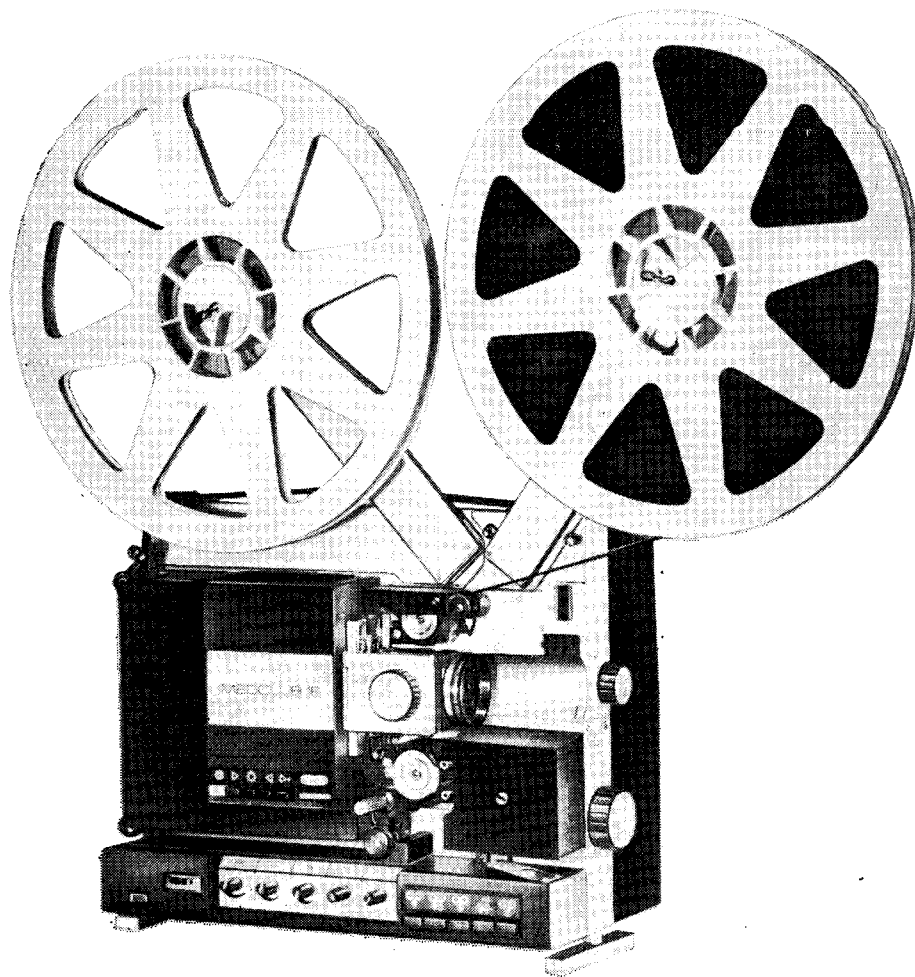
Dalšími typy promítacích strojů jsou MEOCLUB 16 automatic H a MEOCLUB 16 ELEKTRONIC. Jsou to v podstatě poněkud propracovanější modifikace již výše popsaného projektoru. MEOCLUB 16 ELEKTRONIC je na obr.7.

Některá technická data MEOCLUBU 16 ELEKTRONIC:
obrazová frekvence 25 a 18 obr./sec, promítací objektiv Meostigmat 1/50, zesilovač 15 W - plně tranzistorový, vestavěný reproduktor 1,5 W, hmotnost stroje 17,5 kg.

Svémi parametry i celkovým konstrukčním a estetickým řešením se řadí mezi špičkové výrobky své třídy. Značný světelný i zvukový výkon, snadná obsluha, jednoduchá údržba a možnost postupného doplňování dalším vybavením skýtají plné uplatnění ve školách klubech i menších kinech. Při řešení

bylo pamatováno i na možnost jeho využití pro účely rozhlasové, reprodukční i nahrávací.

Filmový projektor na 16 mm formát by měl, vzhledem ke svým možnostem, být standardním vybavením každé audiovizuální učebny.



Obr.7

3.5 UČEBNA VYBAVENÁ AUDIOVIZUÁLNÍ TECHIKOU

Při navrhování učebny vybavené audiovizuální technikou, se vycházelo z předpokladu, že bude určena pro plně automatické audiovizuální předvádění, přibližně pro 30 posluchačů.

Je rozdělena na dvě části: první je určena pro prostor, v němž probíhá vlastní výuka a odkud je výuka také řízena,

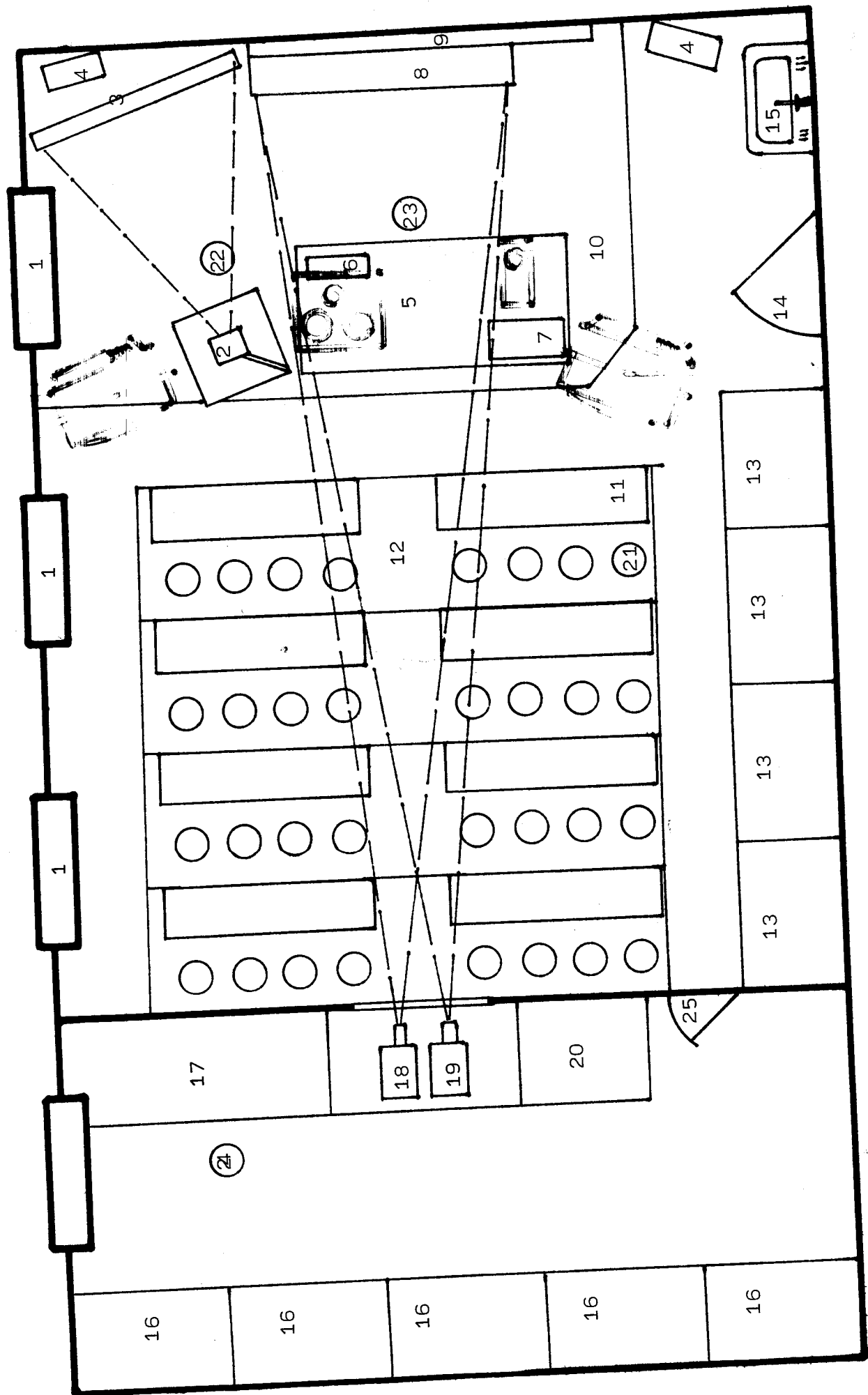
druhou částí je kabinet pro pedagoga, kde jsou promítací přístroje odděleny od posluchačů a kde jsou uloženy pomůcky pro výuku a přípravu výuky.

Učebna je vybavena diaprojektorem, filmovým projekto-rem, transprojektorem, magnetofonem, dálkovým ovládním dia- projektoru, magnetofonu, filmového projektoru, osvětlení míst- nosti, zatemňování místnosti, projekční plochy.

V návrhu je zahrnuto též alternativní vybavení učebny uzavřeným televizním okruhem průmyslové televize se dvěma televizory, videomagnetofonem a snímací kamerou (viz obr. 8 + fólie).

Obr. 8 - Návrh učebny - legenda:

- 1 - Motorové zatemňovací závěsy
- 2 - Transprojektor Meotar
- 3 - Projekční plocha pro transprojektor
- 4 - Reproduktorová soustava
- 5 - Demonstrační stůl pro pedagoga
- 6 - Dálkové ovládní
- 7 - Magnetofon TESLA B-57
- 8 - Spouštěcí projekční plocha
- 9 - Klasická tabule
- 10 - Vyvýšený stupínek
- 11 - Stůl posluchače
- 12 - Stupňovité hlediště
- 13 - Skříně na pomůcky
- 14 - Vchod do učebny
- 15 - Umývadlo
- 16 - Skříně na příslušenství k diaprojektoru a k filmovému projektoru, archiv diafilmů, filmů a dalších učebních pomůcek
- 17 - Pracovní plocha pro pedagoga při přípravě výuky
- 18 - Filmový projektor MEOCLUB 16 elektronik
- 19 - Diaprojektor PENTACON AV 100 automatic
- 20 - Manipulační plocha pro diaprojektor a filmový projektor
- 21 - Místo pro posluchače
- 22 - Místo pedagoga při projekci transprojektorem i při dál- kovém ovládní projektorů



Obr. 8 - Návrh učebny

- 23 - Místo pedagoga při klasické výuce a při demonstraci jevů
- 24 - Místo pedagoga při přípravě výuky (lepení, převíjení, střih filmů, příprava diapozitivů, event. programů apod.)
- 25 - Vchod do kabinetu pedagoga

V návrhu je použito stupňovitého řešení posluchárny, které je nejvýhodnější a takřka nutné pro každou učebnu vybavenou audiovizuální technikou a dalšími stabilně umístěnými přístroji. V takovéto učebně má každý přístroj své pevně stanovené umístění a předem určené použití. Výsledný efekt celého systému přístrojů je umocněn centrálním dálkovým ovládním, který má své stanoviště v prostoru demonstračního stolu.

4. svařovací školy, funkce, cíle

4.1 Všeobecně

Příprava svářečů v základních kursech a k úředním zkouškám se uskutečňuje ve svařovacích školách, které mají pro svůj provoz vydané "Osvědčení způsobilosti", schválené příslušnou zkušební organizací pro určitý druh zkoušek.

Svařovací školu je možno zřídit ve výrobních organizacích, závodech, ústavech, společenských organizacích a výzkumných ústavech strojírenského, hutnického, elektrotechnického a mechanizačního směru.

Pracovníci svařovací školy jsou odborní pracovníci, jejichž náplní je organizace a řízení školení, teoretická výuka a praktický výcvik svářečů. Teoretickou výuku mohou vykonávat též jiní odborní pracovníci, mají-li příslušnou kvalifikaci.

4.2 Podmínky pro vybudování a vedení svařovacích škol

Organizace musí splňovat podmínky pro zřízení a vedení základního svařovacího výcviku podle ČSN 05 07 05, které jsou též podmínkou pro zařazení svářeče k úřední zkoušce podle ČSN 05 07 10.

Organizace, ve které se svařovací škola zřizuje musí určit pracovníka s příslušnou kvalifikací, který je zodpovědný za dodržování úrovně výcviku svářečů, jak je určeno platnými normami a zákonnými předpisy. Požaduje se, aby pracovník byl pracovníkem s odbornou svařovací kvalifikací. Úlohou tohoto pracovníka je řídit výuku podle osnov a potřeb výroby, spolurozhodovat při výběru přednášejících a instruktorů svařování, dohlížet pravidelně na průběh školení, zúčastňovat se zkoušek a provádět záznamy do svářečských průkazů.

Organizace musí mít pracovníka ve svařování s příslušnou kvalifikací, který absolvoval kurs instruktorů svařování ve VÚZ nebo SVÚM pro danou metodu svařování. Pracovní náplní instruktora je vést praktický výcvik a připravovat svářeče na praktickou zkoušku podle osnov kursů a pokynů technologa svařování. Na jednoho instruktora během výcviku nemá připad-

nout více jak 12 svářečů, resp. 10 v přípravném kursu pro úřední zkoušky.

Organizace musí mít svařovací dílnu se samostatnými pracovišti svářečů, vybavenými pro výcvik a pro praktické zkoušky, přičemž na jedno pracoviště nesmí připadnout více jak 2 svářeči.

Organizace musí mít samostatnou učebnu pro teoretické školení svářečů. Organizace uskutečňuje školení svářečů v základních kursech a na úřední zkoušky souvisle, celodenně, v pracovní době. Výjimky v odůvodněných případech v základních kursech povoluje zkušební organizace.

Organizace uskutečňuje školení ve svařovací škole podle jednotných osnov vydaných VÚZ.

4.3 Svařovací škola, její zřízení, kontrola

Osvědčení způsobilosti ke zřízení a vedení svařovací školy vydává VÚZ Bratislava a SVÚM Praha a pro základní kursy event. též organizace určené resorty na návrh nebo doporučení řídicí organizace nebo po dohodě s nimi.

Na žádost organizace, která hodlá provádět základní, nebo přípravný výcvik svářečů k úřední zkoušce, vykonává zkušební organizace přešetření odborné způsobilosti a vydá písemně "Osvědčení způsobilosti", ve kterém uvede podmínky a rozsah oprávnění.

Osvědčení způsobilosti ztrácí platnost, změní-li se podmínky, za kterých bylo vydané. Pokud organizace miní školit dále svářeče jen v základních kursech, je povinna vzniklou změnu ohlásit zkušební organizaci a vyžádat si nového "Osvědčení".

Osvědčení způsobilosti, neuvádí-li se jinak, má platnost po dobu 2 let. Na požádání organizace provede zkušební organizace prověrku svařovací školy, přičemž se prodlužuje platnost osvědčení o 2 roky.

4.4 Cíle svařovací školy

Svařování se v posledních desetiletích nesmírně rozšíři-

lo a jeho význam prudce vzrostl. Svařování má mezi ostatními výrobními pochody výjimečné postavení, protože žádná jiná technologie nezpůsobuje tak rozsáhlé změny ve vlastnostech materiálů. Svařování také ovlivňuje bezpečnost, provozní spolehlivost a životnost mnoha konstrukcí, zařízení a spotřebních výrobků. Kvalita svarových spojů však nezávisí jen na volbě materiálů a na konstrukci, ale zejména na podmínkách, za kterých se svar uskutečňuje a také na kvalifikaci svářeče.

Dnešní doba je charakteristická prudkým rozvojem všech výrobních odvětví, ve všech oblastech a stejně tak i připravenost a odborné znalosti nesmí pokulhávat pozadu. Jedině proto je nutné zlepšovat a zkvalitňovat výuku ve svařovacích školách, které veškeré poznatky shrnují a sdělují je novým pracovníkům. Schopnosti těchto pracovníků závisí na propracovanosti výuky a hlavně na její odborné úrovni, která je v souladu s co nejefektivnějším předáváním informací a jejich názorné aplikaci. Úroveň svařovacích škol je třeba neustále zvyšovat a udržovat tempo s rozvojem vědy a techniky. Podceňovat význam svařovacích škol by bylo vskutku trestuhodné. Vždyť svařování je v ČSSR čtvrtou nejrozsáhlejší kovodělnou profesí - po obrábění, montážích, slévárenství.

5. NAUKA O MATERIÁLU

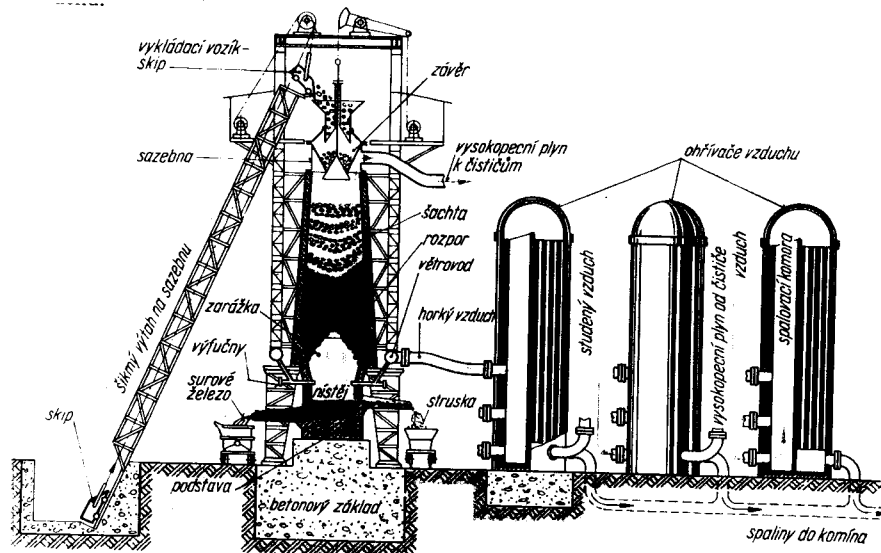
5.1 Výroba surového železa

Surové železo se vyrábí ve vysoké peci a na jeho výrobu je potřeba:

- a) železná ruda
- b) struskotvorné přísady - zejména vápenec. Úlohou je snižovat tavící teploty hlušiny
- c) palivo - vysokopecní koks, který vysoké peci dodává teplo na roztavení rudy a přísad, dále dodává uhlík vyredukovanému železu a vytváří pevnou pórovitou kostru v šachtě vysoké pece
- d) vzduch - přivádíme ho do vysoké pece, umožňuje hoření paliva, je předeřhříván ve zděných Cowperových ohříváčích, čímž se zvyšuje výkonnost pece

Vysoká pec se podobá dvěma komolým kuželům postaveným na sebe podstavami (viz obr. 9). Celá pec je vyzděna šamotovými cihlami. V nístěji se shromažďuje vytavené surové železo. Spodní část pece tj. zarážka a nístěj, má ocelový pancíř, který je po venkovní straně naustále chlazen proudem studené vody aby zdivo tolik netrpělo vysokým žárem.

Provoz ve vysoké peci je plynulý.



Obr. 9

5.2 Surové železo

Podle barvy lomu a podle chemického složení rozlišujeme surové železo na:

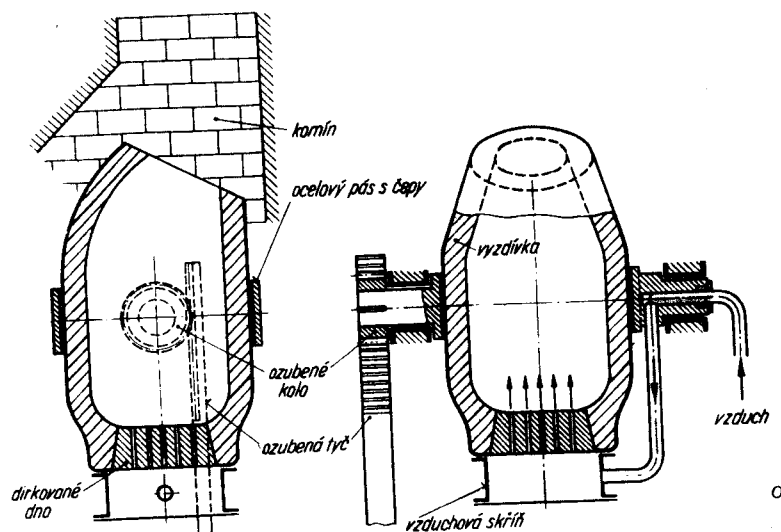
- a) šedé surové železo s vyšším obsahem křemíku. Je dosti měkké, lehce obrobitelné. Používá se ho převážně jako slévárenského železa
- b) bílé surové železo s vyšším obsahem manganu, který dává železu bílou barvu. Je velmi tvrdé (obsahuje cementit Fe_3C), nosmálnými řeznými nástroji neobrobitelné. Používá se hlavně k výrobě oceli.
- c) feroslitiny - speciální druhy železa

5.3 Výroba oceli

Ocel je na rozdíl od surového železa kujná, pevná, houževnatá a tvárná. Většina ocelí se vyrábí ze surového železa a ocelového odpadu. Princip její výroby spočívá v tom, že se tekuté surové železo i ocelový odpad zbavují okysličováním (tj. spalováním) přebytečného množství uhlíku a jiných prvků. Tato výroba se jmenuje zkujňování a probíhá ve zkujňovacích pecích.

5.3.1 Výroba oceli v konvertorech

Podstata oceli v obyčejných konvertorech záleží v tom, že se do tekutého surového železa dmýchá atmosférický vzduch nebo vzduch obohacený kyslíkem. Vzduch se do konvertoru dmýchá dnem, ve kterém jsou četné otvory (viz obr. 10). Dmýchaný vzduch musí mít takový tlak, aby roztavený kov nemohl vniknout do otvoru dna.



Obr. 10

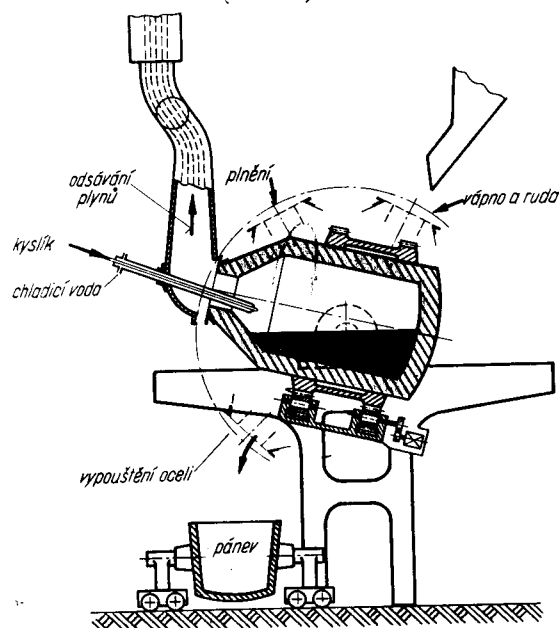
Klasické konvertorové pochody se dělí na kyselé (besemerování) a zásadité (thomasování). V Evropě, kde převládají ložiska fosforatých železných rud, vyrábí se konvertorová

ocel téměř výhradně thomasováním.

Největší předností výroby oceli v konvertorech je velká výrobnost. V obyčejném konvertoru se nedá vyrobit slitinová ocel. Tyto nevýhody byly odstraněny novými konvertorovými pochody, založenými na použití kyslíku.

5.3.2 Výroba oceli v kyslíkových konvertorech

Způsob výroby v kyslíkových konvertorech spočívá v tom, že se na hladinu tekutého surového železa dmýchá kyslík. Tyto oceli jsou co do jakosti rovnocenné ocelím z martinských pecí (viz obr. 11).



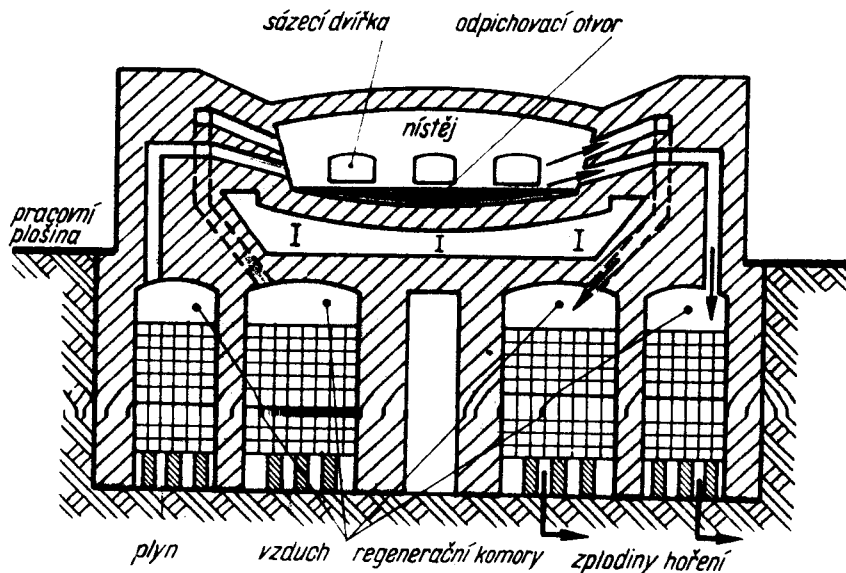
Obr. 11

5.3.3 Výroba oceli v martinských pecích

Martinská pec je nístějová plamenná zkujňovací pec s regeneračním ohříváním spalovacího vzduchu. Zkujňovací pochody se dělí na:

- a) rudné výrobní pochody - v blízkosti vysokých pecí, kde je dostatek tekutého surového železa
- b) odpadkové výrobní pochody - zpracováváme velké množství starého ocelového materiálu

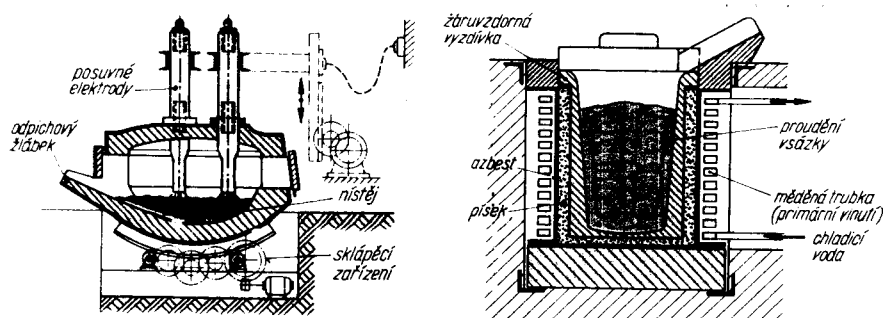
Martinská pec viz obr. 12



Obr. 12

5.3.4 Výroba oceli v elektrických pecích

V elektrických pecích vzniká potřebné teplo přeměnou elektrické energie v tepelnou, a to přímo v pracovním prostoru pece. Vyrobena ocel nepřichází do styku se spalinami, které by ji mohly znečistit. Oceli vyrobené v elektrických pecích vynikají proto velkou chemickou čistotou a malým obsahem nekovových vměstků. Elektrická pec oblouková a indukční viz obr. 13.

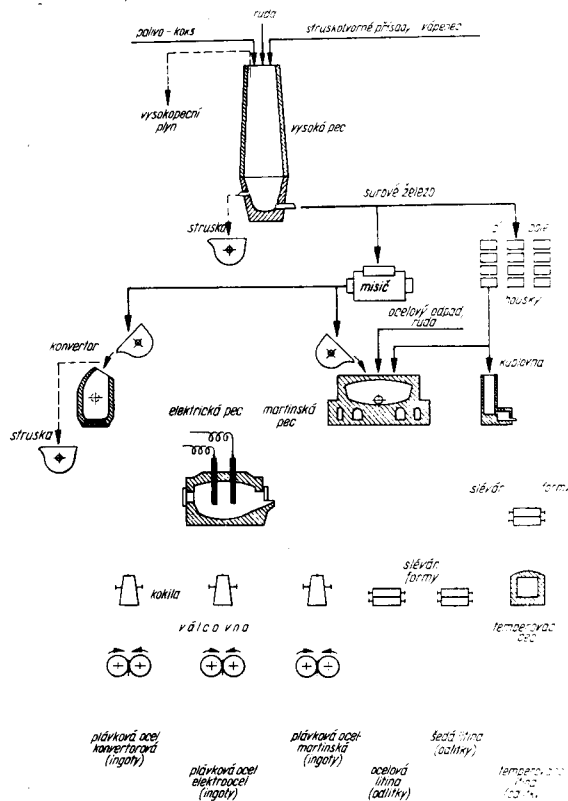


Obr. 13

Podle způsobu přeměny elektrické energie v tepelnou se dělí ocelářské elektrické pece na dva druhy:

- a) pece obloukové - v nichž je zdrojem tepla el. oblouk
- b) pece indukční - ve kterých se ohřívá kovová vsázka indukovaným elektrickým proudem

Celkový přehled výroby a zpracování surového železa a oceli znázorňuje obr. 14



Obr. 14

5.4 Základní mechanické vlastnosti uhlíkových ocelí

Součásti vyrobené z technických kovových materiálů jsou v provozu namáhány vnějšími silami. Vlastnosti materiálů, které kladou odpor vnějším silám, se nazývají mechanické vlastnosti.

Mechanickými zkouškami zjišťujeme hodnoty mechanických vlastností, jako jsou pevnost, houževnatost, tvrdost a pod. Zjištěné vlastnosti jsou předpokladem především pro konstruktéra, předepisujícího materiál pro součást.

Zkoušky mechanických vlastností kovů dělíme nejčastěji podle způsobu zatěžování na:

- a) statické zkoušky
- b) dynamické zkoušky
- c) cyklické zkoušky

Statické zkoušky se vyznačují plynulým a pozvolným zatěžová-

ním zkoušeného tělesa zvyšující se klidnou silou.

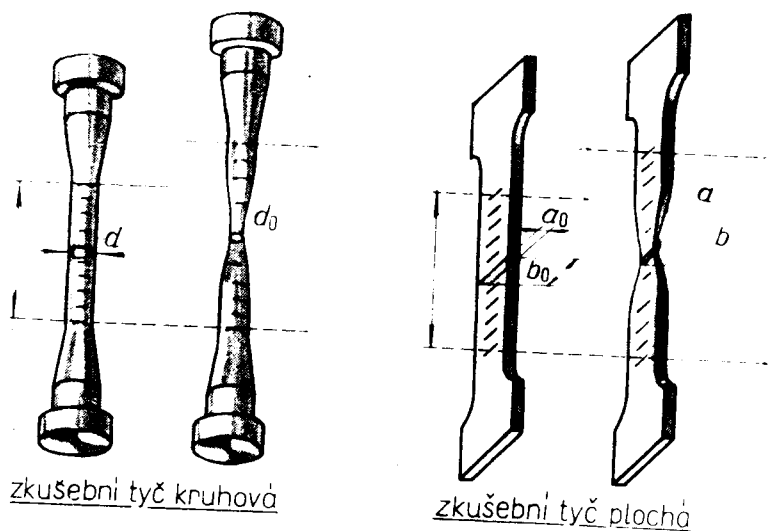
Dynamické zkoušky se vyznačují tím, že na těleso působí síly určitou rychlostí.

Cyklické zkoušky jsou charakterizovány opakovaným zatěžováním a odlehčováním zkoušeného tělesa.

Při zkoušení materiálů se snažíme zvolit takovou zkoušku, při které by byl materiál namáhán způsobem co nejbližším namáhání při provozu výrobku. Další důležitou podmínkou je, aby zkoušku bylo možno kdykoliv za stejných podmínek znovu opakovat pro porovnání výsledků. Proto je průběh zkoušek, výběr vzorků, tvar a rozměry zkušebních těles určen předpisy.

5.4.1 Zkouška tahem

je jednou z nejdůležitějších a nejvíce používaných zkoušek, která nám dává základní informace o materiálu. Zkušební tyč normalizovaných tvarů (viz obr. 15) je upnuta v čelistech trhacího stroje.



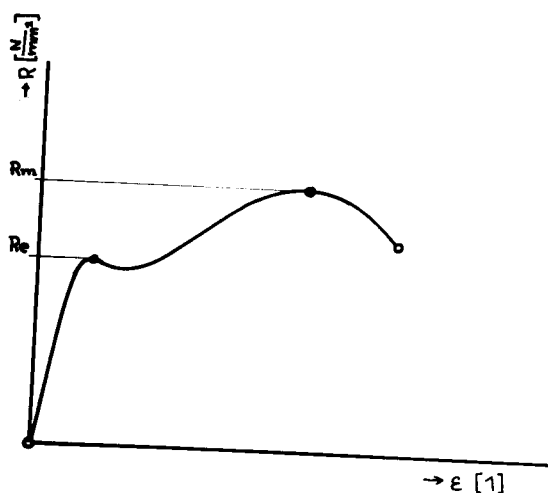
Obr. 15

Jedna čelist je pevná, druhá se pohybuje a tím působí na zkušební tyč silou F . Síla působí na průřez S_0 . Poměr síly a průřezu je napětí σ (sigma). Sílu F vyjadřujeme v Newtonech /N/, $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}$. Plocha S je v mm^2 . Výsledné napětí je v Megapascalch /MPa/, a to je N/mm^2 . Trhací stroje mají

zařízení, která kontinuálně zapisují průběh síly F v závislosti na prodloužení Δl . Pro naši potřebu je ale nejvhodnější tahový diagram závislosti $\sigma - \epsilon$ neboli závislost napětí σ na poměrném prodloužení ϵ .

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{l - l_0}{l_0}$$

Tento diagram nám velmi výstižně charakterizuje zkoušený materiál (viz obr. 16).



Zkouška tahem

R_m - mez pevnosti
 R_e - mez kluzu

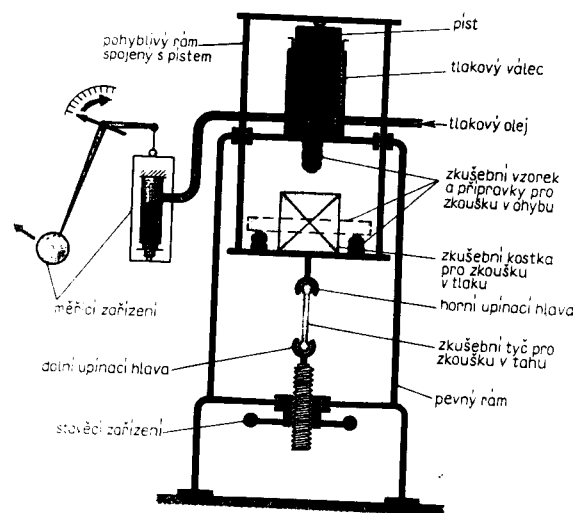
Obr. 16

Hookův zákon platí v oblasti malých poměrných prodloužení. Vyjadřuje nám lineární závislost mezi napětím a prodloužením. Jedná se o oblast pružných deformací. Kdybychom materiál opět odlehčili vrátí se nám do původního stavu bez změny na rozměru. Materiál se odporem, který klade proti směru působící síly, brání proti deformaci. Pokud materiál zatěžíme pouze v oblasti Hookova zákona, neporuší se. V této oblasti napětí se pohybují všechny konstrukce a strojní součásti.

Pokud součást zatížíme až na mez kluzu R_e , začne se nám evidentně prodlužovat. Po odlehčení však zůstane v materiálu trvalá deformace. Materiál přesto není ještě porušen. V této oblasti napětí se pohybuje veškeré tváření materiálů, ohýbání, tažení a další technologie, které zanechávají trvalou deformaci, tedy změnu tvaru.

Součást ale zatěžujeme dále až do úplného porušení, které nastane v okamžiku dosažení meze pevnosti R_m , kdy jsme překročili možnosti materiálu a v našem případě zkušební tyč praskne. V této oblasti se pohybuje např. technologie stříhání apod.

Mez kluzu R_e a mez pevnosti R_m jsou velmi důležité hodnoty pro použití oceli a její tváření. Schéma trhacího stroje je na obr. 17.



Obr. 17

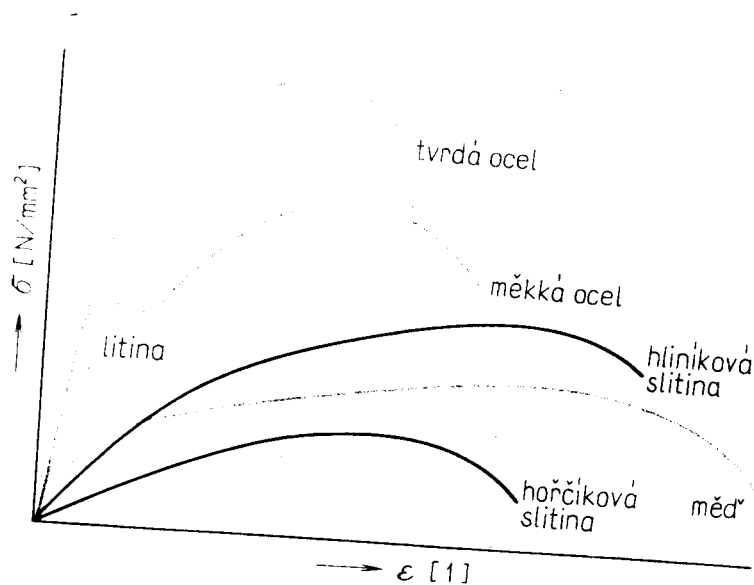
Další důležitou vlastností je houževnatost oceli. Při jejím zkoušení si pomáháme nepřímo. Např. považujeme materiál za tím houževnatější čím více se prodlouží do přetržení při zkoušce tahem. Měříme tedy vzdálenost značek na zkoušené tyči (viz obr. 15) před zkouškou (l_0) a po zkoušce (l) a z těchto hodnot určíme tažnost A , kterou vyjadřujeme v %.

$$A = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot 100 \text{ \%}$$

Svařováním obvykle nesnížíme pevnostní hodnoty, ale nepříznivě ovlivníme houževnatost, což zjistíme vypočtením tažnosti spoje.

Pracovní diagram je při zkoušce tahem pro každý druh materiálu charakteristický. Z průběhu diagramu (viz obr. 18) je vidět, že litina je křehká, tvrdá ocel velmi pevná, měď houževnatá a měkká ocel má výraznou mez kluzu R_e . U ostatních

materiálů se zavádí smluvní hodnoty.

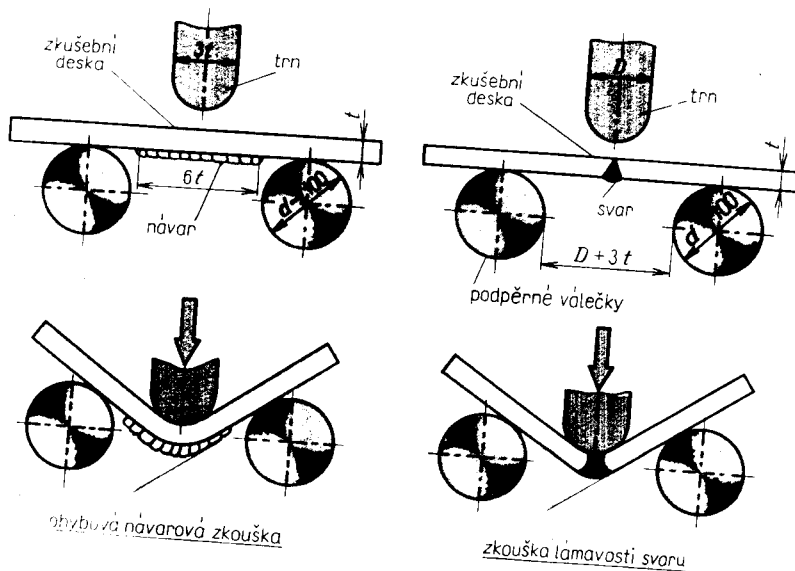


Obr. 18

5.4.2 Technologické zkoušky lámavosti

mají velký význam. Zkušební tyč se ohýbá trnem o průměru D , zvoleném podle pevnosti v tahu R_m a tloušťky základního materiálu.

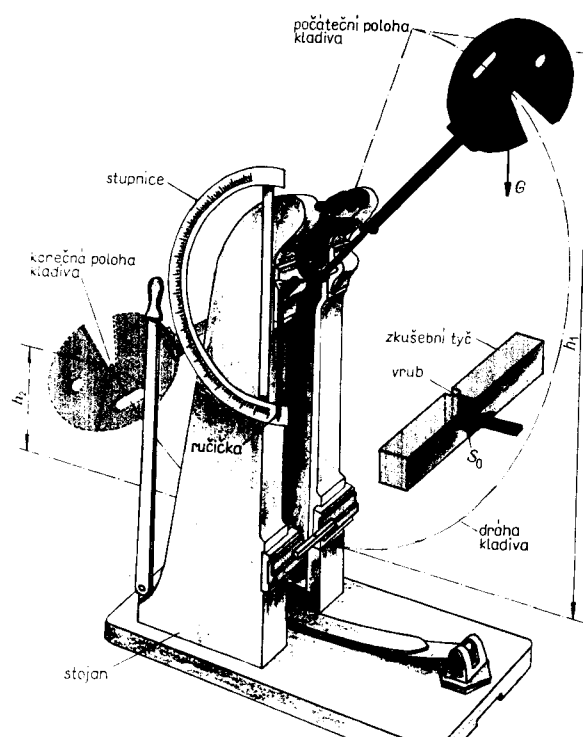
Pro každý typ materiálu a svarového spoje je určen úhel α (např. 60° , 90° , 120° , 150°), o který se musí zkušební tyč ohnout bez vzniku trhlin. Je to velmi průkazná zkouška, která prokáže vady svarového spoje. Tuto zkoušku znázorňuje obr. 19.



Obr. 19

5.4.3 Zkouška rázem v ohybu

Strojní součásti jsou v provozu vystaveny kromě namáhání statického také namáhání dynamickému, rázovému. Některé materiály, přestože mají vysoké hodnoty mechanických vlastností (např. mez pevnosti R_m), jsou málo odolné proti porušení při dynamickém namáhání a snadno se lámou při působení úderu. Zkušební tyčka předepsaného tvaru se přerazí v místě vrubu (viz obr. 20). Zjišťujeme práci spotřebovanou na přeražení tyčky a po vydělení této hodnoty průřezem v místě vrubu dostáváme vrubovou houževnatost KC. K této zkoušce používáme tzv. Charpy kladivo, které nám udá spotřebovanou energii na základě ztráty výšky kladiva. Vrubová houževnatost KC závisí na tvaru tyčky a vrubu. Podle zjištění vrubové houževnatosti ve svarovém spoji posuzujeme svařitelnost ocelí.



Obr. 20

5.4.4 Zkoušky tvrdosti

Tvrdotu vyjadřujeme jako odpor materiálu proti vnikání cizího tělesa do materiálu.

Existuje několik metod měření tvrdosti, ve výrobě se nejvíce používají zkoušky vnikací, při kterých se tvrdost posuzuje podle vnikání zkušebního tělíska do zkoušeného materiálu.

Brinellova zkouška tvrdosti

Používá ocelovou kalenou kuličku, která se vtlačuje příslušnou silou do materiálu, kde se zjišťuje plocha vytlačeného důlku. Poměr použité síly a plochy důlku je číslo určující tvrdost podle Brinella - HB. Výhodná je závislost tvrdosti oceli a pevnosti v tahu R_m , která nám umožní získat mez pevnosti.

$$R_m = 0,36 HB$$

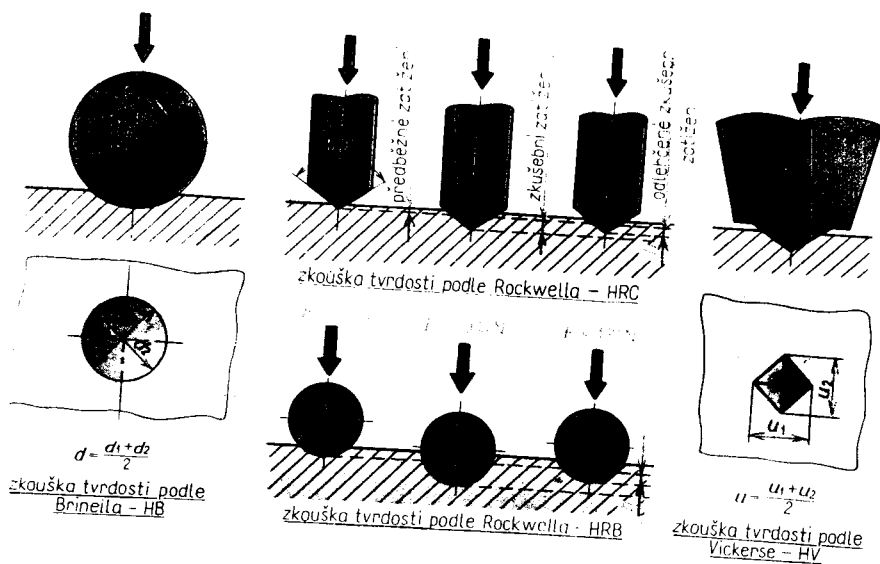
Vickersova zkouška tvrdosti

Za pomoci diamantového čtyřbokého jehlanu opět jako poměr síly a plochy vtisku. Označujeme HV.

Rockwellova zkouška tvrdosti

Určujeme tvrdost podle hloubky vtisku diamantového kužele HRC, nebo podle hloubky vtisku ocelové kuličky HRB. Rockwellova metoda se nejvíce používá ve výrobě.

Popsané zkoušky tvrdosti jsou znázorněny na obr. 21



Obr. 21

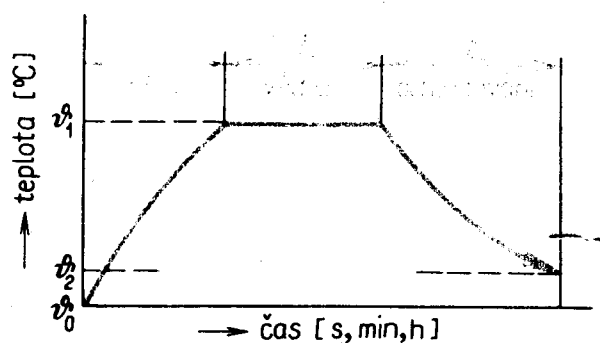
5.5 Tepelné zpracování ocelí

Tepelným zpracováním rozumíme všechny postupy, při nichž předmět nebo materiál v tuhém stavu záměrně ohříváme a ochlazuje určitým způsobem tak, aby získal požadované vlastnosti. V podstatě jde vždy o souhrn těchto operací: ohřev na určitou teplotu, výdrž na této teplotě a ochlazování určitou rychlostí na danou teplotu (viz obr. 22).



5.5 Tepelné zpracování ocelí

Tepelným zpracováním rozumíme všechny postupy, při nichž předmět nebo materiál v tuhém stavu záměrně ohříváme a ochlazujeme určitým způsobem tak, aby získal požadované vlastnosti. V podstatě jde vždy o souhrn těchto operací: ohřev na určitou teplotu, výdrž na této teplotě a ochlazování určitou rychlostí na danou teplotu (viz obr. 22).



Obr. 22

Správně provedeným tepelným zpracováním se zlepšují fyzikální a mechanické vlastnosti ocelí před svařováním a po svařování.

5.5.1 Kalení a popouštění ocelí

Účelem kalení je zvýšit tvrdost oceli. Je to ohřev nad teplotu A_{c3} , popř. A_{c1} (přibližně 900°C), výdrž na této teplotě a ochlazování kritickou rychlostí, čímž se potlačí vznik feritu a perlitu a zachovaný nestabilní austenit se přemění na bainit nebo martenzit. Přibližně volíme teplotu $30 - 50^{\circ}\text{C}$ nad A_{c3} u ocelí podeutektoidních, nebo $30 - 50^{\circ}\text{C}$ nad A_{c1} u ocelí nadeutektoidních (viz obr. 24).

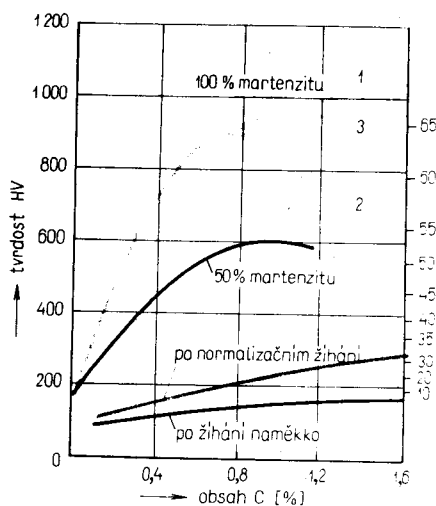
Vzniklý bainit se vyznačuje značnou pevností, zejména vzniká-li za nižších teplot. Naproti tomu se ale vyznačuje vysokou houževnatostí. Rychlým ochlazením se v atomové mřížce násilím uzavře uhlík, který vyvolá v mřížce vysoké pnutí, popř. její deformaci, a to se navenek projeví velkou tvrdostí a křehkostí.

Rychlost kalení je pro každou ocel jiná. Ale pozor!

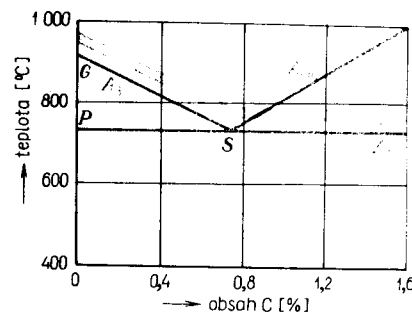
Při kalení dochází k martenzitické nebo bainitické přeměně a jen tehdy je toto označení správné. Nelze však nikdy používat slova kalení pro označení prudkého ochlazení, jak je zatím v praxi běžně vžito. Vždyť například některé rychlořezné oceli se kalí ochlazováním na vzduchu. Proto kalení nemusí znamenat prudké ochlazení.

5.5.2 Kalitelnost, prokalitelnost, kalící prostředí

Kalitelnost - též někdy zakalitelnost, je schopnost oceli dosáhnout kalením zvýšené tvrdosti. Přitom nejvyšší dosažitelná tvrdost oceli po zakalení je závislá především na obsahu uhlíku (viz obr. 23).



Obr. 23



Obr. 24

Z obrázku 23 je patrné, že při nízkém % uhlíku se nedosáhne vysoké tvrdosti. Proto považujeme teprve oceli uhlíkové obsahující více než 0,35 % C za dobře kalitelné a méně než 0,2 % C za nezakalitelné.

Prokalitelnost je schopnost ocelí dosáhnout po kalení v určité hloubce pod povrchem tvrdosti odpovídající kalitelnosti dané oceli při 50 % martenzitu ve struktuře.

Kalící prostředí. Při kalení potřebujeme ocel ochlazovat kritickou rychlostí. To nám poskytují tato prostředí: voda, oleje, solné lázně, roztavené kovové lázně, vzduch.

5.5.3 Popouštění zakalené oceli

Ocel zakalená na martenzitickou strukturu má značné vnitřní pnutí a je kromě toho, že má velkou tvrdost, značně křehká. V tomto stavu ji můžeme použít jen zcela výjimečně. Aby se snížilo vnitřní pnutí a tím i křehkost (popř. k získání houževnaté struktury) je vhodné ocel po kalení popouštět.

Je to ohřev na určitou popouštěcí teplotu pod A_{c1} . Tato teplota vyvolává rozpad martenzitu.

- a) Popouštění za nízkých teplot asi do $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ (napouštění) používáme převážně u nástrojových ocelí, snížíme citlivost na rázy, aniž by se snížila jejich tvrdost.
- b) Popouštění za vysokých teplot na $350 - 700\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tomuto popouštění ve spojení s kalením říkáme podle ČSN 42 00 04 zušlechťování. Účelem je dosáhnout vysoké meze kluzu, pevnosti a odolnosti proti únavě při vysoké houževnatosti.

5.5.4 Žihání

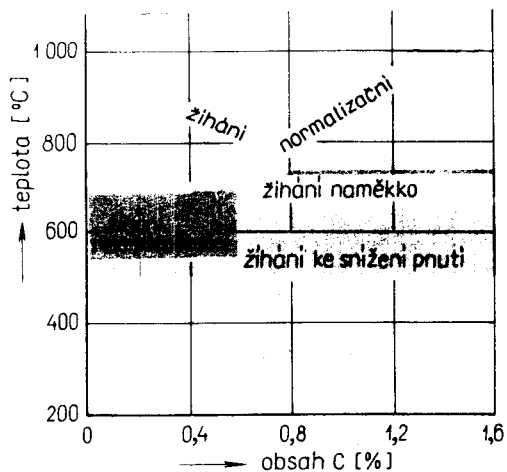
Žihání normalizační. Záleží na ohřevu na teplotu o $30 - 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ vyšší než A_{c3} , popřípadě A_{cm} , a v dostatečně dlouhé výdrži na této teplotě, aby se dosáhlo homogenní struktury. Pak následuje ochlazování na klidném vzduchu.

Účelem normalizačního žihání po svařování je odstranit hrubé zrno ve svarovém kovu spoje a v teplem ovlivněné oblasti. Dosažením jemnější struktury s vyšší pevností se nám zlepšují mechanické vlastnosti.

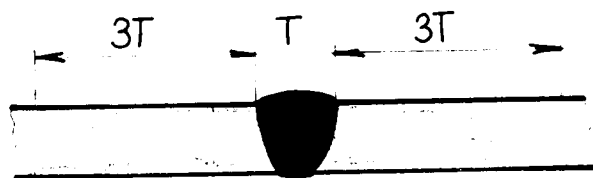
Výdrž na teplotě určujeme empiricky - přibližně $2\text{ min}/1\text{mm}$ tloušťky stěny, aby proběhla úplná překrystalizace. V peci žiháme vždy celý výrobek. Žihání normalizační (viz obr. 25).

Žihání k snížení pnutí. Používáme ke snížení vnitřních pnutí, která vznikají ve výrobcích po svařování nebo obrábění po tváření a pod. Zároveň tím materiálu, který je svařováním ovlivněn, navracíme původní vlastnosti, jaké měl před svařováním. Vnitřní pnutí vznikají nerovnoměrným chladnutím po svařování. Žihání se provádí buď v peci nebo i na montáži.

U uhlíkových ocelí ohřejeme teplem ovlivněnou oblast a svarový kov spoje na teplotu 600 - 650 °C. U slitinových ocelí ohřejeme oblast svaru na teplotu 670 - 710 °C. Po prohřátí (asi 4 min/1 mm tloušťky) následuje pomalé ochlazení. Žihací oblast svaru k snížení pnutí je na obr. 26.



Obr. 25



Žihací oblast svaru k snížení pnutí

Obr. 26

Předehřev. Účelem předehřevu je snížit rychlost chladnutí, a tím zabránit zakalení svaru. Zabráníme vzniku martenzitické struktury. Teploty předehřevu jsou 100 - 250 °C u uhlíkových ocelí a 100 - 450 °C u slitinových ocelí. Předehřívát musíme tedy v případě, kdy je možné zakalení svaru, tj.:

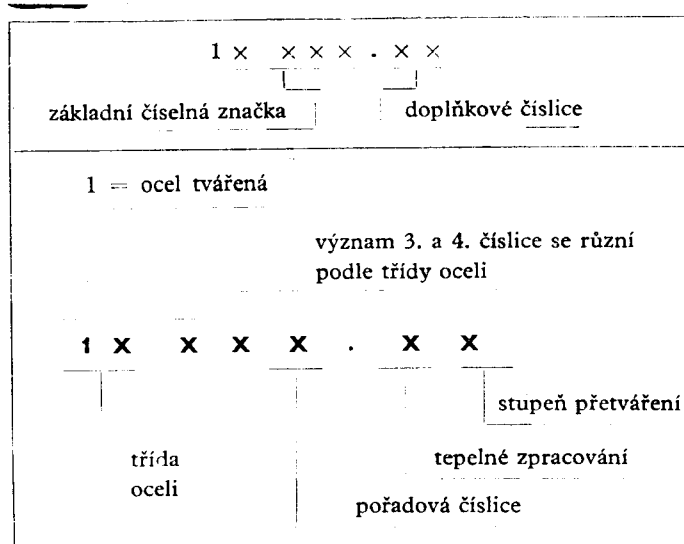
- a) u oceli s obsahem nad 0,2 % C
- b) u oceli větších tlouštěk nad 25 mm
- c) u oceli slitinové
- d) před svařováním při teplotách pod 0 °C

5.6 Rozdělení ocelí do tříd

Oceli k tváření jsou rozděleny do 9 tříd jakosti podle chemického složení. Jsou to třídy 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19.

Číselné označování ocelí se skládá ze základní číselné značky a zpravidla ještě z doplňkových číslic. Základní číselná značka je pětimístné číslo. Je to označení základního ma-

teriálu, tj. oceli v ingotu, popř. v litém předvalku (viz obr. 27)



Obr. 27

První číslice v základní pětimístné číselné značce je 1 (jednička) a vyjadřuje, že jde o ocel k tváření.

Druhá číslice označuje ve spojení s první číslicí třídu jakosti oceli.

Význam třetí a čtvrté číslice se různí podle třídy oceli.

Pátá číslice má význam pořadový.

Doplňkové číslice jsou odděleny od základní číselné značky tečkou.

První doplňková číslice za číselnou značkou oceli	Konečný stav oceli (druh výsledného tepelného zpracování)
1 x x x x . 0	tepelně nezpracovaný
1 x x x x . 1	normalizačně žíhaný
1 x x x x . 2	žíhaný (s uvedením druhu žíhání)
1 x x x x . 3	žíhaný na měkko
1 x x x x . 4	kalený nebo kalený a nízko popouštěný
1 x x x x . 5	normalizačně žíhaný a popouštěný
1 x x x x . 6	zušlechtěný na dolní pevnost obvyklou u příslušné oceli
1 x x x x . 7	zušlechtěný na střední pevnost obvyklou u příslušné oceli
1 x x x x . 8	zušlechtěný na horní pevnost obvyklou u příslušné oceli
1 x x x x . 9	stavy po tepelném zpracování, které nelze označit záčíslem 1 až 8

Tab. 4

1. doplňková číslice vyjadřuje konečný stav oceli, tj. druh tepelného zpracování. Význam jednotlivých číslic je v tab. 4.
 2. doplňková číslice vyjadřuje konečný stupeň přetvářením ocelových plechů a pásů. Význam těchto číslic je ve strojnických tabulkách a platí pro všechny třídy ocelí.

Oceli třídy 10 jsou nejlevnější oceli. Jejich podíl je asi 80 % výroby všech uhlíkových ocelí. Mají většinou nízký obsah uhlíku bez zaručeného stupně čistoty, bez záruky chemického složení. Jsou většinou dobře svařitelné a obrobitelné. Zaručuje se u nich obvykle minimální mez v pevnosti, popřípadě mez kluzu, tvárnost za tepla a u výběrových taveb svařitelnost. Význam jednotlivých číslic je v tab. 5.

Základní číselná značka	Význam číslic v základní značce
	Třída oceli
	Nejmenší pevnost v tahu σ_{Pt} v 10 N/mm ² *)
	Pořadová číslice

Tab. 5 *) V desítkách Newtonů na mm² nebo v desítkách MPa

Oceli třídy 11 mají proti ocelím třídy 10 předepsanou čistotu, zaručenou pevnost v tahu, mez kluzu a tažnost. Někdy se zaručují i jiné vlastnosti. Vyžaduje se od nich, aby nebyly náchylné k lámavosti za studena. Význam číslic je v tab. 6

Základní číselná značka	Význam číslic v základní značce
	Oceli zvlášt vhodné k obrábění Střední obsah uhlíku v desetinách % zaokrouhlený na nejbližší celé číslo
	Pořadová číslice
	Oceli k mírnému nebo hlubokému tažení Střední pevnost v 10 N/mm ² Ostatní konstrukční oceli Nejmenší pevnost v 10 N/mm ²

Tab. 6

Oceli třídy 12 jsou oceli ušlechtilé, uhlíkové. Mají obsah uhlíku od 0,6 do 0,7 % a některé, např. pružinové, až 0,9 % uhlíku. Prakticky jsou rozděleny na oceli určené k cementování, k zušlechťování a pro povrchové kalení. Tvoří skoto polovinu hmotnosti všech vyráběných konstrukčních ušlechtilých ocelí. Význam číslic v základní značce u ocelí tříd 12 až 16 je v tab. 7.

Tab. 7

Základní číselná značka	Význam číslic v základní značce
	Třída oceli
	Součet průměrného procentního obsahu přísad jednotlivých prvků (kromě uhlíku), zaokrouhlený na nejbližší celé číslo
	Pořadová číslice rozlišuje jemněji oceli, je-li součet průměrného procentního obsahu přísad a průměrný obsah uhlíku u dvou nebo několika ocelí stejný
	Průměrný obsah uhlíku v desetinách % (zaokrouhleně); je-li průměrný obsah uhlíku větší než 0,9 %, je čtvrtá číslice nula

5.7 Vliv uhlíku

Čisté železo má teplotu tání $1\ 538\ ^\circ\text{C}$
měrnou hmotnost $7,874 \cdot 10^3\ \text{/kg/m}^3$

Na vlastnosti železa působí zejména uhlík.

Jeho vliv překrývá ve slitinách železa působení dalších prvků, bez nichž neumíme oceli ani litiny vyrobit. Uhlík ovlivňuje rozhodujícím způsobem jejich výslednou strukturu i vlastnosti. V železe se vyskytuje buď jako tuhý roztok - - austenit a ferid nebo tvoří samostatnou fázi - cementit, dále jako volný uhlík (C) nazývaný grafit.

5.8 Vliv dalších prvků

Kromě uhlíku, který má rozhodující vliv na vlastnosti slitin železa, uplatňují se významnou měrou i další. Některé jsou přítomny vždy v ocelích a litinách ve větším či menším množství, které souvisí s použitými surovinami a výrobním pochodem. Říkáme jim doprovodné prvky. Další prvky přidáváme do ocelí a litin, abychom žádaným způsobem upra-

vili některé jejich vlastnosti. To jsou přísadové neboli slitinové (legující) prvky. Doprovodné prvky obvykle dále rozdělujeme na škodlivé (čili nečistoty) a na prospěšné, kterými v průběhu pochodu vážeme nebo odstraňujeme větší část nečistot tak, aby se jejich škodlivé působení udrželo v přípustných mezích.

Doprovodné: a) škodlivé S, O, P, N, H

b) prospěšné Mn, Si, Al, Cu

Slitinové: Cr, Ni, Mn, Si, Mo, W, V, Al, Ti, Nb, Cu

Je tedy možné říci, že každá ocel, i nejjednodušší uhlíková ocel obsahuje řadu prvků a je vlastně složitou soustavou. Jsou to nejen doprovodné prvky, ale i mnohé z ostatních, které jsme označili jako slitinové, jež se dostávají do oceli i neúmyslně z použitých surovin.

Za slitinové oceli jsou považovány oceli, u nichž obsah příslušného prvku přestoupí nejvyšší stanovené množství dané normou ČSN 42 00 02.

5.8.1 Škodlivé doprovodné prvky - nečistoty

Jejich přítomnost v oceli je podmíněna jednak použitými surovinami, jednak vstupují do oceli během výrobního pochodu, nejčastěji z pecní atmosféry a vyzdívek. V zásadě se snažíme, aby jejich obsah byl co nejnižší.

Síra se dostává do oceli z rud a paliva. Zhoršuje svařitelnost houževnatost a tvárění za studena.

Kyslík se dostává do oceli během zkujňování a jeho určitý obsah v lázni zhoršuje značně vrubovou houževnatost a zvyšuje náchylnost ke křehkému lomu.

Fosfor se dostává do oceli z použitých surovin. Nepříznivě ovlivňuje svařitelnost, zhoršuje vrubovou houževnatost, zvětšuje sklon k lámavosti zastudena a zvyšuje náchylnost ke křehkému lomu.

Dusík se dostává do roztaveného kovu z pecní atmosféry. Na vlastnosti ocelí je obecně nepříznivý. Oceli obsahující dusík jsou značně náchylné ke stárnutí. Je to jev, při kterém dochází ke snížení vrubové houževnatosti, ke zvýšení me-

ze kluzu, k významnému poklesu tváření zastudena a ke zvyšování náchylnosti ke křehkému lomu. Stárnutí oceli je proto nebezpečné zejména pro oceli, jako jsou kotlové plechy a oceli určené ke svařování.

Vodík, jehož zdrojem je pecní atmosféra, vlhkost zavážky. Je příčinou zvýšených napětí při ochlazování a vzniku trhlin typického charakteru, kterým říkáme vločky. Větší obsah vodíku, i když nevede ke vzniku vloček, působí nepříznivě. Snižuje tažnost a kontrakci a někdy i vrubovou houževnatost.

5.8.3 Prospěšné doprovodné prvky

Mangan je základní dezoxidační a odsiřovací přísada. Přísada samotného manganu však nestačí k dokonalé dezoxidaci. Křemík a hliník převádějí kyslík na oxidy, popř. křemičitany a hlinitany, které z větší části přecházejí do strusky. Mědi se výjimečně používá u speciálních ocelí jako slitinového prvku, neboť při větším obsahu zvyšuje pevnost a korozivzdornost.

Slitinové prvky - přísady. Tyto přísady bývají v množství od několika setin % do desítek % a jejich účelem je získat vlastnosti, kterých nelze v ocelích dosáhnout samotným uhlíkem. U konstrukčních ocelí je to nejčastěji požadavek velké prokalitelnosti, vysoké pevnosti při dobré houževnatosti a příznivé mezi únavy, požadavek na vysoké žáropevnosti, korozivzdornosti apod. Jindy požadujeme velikou tvrdost, odolnost proti opotřebení nebo houževnatost za velmi nízkých teplot. Podle významu je můžeme seřadit takto:

Cr, Ni, Mn, Si, Mo, W, V, Co, Ti, Al, Cu a další.

Zejména často se oceli legují prvými sedmi prvky. Podle nich se obvykle oceli nazývají (např. ocel chromová, manganová, chromo-molibdenová apod).

6. ZÁKLADY ELEKTROTECHNIKY PRO SVÁŘEČE

6.1 Elektrický oblouk

Zdrojem tepla při svařování elektrickým obloukem je elektrický oblouk, hořící mezi elektrodou a základním materiálem. Elektrický oblouk je jev provázející průchod proudu plynným prostředím v prostoru, kde došlo k oddálení vodivých částí uzavřeného elektrického obvodu. Přestože se v dotyčném místě spojení přerušilo, prochází proud dále, neboť se mezi vzdalujícími se částmi vytvoří vodivé spojení z kovových par a disociovaných (rozštěpených) plynů. V tomto místě okamžitě stoupne velmi teplota a dále se v místě přerušeni zlepšuje elektrická vodivost prostoru. Elektrický oblouk je tedy doprovázen značným vývojem tepla a světla.

Ačkoli se části přivádějící elektrický proud nedotýkají, prochází proud tak dlouho, pokud se jejich vzdálenost nezvětší natolik, že se oblouk přetrhne.

6.2 Elektrotechnické pojmy

Představu o základních elektrotechnických pojmech si usnadníme tím, že elektřinu přirovnáme k vodě. Jedná se o tzv. "vodní podobenství".

Vzájemná podobnost je tato:

elektřina - voda

napětí - hydrostatický tlak

intenzita - průtočné množství vody za jednotku času

el. odpor vodiče - odpor pro potrubí

Elektrický proud přirovnáme k proudu vody v potrubí. Zdroji el. proudu odpovídá ve vodním podobenství čerpadlo, elektromotoru odpovídá vodní motor - turbína. Aby mohl proud téci, musí být splněna podmínka elektrického obvodu. Elektrický obvod se zpravidla sestává ze zdroje, spojovacích vodičů a spotřebiče.

6.3 Základní elektrotechnické veličiny

El. proud - značíme písmenem I a udává se v jednotkách Ampér - A.

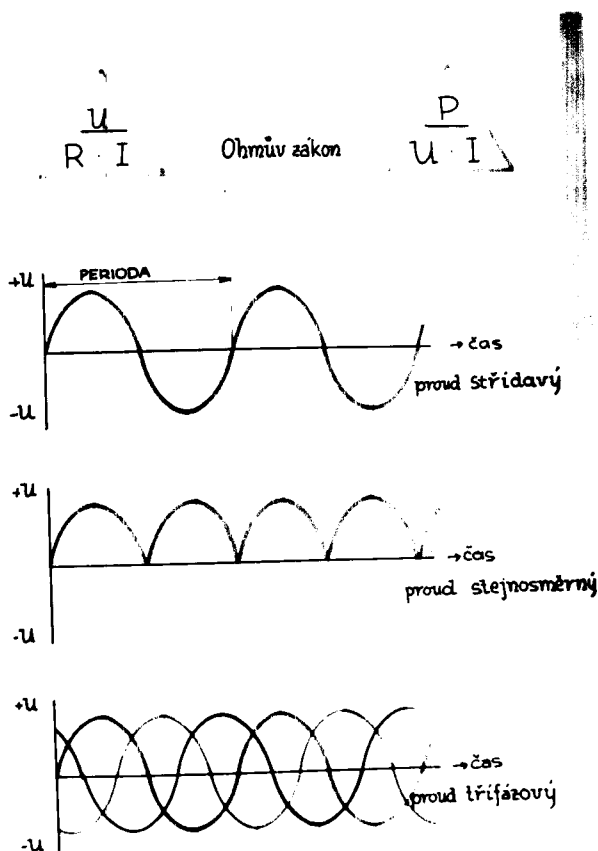
El. napětí - značíme U a udáváme ve Voltech - V.

El. výkon - značíme jej písmenem P a udáváme ve Wattech - W

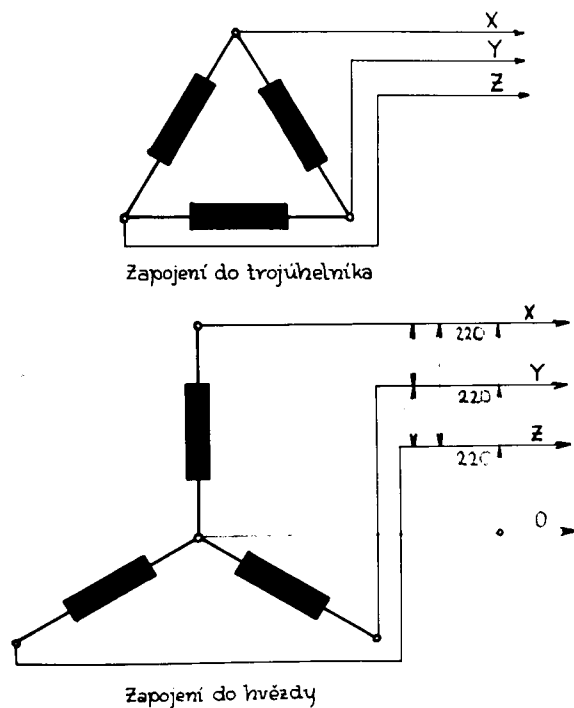
El. odpor - značíme R a udáváme v Ohmech - Ω .

Základní vztahy: $U = R \cdot I$ $P = U \cdot I$

Můžeme použít mnemotechnické pomůcky podle obr. 28.



Obr. 28



Obr. 29

Chceme-li vypočítat některou hodnotu, zakrejeme v trojúhelníku příslušnou veličinu a zbytek udává výsledek (Ohmův zákon).

6.3.1 Stejnoseměrný a střídavý proud

Stejnoseměrný proud teče v obvodu stále v témže smyslu. Střídavý proud se vyznačuje tím, že se smysl jeho toku v určitém rytmu střídá, stoupá v jednom smyslu až do určitého maxima, pak klesá k nule a klesá do určitého záporného maxima a opět směřuje k nule. Děj si můžeme graficky znázornit (viz obr. 28). Střídavý proud realizuje sinusový průběh. Po uplynutí určitého času (periodicky), se děj opakuje zcela stejně. Počet těchto period v jedné sekundě je frekvence neboli též kmitočet. Zavádíme pro ni jednotku, která se jmenuje hertz a má symbol Hz. Proběhne-li za 1 s 50 period má děj kmitočet 50 Hz.

6.3.2 Třífázový proud

Třífázový proud jsou v podstatě tři jednofázové proudy o téže frekvenci, vzájemně časově posunuté o jednu třetinu periody (viz obr. 28 dole). K jejich vedení však není zapotřebí 6 vodičů, jak by se zdálo, ale stačí pouze 3 vodiče, každý vodič je společný dvěma střídavým proudům - dvěma fázím. Odpojí-li se např. u třífázového motoru jeden vodič, přeruší se tím dvě fáze, jimiž byl tento vodič společný, motor pak běží jen na jednu fázi, nikoli na dvě fáze, jak se často chybně říká.

Fází totiž často nesprávně nazýváme jednotlivé vodič, jejichž správný název je fázové vodiče.

Zapojení třífázového proudu. Třífázový proud je dvojího druhu, podle toho, jak jsou vzájemně spojeny jednotlivé cívky generátoru nebo transformátoru. Spojení je buď "do trojúhelníku", jsou-li fázové vodiče vyvedeny z vrcholů trojúhelníku, jehož strany jsou tvořeny fázovými cívkami, nebo "do hvězdy", jsou-li fázové vodiče vyvedeny z konců jednotlivých fázových cívek, jejichž druhé konce jsou spojeny do jednoho bodu "středu".

O jaký druh třífázového proudu jde poznáme na první pohled podle počtu vodičů. Jsou-li tři, jedná se o třífázo-

vý proud "do trojúhelníku", jsou-li čtyři jde o třífázový proud "do hvězdy" s vyvedeným středem (u nás nejčastější). Čtvrtý vodič je vyveden ze "středu" vinutí generátoru nebo transformátoru. Nazývá se nulový vodič - "nulák". Je uzemněn a jsou-li všechny tři fáze stejně zatíženy, neprotéká jím proud.

V sítích, kterých se používá zároveň pro motorický pohon i pro osvětlování, se zapojují světla mezi nulový vodič a fázi, kde je napětí 220 V. Motory se zapojují mezi fázové vodiče, mezi nimiž je napětí 380 V.

Zapojení "do trojúhelníku" a "do hvězdy" je znázorněno na obr. 29.

Třífázový proud je vhodný zejména k pohonu elektromotorů. Přidáním třetího vodiče do sítě v rozvodu je umožněno použití levných, jednoduchých a spolehlivých třífázových elektromotorů s kotvou nakrátko. Tyto motory mají důležitou výhodu, že se v nich nepřivádí proud do točivých částí, nejsou v nich kartáče, komutátor nebo kroužky, nepotřebují téměř žádnou obsluhu a mohou být úplně uzavřené. Jejich další výhodou jsou "tvrdé otáčky", tj. otáčky nepatrně závislé na zatížení.

Třífázovým proudem napájíme točivé svařovací agregáty, které jsou obvykle poháněny třífázovým elektromotorem a moderní třífázové usměrňovače, takže je nejvýhodnějším a nejrozšířenějším proudem. I jednofázová zařízení jsou napájena téměř vždy z třífázové sítě.

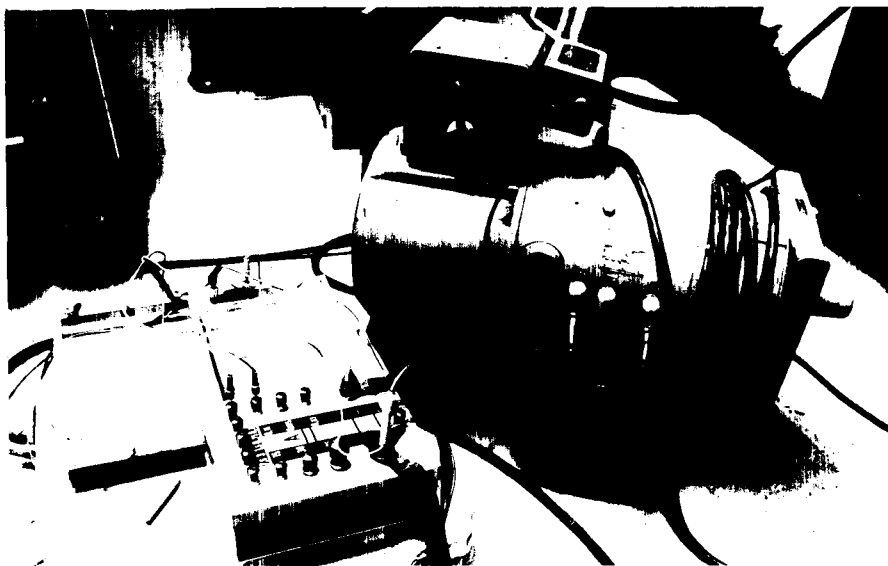
Stejnoseměrný proud má při svařování elektrickým obloukem kovovou elektrodou širší možnosti použití, než proud střídavý. Hodí se pro všechny druhy holých i obalených elektrod ocelových, litinových i elektrod z neželezných kovů.

Střídavý proud je pak vhodný jen pro svařování ocelovými tlustě obalenými elektrodami, pro některé způsoby svařování v ochranné atmosféře netečného plynu a pro svařování pod tavidlem.

6.3.3 Zdroje svařovacího proudu

Stejnoseměrné stroje rotační. Nejrozšířenější u nás je svařovací soustrojí TRIODYN K 320-1. Svařovací agregát je konstruován na principu třech dynam (odtud název triodyn). Je vhodná pro svařování obalenou elektrodou do průměru 5 mm. Dálková regulace proudu přenosným regulátorem o hmotnosti asi 2 kg. Má strmou charakteristiku. Váží 320 kg. Má dva proudové rozsahy 30 - 130 A při napětí 15 - 20 V a 120 - 320 A při napětí 20 - 30 V. Rozsahy se mění přepojením kabelů.

Motor je třífázový, asynchronní, s kotvou nakrátko, o jmenovitém výkonu 14 kW a 2 900 ot./min. Může být napájen třífázovým proudem 220, 380 nebo 500 V. Svářečka je vybavena přepínačem polarity. Nevýhodou je hluk, který doprovází chod svářečky. Svařovací agregát je na obr. 30.



Obr. 30

Svařovací transformátory.

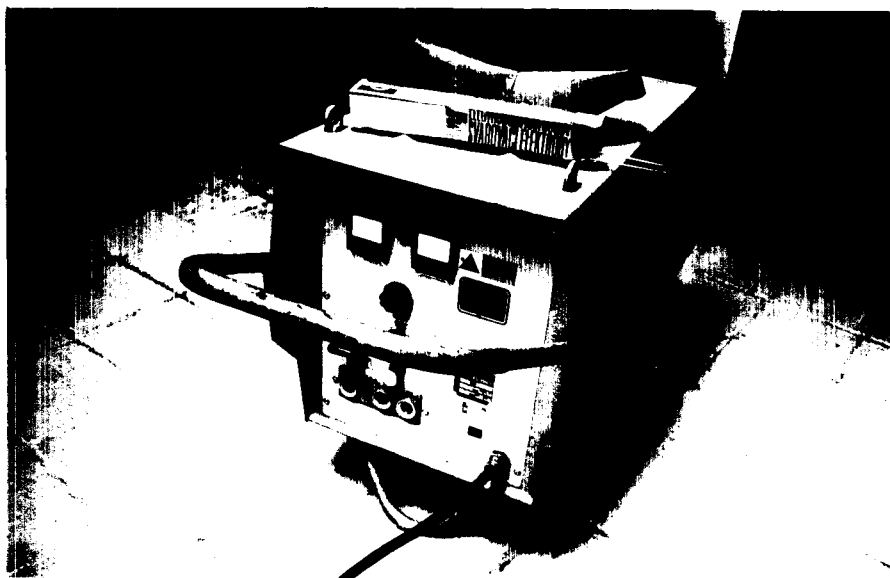
Svařovací usměrňovač KS 200/01 - má výkonné křemíkové tyristory. Jmenovitá hodnota svařovacího proudu při 60ti % zatížení je 200 A. Velikost proudu můžeme řídit plynule. Průběhy charakteristik svařovacího proudu zaručují stabilitu oblouku při svařování. Je určena pro malé i velké provozy, opravy a dílny. Je vybavená dálkovým ovládáním svařovacího proudu s magnetem pro uchycení na svařovanou součást. Chod

je nehlučný, což zlepšuje pracovní prostředí. Trvalý svařovací proud je 160 A. Rozsah svařovacího proudu 40 - 200 A. Regulace svařovacího proudu je plynulá. Hmotnost 130 kg. Usměrňovač je na obr. 31



Obr. 31

Svařovací usměrňovač KS 350/01 - je určen pro ruční i automatické svařování stejnosměrným proudem. Neobsahuje žádné rotující součásti ve výkonovém obvodu. Je vestavěn do svařovaného rámu, opatřeného karoserií a koly pro přepravu na kratší vzdálenosti. Závěsná oka slouží pro přepravu zvedacími zařízeními (viz obr. 32)



Obr. 32

Regulace svařovacího proudu je plynulá v celém proudovém rozsahu 40 - 350 A. Regulace napětí naprázdno je rovněž plynulá v rozsahu 15 - 40 V. Svařovací proudy i napětí naprázdno můžeme rovněž řídit dálkovým ovládním. Přepínač sklonu proudových charakteristik a napěťových charakteristik rozšiřuje jeho použití. Hmotnost 270 kg.

7. NÁZVOSLOVÍ PŘI SVAŘOVÁNÍ ELEKTRICKÝM OBLOUKEM

7.1 Všeobecné pojmy (ČSN 05 00 02)

Svařovací oblouk je elektrický oblouk mezi elektrodou a základním materiálem nebo mezi dvěma elektrodami.

Elektroda je vodič el. proudu ve tvarech tyčky, drátu, trubičky, na konci které se mění el. energie na tepelnou.

Odtavující se elektroda je elektroda, která dodává do svaru přídavný materiál.

Délka oblouku vzdálenost mezi koncem elektrody a dnem kráteru, vznikajícího při svařování v roztaveném základním materiálu.

Poměrný tepelný příkon svařovacího oblouku. Je teplo svařovacího oblouku připadající na cm svarové housenky, vznikající při daných parametrech svařovacího oblouku a rychlosti svařování.

Charakteristika el. oblouku je závislost napětí oblouku na svařovacím proudu za ustálených podmínek a při konstantní délce oblouku.

Přímá polarita je způsob zapojení, při kterém je elektroda připojena na záporný pól zdroje ss proudu.

Foukání oblouku je vychylování oblouku ze směru osy elektrody vlivem magnetického pole.

Propal-ztráta prvku ve svarovém kovu proti jeho teoretickému obsahu vypočítaného ze složení základního a přídavného materiálu.

7.2 Přídavné materiály

Obalená elektroda je elektroda s obalem obsahujícím vhodné

látky, obyčejně struskotvorné, plynotvorné, legující a stabilizační.

Jádro elektrody je kovová vnitřní část obalené elektrody.

Obal elektrody je směs keramických, organických a nebo kovových látek nanesených na jádře pro zlepšení svařovacích vlastností a kvality svaru.

Kráter elektrody je dutina, která vzniká při hoření oblouku na odtavujícím se konci obalené elektrody.

7.3 Názvosloví (ČSN 05 0000)

Svařování - metalurgický proces, při kterém se vytvářejí nerozebíratelné spoje prostřednictvím meziatomových vazeb mezi svařovanými částmi přímo nebo prostřednictvím přídavného materiálu při jejich ohřevu nebo při plastické deformaci.

Navařování - nanesení vrstvy kovu na povrch základního materiálu pomocí svařování.

Svařitelnost - způsobilost materiálu, která umožňuje zhotovit svařování za určitých technologických podmínek spoje požadovaných vlastností.

Svarek - montážní jednotka zhotovená svařováním.

Svarový spoj - nerozebíratelné spojení zhotovené svařováním.

Svar - část svarového spoje, která se vytvoří svařováním nejčastěji v důsledku krystalizace kovu ze svarové lázně.

Návar - vrstva svarového kovu vytvořená navařováním na základní materiál.

Základní materiál - kovový materiál, který se svařuje nebo na který se navařuje.

Přídavný materiál - materiál, který se přidává do svarové lázně.

Svarový kov - kov odtavený z přídavného materiálu bez promíchání se základním materiálem.

Svarový kov spoje - kov odtavený z přídavného materiálu a promíchaný se základním materiálem nebo jen přetavený základní materiál.

Okraj svaru - rozhraní mezi povrchem svaru a povrchem základního materiálu.

Kořen svaru - část svaru, která se vytvoří na odvrácené straně první svarové vrstvy.

Svarový úkos - zkosení základního materiálu pro potřebu svařování.

Svarová plocha - část povrchu základního materiálu, která se účastní ve svařovacím procesu.

Návarová plocha - část povrchu základního materiálu určená na navařování

Závar - hloubka roztaveného základního materiálu.

Oblast roztavení - oblast svaru roztavená při svařování s výraznou tekutou strukturou.

Oblast závaru - oblast základního materiálu roztaveného při svařování.

Hranice ztavení - přechod, kde se nacházejí částečně natavená zrna kovu na hranici základního materiálu a svaru.

Teplem ovlivněná oblast - oblast nenataveného základního materiálu, ve které nastaly vlivem svařování viditelné změny struktury nebo vlastností.

Svarová housenka - část svaru, vytvořená na jeden chod svařováním.

Svarová vrstva - část svaru složená z jedné nebo více housenek uložených vedle sebe.

Kořenová vrstva - první svarová vrstva svarového kovu spoje v kořenu.

Krycí vrstva - poslední svarová vrstva tvořící povrch svaru.

Podložení svaru - zhotovení svarové vrstvy ze strany kořene.

Steh - krátký svar sloužící na zabezpečení vzájemné polohy svařovaných dílů.

Svarová lázeň - materiál, který se nachází při svařování v roztaveném stavu.

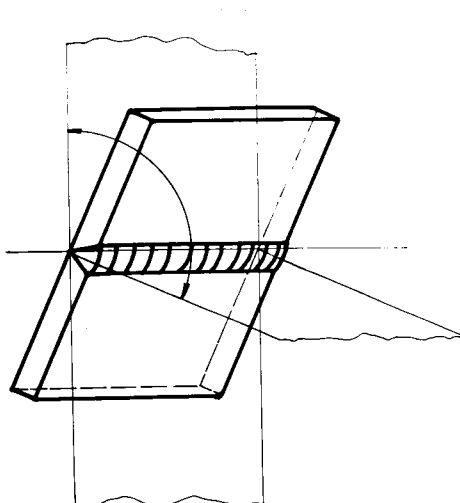
8. BEZPEČNOSTNÍ PŘEDPISY

Bezpečnostní předpisy pro svařování elektrickým obloukem a bezpečnostní ustanovení popisuje ČSN 05 0630.

9. OZNAČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POLOH SVAŘOVÁNÍ ČSN 05 0024

Polohy svařování se v prostoru určují pomocí úhlů otočení a naklonění svaru.

Úhel otočení svaru (viz obr. 33) - je to menší z úhlů, které tvoří horní část základní vertikální roviny procházející osou kořenu svaru s polorovinou vycházející z osy kořenu svaru a procházející ve stejné vzdálenosti od obou okrajů svaru.



Obr. 33

Úhel otočení svaru

Úhel otočení svaru se měří ve stupních ve směru chodu, nebo proti směru chodu hodinových ručiček v rozmezí od 0 do 180 °.

Úhel naklonění svaru - je to menší z úhlů, které tvoří podélná osa kořene svaru se základní vodorovnou rovinou. Měří se ve stupních v rozmezí od 0 do 90 °.

Základní polohy svařování - jsou uvedeny v následující tabulce.

Pojmenování poloh tupých svarů	označ.	Pojmenování poloh koutových svarů	označ.
Vodorov. shora	A1	vodorovná shora	B1
Vodorov. na svislé ploše	A2	vodor. do úžlabí	B2
Nad hlavou	A3	nad hlavou	B3
Svislá	A4	svislá	B4

Tab. 8

Velikost úhlů otočení a naklonění svaru a jejich dovolené odchylky pro základní polohy svařování jsou uvedeny v tab. 9 a 10.

Tupé svary	Označení	Naklonění	Otočení
Vodorovná shora	A1	0^{+5}	0^{+10}
Vodorovná na svislé ploše	A2	0^{+5}	90_{-20}
Nad hlavou	A3	0^{+15}	180_{-15}
Svislá	A4	90_{-10}	

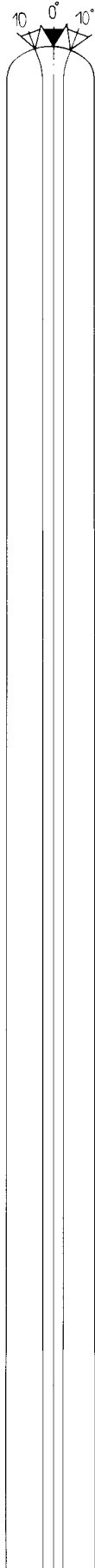
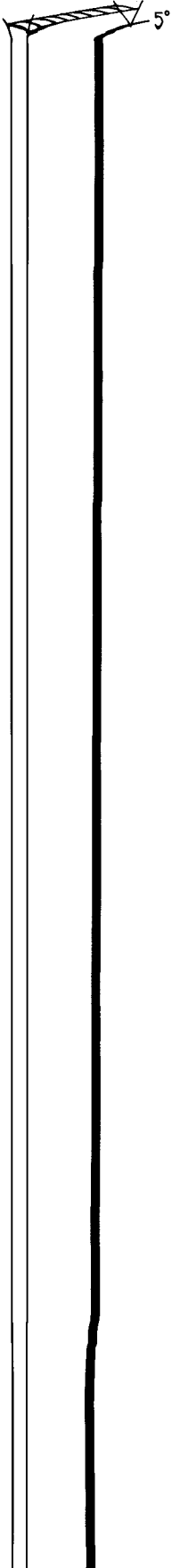
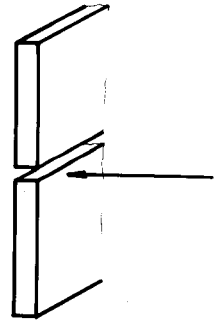
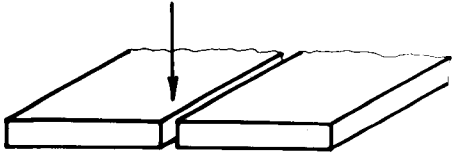
Tab. 9

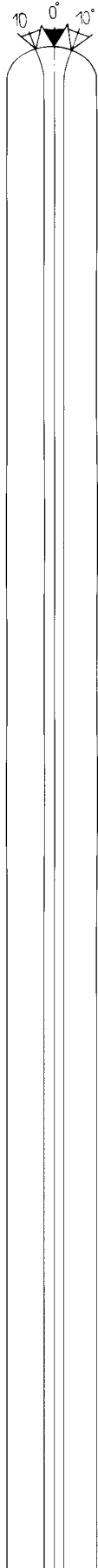
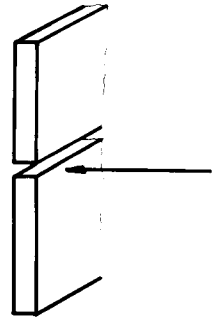
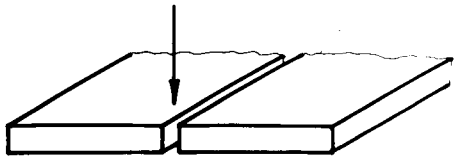
Koutové svary	Označení	Naklonění	Otočení
Vodorovná shora	B1	0^{+5}	45^{+10}_{-15}
Vodorovná do úžlabí	B2	0^{+5}	0^{+10}
Nad hlavou	B3	0^{+15}	135^{+45}_{-20}
Sivslá	B4	90_{-10}	

Tab. 10

V případě, že velikost úhlů naklonění a otočení je odlišná od velikostí uvedených v těchto tabulkách, potom se polohy svařování nepovažují za základní a pro jejich označení nejsou speciální pojmenování. V případě nutnosti této polohy je možné definovat ji výrazem "mezilehlé".

Vyobrazení těchto základních poloh je znázorněno na obr. 34 - 41.




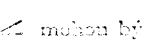
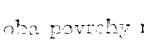



10. ZNAČENÍ SVARŮ NA VÝKRESECH

Přehled a značení svarů na výkresech je uvedeno v následující tabulce č. 11.

Druh svarového spoje	Základní značka	Značka povrchu					Svar montážní
		Svar					
		plochý	tlé- výšný	vychýlý	bez- vruby	podlo- žený	
		—	—	—	— ¹⁾	— ²⁾	—
Lemový							
Svar I							
Svar V ⁴⁾							
Svar U							
Svar X							
Nesymetrický svar X							
Svar Y							
Svar UU							
Svar W							
Svar 1/2 V							
Svar 1/2 UU							
Svar 1/2 W							
Svar 1,2 X							
Svar koutový a rohový							
Svar koutový a rohový průběžný							
Svar děrový a žlábkový							
Svar děrový, žlábkový zkosený							


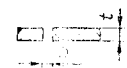



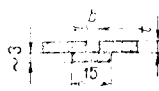



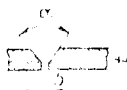

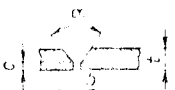

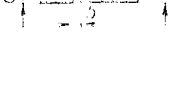








Tab. 11

- 1) Bezvrubý svar může být plochý, vypuklý, záhlbký i převýšený; bezvrubost se vyjadřuje zdvojením příslušné značky povrchu
- 2) Podložení se dělá housenkou plochou, převýšenou a bezvrubou. Užívá se příslušné značky
- 3) U svarů  a  mohou být oba povrchy rovné, např. 
- 4) U těchto typů lze použít drážkovaných svarů 

Pokrač. tab. 11

11. TVARY A ROZMĚRY SVAROVÝCH PLOCH

Tvary a rozměry svarových ploch pro ruční svařování elektrickým obloukem jsou uvedeny v následující tab. č. 12.

Znak svaru	Název svaru	Tvar svarové plochy	Tloušťka <i>t</i> (mm)	Rozměry			Pozl.
				$\alpha_1 = \alpha_2$ (°)	<i>b</i> (mm)	<i>c</i> (mm)	
	Svar — I nepodložený		1 až 3	—	<i>t</i> <i>a</i>	—	podložka se dělá poruštěle
	Svar — I podložený		2 až 5	—	<i>t</i> <i>a</i>	—	—
	Svar — I s podložkou		3 až 5	—	<i>t</i>	—	—
	Svar — I lemový		do 3	—	<i>a</i> až 2	<i>t</i> + 2	—
	Svar — V		—	60	2 až 3	1 až 2	—
	Svar — V podložený		3 až 20	—	—	—	—
	Svar — V podložený Hz elektrodou		—	50	0 až 2	1 až 2	—
	Svar — V vydrážkovaný podložený		—	—	—	—	—
	Svar — V s podložkou		nad 4	20	4 až 7	—	—
	Svar — X		8 až 40	$\alpha_1 = \alpha_2$ 60	2 až 3	1 až 2	—
	Svar — X vydrážkovaný		12 až 40	$\alpha_1 = 50$ $\alpha_2 = 90$	1 až 2	1 až 2	$h = \frac{t}{3}$

Tab. č. 12

Znak svaru	Název svaru	Tvar svarové plochy	Tloušťka t (mm)	Rozměry			Pozn.	
				α (°)	b (mm)	c (mm)		
	Svar — U speciální, podložený Hz elektrodou		nad 40	20	0 až 1	3 až 4	$h_1 = \frac{t}{4}$	
	Svar — U speciální, vydrážkovaný podložený							
	Svar U dvoustranný		30 až 80	22	1 až 2	2 až 3	$h = \frac{t}{2} + 3$	
	Svar — U dvoustranný vydrážkovaný			22	0 až 2	2 až 3		
	Svar — U dvoustranný, speciální, vydrážkovaný		nad 80	20	0 až 2	3 až 4	$h = \frac{t}{8}$	
	Svar — U			22	2 až 3	2 až 3	—	
	Svar — U podložený Hz elektrodou		15 až 40	22	0 až 1	3 až 4	—	
	Svar — U vydrážkovaný podložený						doporu- čuje se podložka	
	Svar — 1/2 V		4 až 15	50	2 až 3	1 až 2		
	Svar — 1/2 V podložený						doporu- čuje se podložka	
	Svar — 1/2 U			18	1 až 2	1 až 2		
	Svar — 1/2 U podložený		nad 15		18	1 až 2	2 až 3	—
	Svar 1/2 U vydrážkovaný, podložený							
	Svar — K		12 až 40	50	1 až 3	1 až 2	—	

Pokrač. tab. 12

Znak svaru	Název svaru	Tvar svařové plochy	Tloušťka t (mm)	Rozměry			Pozn.
				$\alpha = \frac{1}{2} \alpha'$ (°)	b (mm)	c (mm)	
	Svar — 1/2 U dvoustranný		nad 30	18	2 až 3	2 až 3	—
	Svar 1/2 U dvoustranný vydrážkovaný		nad 30	18	1 až 2	2 až 3	—
	Speciální svar X		nad 50	20	8	—	zvláštní úprava s po- mocnými
	koutový svar		nad 2	90	0 až 1	—	—
	rohový svar		nad 2	90	0 až 1	—	—
	rohový svar oboustranný		nad 2	90	0 až 1	—	—

nebo jen přetavený základní materiál. Vlastnosti a vhodná jakost použitého přídavného materiálu je jedním z hlavních předpokladů úspěšného svařování, a proto musíme znát základní typy přídavných materiálů a umět se správně rozhodnout při jejich volbě.

Elektrody se skládají z jádra a obalu. Obal se nanáší lisováním nebo máčením. Podle druhu obalu rozdělujeme elektrody na:

- tenké obalené, kde $D/d \approx$ do 1,2
- středně obalené, kde $D/d \approx$ od 1,2 do 1,45
- tlustě obalené, kde $D/d =$ od 1,45 do 1,8
- velmi tlustě obalené, kde $D/d =$ nad 1,8

Podle složení obalu se používají elektrody s obalem stabilizačním, rutilovým, kyselým, bazickým (zásaditým), organickým, ze solí halových prvků a zvláštním.

12.1 Funkce obalu

Obal elektrody má prvořadý vliv na vlastnosti elektrody a má také několik úkolů při svařování.

1. Musí chránit svarovou lázeň před vzduchem (tj. dusíkem a kyslíkem). Proto jsou v obalu látky plynotvorné (např. celulóza), které tvoří při hoření oblouku clonu ochranných plynů, oddělející roztavený kov od okolní vzdušné atmosféry.
2. Musí stabilizovat el. oblouk, a proto jsou v obalu látky ionizační, které usnadňují zapalování a klidné hoření oblouku. Jsou to soli alkalických kovů (draslíku, sodíku, vápníku, titanu).
3. Musí vhodně ovlivňovat mikrometalurgické reakce při tavení svarového kovu spoje. Při svařování probíhají v podstatě stejné hutnické pochody, jako při výrobě oceli v peci. Proto i zde musí být struska která vhodně chemicky reaguje s roztaveným kovem, formuje kresbu tuhajícího svarového kovu, zpomaluje jeho chladnutí a chrání ho před vzduchem. Jako struskotvorná látka se do obalu používá magnezit, dolomit, křemičitany, živec, kazivec, vápenec, rutil, mastek aj.

4. Obal musí dále zabránit ztrátám některých prvků spálením při přechodu svarové lázně oblastí vysokých teplot v elektrickém oblouku. Obal musí dále tyto prvky doplňovat a čistit svarový kov spoje, a konečně v některých případech dodává do svarového kovu spoje legující prvky (jádro je uhlíková ocel a přísadové prvky jsou jen v obalu). Používají se většinou feroslitiny - tzv. předslitiny železa s některým prvkem (např. ferosilicium, feromangan, ferochrom, ferovanad, feromolybden, ferotitan).
5. Obal má také velký vliv na produktivitu práce. Struska se musí snadno odstranit z povrchu svarové housenky.

Z vlastností elektrod zajímají svářeče především jejich operativní vlastnosti: zapalování oblouku, jeho stabilní hoření, odtavování elektrody, a přechod přídavného materiálu do svarového kovu spoje. Dále je to množství a odstranitelnost strusky, hloubka závaru, tvar a kresba svarové housenky, náchylnost k tvoření vrubů, bublin, struskových vměstků a trhlin, ovladatelnost elektrod v určité poloze svařování. Z ekonomického hlediska nás zajímají i výkonové vlastnosti elektrod, jako je výkon roztavení, výtěžek, ztráty rozstříkáním, doba roztavení apod.

Průměr jádra elektrody je odstupňován podle řady:

1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10 a 12 mm.

Délka elektrod je v normalizovaných délkách:

200, 250, 300, 350, 450 mm.

Elektrody se běžně zkoušejí prověřovacími zkouškami, kterými se prokazují vlastnosti elektrod.

Svářeč musí vnější prohlídkou zjistit souvislost obalu elektrody, ověřit soustřednost obalu a při svařování sleduje operativní vlastnosti elektrod.

12.2 Skladování a sušení elektrod

Składování elektrod má veliký vliv na konečný výsledek svařování. Elektrody se musí skladovat na suchém místě, s teplotou minimálně 10 °C, v neporušených obalech a před použitím se musí sušit podle údajů jednotlivých druhů elektrod.

Požadavek sušení je nezbytný u elektrod s obalem bazickým, které se musí před použitím přesušit nejprve jednu hodinu při 100 °C a pak 2 hodiny při teplotě 300 - 350 °C. Při svařování nedostatečně suchými bazickými elektrodami vzniká ve svaru velké množství pórů a bublin, popř. mohou vznikat i trhliny.

Sušení elektrod s kyselým obalem probíhá pozvolna, dobu

sušení volíme dle potřeby. Max. teplota sušení je 200 °C.

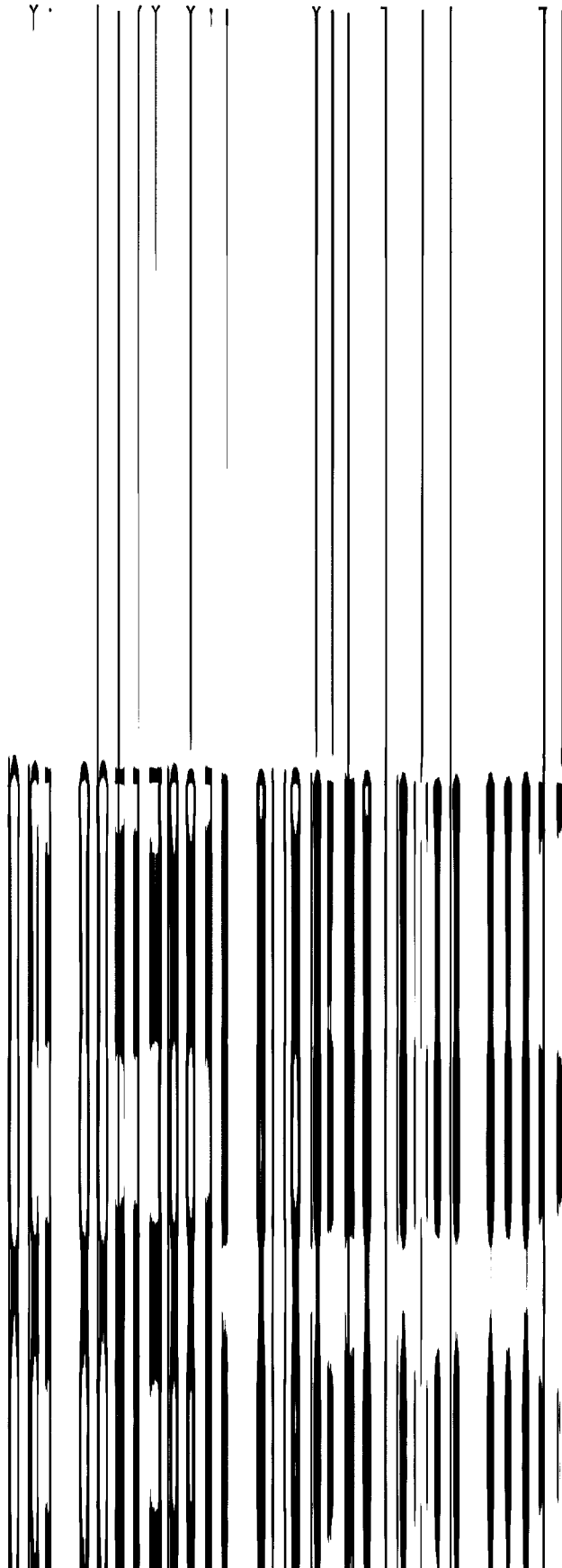
12.3 Vlastnosti elektrod s obalem kyselým a bazickým

Obal kyselý - elektrody jsou použitelné pro stejnosměrný i střídavý proud. Při stejnosměrném proudu se zapojují na záporný pól. Do průměru 3,15 lze jimi svařovat ve všech polohách. Doba tavení je poměrně krátká. Jsou charakteristické "horkým" obloukem, svarový kov přechází dešťovým způsobem, tj. ve značném množství malých kapiček. Svarový kov je teplejší a tekutější, proto se obtížněji ovládají v polohách montážních. Mají větší závar. Působením strusky tuhne svarový kov pomalu, je dobře formován a přechází plynule k základnímu materiálu. Návarová housenka je plochá, má jemnou pravidelnou kresbu. Vychladlá struska je snadno odstranitelná, ze spodu obvykle pórovitá. Dají se více proudově zatížit a jejich výkon je větší než u elektrod bazických.

Obal bazický - velkou výhodou bazických elektrod z národo-

u jednovrstvých koutových svarů a kořenové housenky tupých svarových spojů nevýhodou, někdy naopak v návarové technice zase velikou předností.

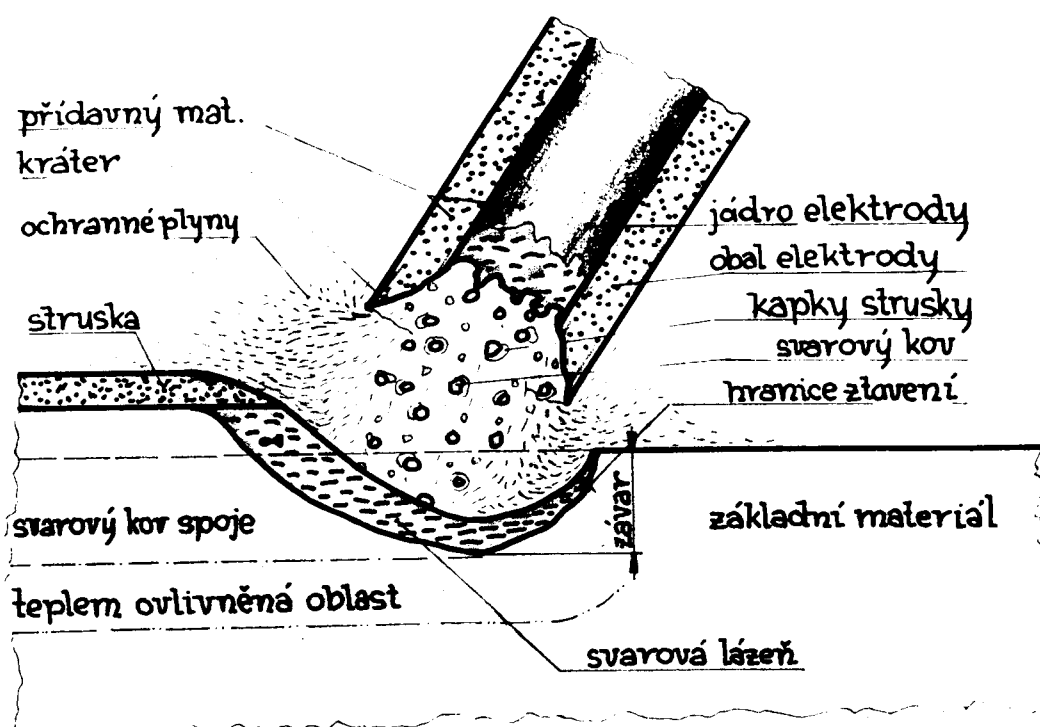
Svarový kov tuhne současně se struskou, která je řídicí tekoucí. Svarová lázeň je přehledná a dobře ovladatelná. Bazické elektrody jsou výhodné pro svařování tlustých materiálů, tuhých konstrukcí apod. Jejich malý závar je předností



u jednovrstvých koutových svarů a kořenové housenky tupých svarových spojů nevýhodou, někdy naopak v návarové technice zase velikou předností.

Svarový kov tuhne současně se struskou, která je řídce tekoucí. Svarová lázeň je přehledná a dobře ovladatelná. Bazické elektrody jsou výhodné pro svařování tlustých materiálů, tuhých konstrukcí apod. Jejich malý závar je předností při obtížněji svažitelných ocelích.

Názvosloví a svařování obalenou elektrodou popisuje následující obr. 42.



Obr. 42

12.4 Číselné a barevné značení elektrod

Elektrody pro spojovací svary uhlíkových ocelí (nelegovaných) třídy 10, 11, 12 a uhlíkových ocelí na odlitky. Základní technické podmínky pro tyto elektrody určuje ČSN 05 5020. Elektrody se označují písmenem E, dvěma číslicemi před tečkou a rovněž za tečkou.

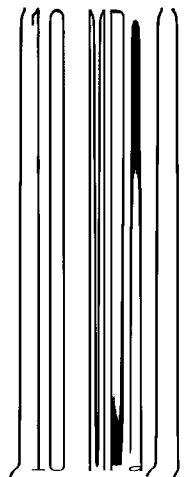
elektroda
pro ruční
svařování
el. obl.

E XX.XX

druh obalu, popř. technol.
zvláštnosti elektrody

jakostní třída elektrod
mechanické vlastnosti

značí pevnostní řadu podle
nejmenší pevnosti v tahu
svarového kovu.
(34, 42, 44, 48, 52, 62



Číslice za tečkou:

Význam první číslice za tečkou:

- 0 - zaručuje se jen Rm
- 1 - kromě Rm se zaručuje Re, A, KC
- 2 - lepší vlastnosti než u skupiny 1
- 3 - lepší mechanické vlastnosti než u skupiny 2
- 4 -
- 5 - neobsazeno
- 6 -
- 7 - vlastnosti jako skup. 2, ale se zaručenou Re, při vyšších teplotách a s jakostí vyhovující zkoušce prozářením podle ČSN 05 1305
- 8 - vlastnosti jako skup. 3, dále jako skupina 7
- 9 - vlastnosti jako skup. 3, navíc zaručena KC za snížených teplot.

Význam druhé číslice za tečkou:

- 0 - obal stabilizační
- 1 - obal rutilový
- 2 - obal kyselý
- 3 - obal bazický
- 4 - obal celuózový
- 5 - elektrody vysoce výkonné/obal kyselý s velkým obsahem železného prášku
- 6 - elektrody na tenké plechy a obvykle s obalem rutilovým

Pro rozlišení elektrod podle pevnostní řady jsou konce elektrod označeny barevně tak, že každé pevnostní řadě odpovídá určitá barva.

34 - černá	44 - červená	52 - sv. zelená
42 - bílá	48 - sv. modrá	62 - žlutá

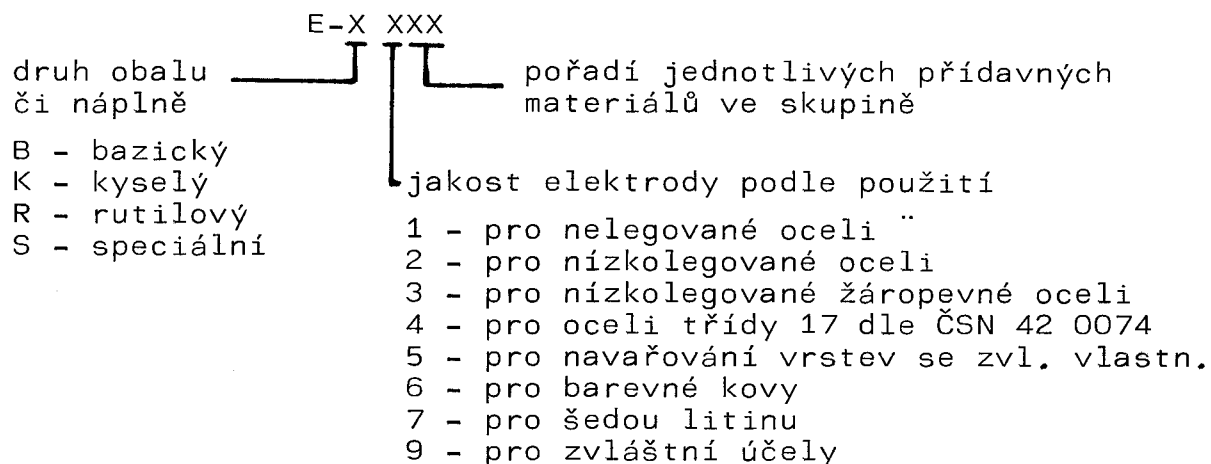
Podnikové značení přídatných materiálů pro svařování:

(ŽAZ VAMBERK)

Pro rozlišení elektrod podle pevnostní řady jsou konce elektrod označeny barevně tak, že každé pevnostní řadě odpovídá určitá barva.

34 - černá	44 - červená	52 - sv. zelená
42 - bílá	48 - sv. modrá	62 - žlutá

Podnikové značení přídavných materiálů pro svařování:
(ŽAZ VAMBERK)



12.5 Přehled používaných elektrod pro spojovací svary nelegovaných ocelí

Označ. elektrod Dle ŽAZ, ČSN, barvy	Ø mm	Druh proudu	Charakteristické vlastnosti a použití
E - K 100 ČSN 05 5021 E 34.00 černá	2,- až 6,3	= (-) stříd.	Tence obalená elektroda, stabil. obal, pro vše. polohy, podružné konstr., málo namáhané součásti, pro běž. zámeč.práce. Umožňuje i opravy málo namáh. odlitků ze šedé litiny.
E - K 103 ČSN 05 4026 E 44.72 červená	2,- až 8,-	= (-) stříd.	Kys. obal, řídký svar. kov, jemná hladká kresba, dobře odstran. struska, všechny polohy, zvl. A1 jednovrst. svary, pro svař.mostních konstr.a tlak. nádob a zař. např. z oceli 11373, 11 416.
E - K 104 ČSN 05 5028 E 48.72 sv. modrá	3,15 až 6,3	Dtto	Kys., řídké tekoucí kov. hlub.závar, vš. polohy, zvl. A1, A4, B2, B4, pro zař. z oceli pevnostní řady 440 - 470 MPa dle ČSN 42 0284, např. z oceli 11 474, kotle a tl. nádoby.

Tab. 13

Označení	∅ mm	Druh proudu	Charakteristické vlastnosti a použití
E - K 106 ČSN 05 5025 E 44.28 červená	2,5 až 6,3	= (-)	Kyselá, hluboko závarová (hl.závaru min. 1,5x ∅ jádra elektrody) jen pro A1. Mech. vlastn. svarového kovu nejsou závazné, pro svař.mostních konstr. 370 MPa např. z oceli 11 373 pro podkládání kořene svaru (odpadá drážkování n. sekání)
E - R 113 ČSN 05 5022 E 42.11 bílá	2,- až 5,-	= (-) stříd.	Střední rutil.-organ. obal, hustý tok, dobré překlenutí meze, ovladatelnost v polohách, zvl. v poloze svislé dolů, pro svař. konstrukcí a souč. z konstrukčních ocelí, např. 11 423, stávební konstr., vhodná pro stahování ve stavbě lodí a vozidel
E - R 115 ČSN 05 5036 E 48.21 tm.modrá	3,15 až 5,-	Dtto	Pro svařování ve vš. polohách s výj. polohy svislé způs. shora dolů. Tlustá, vhodná pro svařování, neleg. oceli např. oceli 11 483
E - R 116 ČSN 05 5024 E 42.17 bílá	2,- až 5,-	Dtto	Kontaktní elektroda, hustý tok, vš. polohy, stahování, výb. ovladatelnost, pro konstr. oceli např. 11 423 stavba lodí, vozidel, nádrže
E - R 117 ČSN 05 5023 E 42.16 bílá	2,- až 4,-	Dtto	Vhodná pro tenké plechy, neboť vyvíjí málo tepla, hustý tok, pro lemové a I svary tenk. plechů např. z oceli 11 343, 11 423 apod.
E - R 118 ČSN 05 5037 E 44.71 hnědá	2,- až 3,15	Dtto	velmi dobrá ovladatelnost, vš. polohy s výj. pol. svislé zp. shora dolů, dobré provaření kořene, jemná kresba, pro svař. kotl. trubek a potr. např. z oceli 11 353, 12 021 apod.
E - B 121 ČSN 05 5027 E 44.83 červená	2,- až 8,-	= (+)	Bazická, kov má vynik. mech.vlastn. snadno ovladatelná, krát. oblouk, vh. pro oceli s vyšším obsahem nečistot, poměrně malý závar, pro svař. tlak. nádob, konstr., výrobných z oceli např. 10 370, 11 373, 11 416 apod.
E - B 122 - - žlutá	2,- až 4,-	Dtto	El. s poměrně vys. Rm (500-650 MPa) Re = min. 430 MPa. Především pro svař.koř. vrstev na potrubí velkých ∅.

Pokrač. tab. 13

Označení	∅ mm	Druh proudu	Charakteristické vlastnosti a použití
E - B 123 ČSN 05 5029 E 48.83 modrá	2,- až 8,-	= (+)	Hustý svar. kov, menší závar, nutný krátký obl., výraz. kresba, vš. polohy, opravy odlitků a výk. z ocelí vyšších pevností, pro svař. nádob, výrob. např. z oc. 10 370, 11 474 apod. Vhodná ke svař. beton. ocelí.
E - B 124 ČSN 05 5038 E 48.93 sv. zelená	2,5 až 6,3	Dtto	Dok. čistý svar. kov, velmi dobré vl. mech. i operativní, vysoký rafinační účinek strusky, pro svař. velmi důlež. konstr. a zařiz. prac. za nízkých teplot. Z oc. 11 484 apod, pro vš. polohy, s výj. pol. svislé shora dolů, tlustá.
E - B 125 ČSN 05 5030 E 52.33 sv. zelená	2,- až 8,-	Dtto	Svar. kov má výb. mech. vlastn., vhodná pro oc. s vyšším obsahem nečistot, svar. kov velmi houževnatý, hustě teče, vš. polohy, nutno dodržet krátký obl., pro svař. konstr. a souč. z oc. např. 11 523, mostní konstr., ocel. odlitky a pro svař. betonářských ocelí.
E - B 127 ČSN 05 5031 E 62.33 žlutá	2,5 až 6,3	Dtto	Svar. kov velmi houžev., hustě teče, vš. polohy, nutno dodržet krátký oblouk pro svař. souč. o pevnosti 620 MPa, pro svař ocel. odlitků např. z oceli 42 2660, při svař. větších tloušťek předehřev na 200-300 °C a po svař. žih. k snížení pnutí.
E - B 129 - - zelená	2,- až 4,-	Dtto	Pro svař. souč. z neleg. ocelí určených pro smaltování. Též pro svařování pozink. van. Svar. kov o pevnosti 460 - 560 MPa.
E - B 131 ČSN 05 5039 E 44.93 červená	2,- až 5,-	Dtto	Vhodná pro vš. polohy s výj. pol. svislé zp. shora dolů, tlustá, pro svař. konstr. a zař. z neleg. ocelí prac. za nízkých teplot např. z oc. 11 369, 11 419 apod.
E - R 184 ČSN 05 5033 E 44.79 růžová	4,- až 6,3	= (-) stříd.	Vysokovýkonná el., vhodná pro sv. tupých svarů v poloze vodorovné shora a pro svař. konstr. svarů koutových do úžlabí, velmi tlustá, pro svař. konstrukcí z ocelí 11 373, 11 423 apod.

Pokrač. tab. 13

13. PRAKTICKÁ ČÁST VÝUKY

13.1 Zapálení oblouku

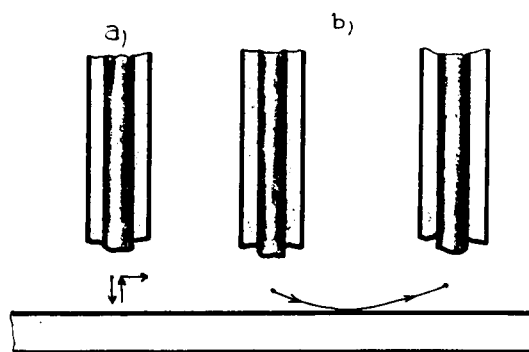
Je to základní úkon, který musí svářeč ovládat. Pro volbu proudové zátěže platí pravidlo, které stanoví 30 A na 1 mm průměru slabě obalené elektrody. Samotné zapálení

13. PRAKTICKÁ ČÁST VÝUKY

13.1 Zapálení oblouku

Je to základní úkon, který musí svářeč ovládat. Pro volbu proudové zátěže platí pravidlo, které stanoví 30 A na 1 mm průměru slabě obalené elektrody. Samotné zapálení oblouku se provede:

- a) přiblížením elektrody k desce, lehkým dotykem, který nepůsobí kmitání elektrody, jež vyvolá zkrat a nepatrným oddálením elektrody se vytvoří oblouk. Prodloužením délky oblouku se hoření přeruší (viz obr. 43)



Zapálení oblouku

- a) přiblížením
b) škrtnutím

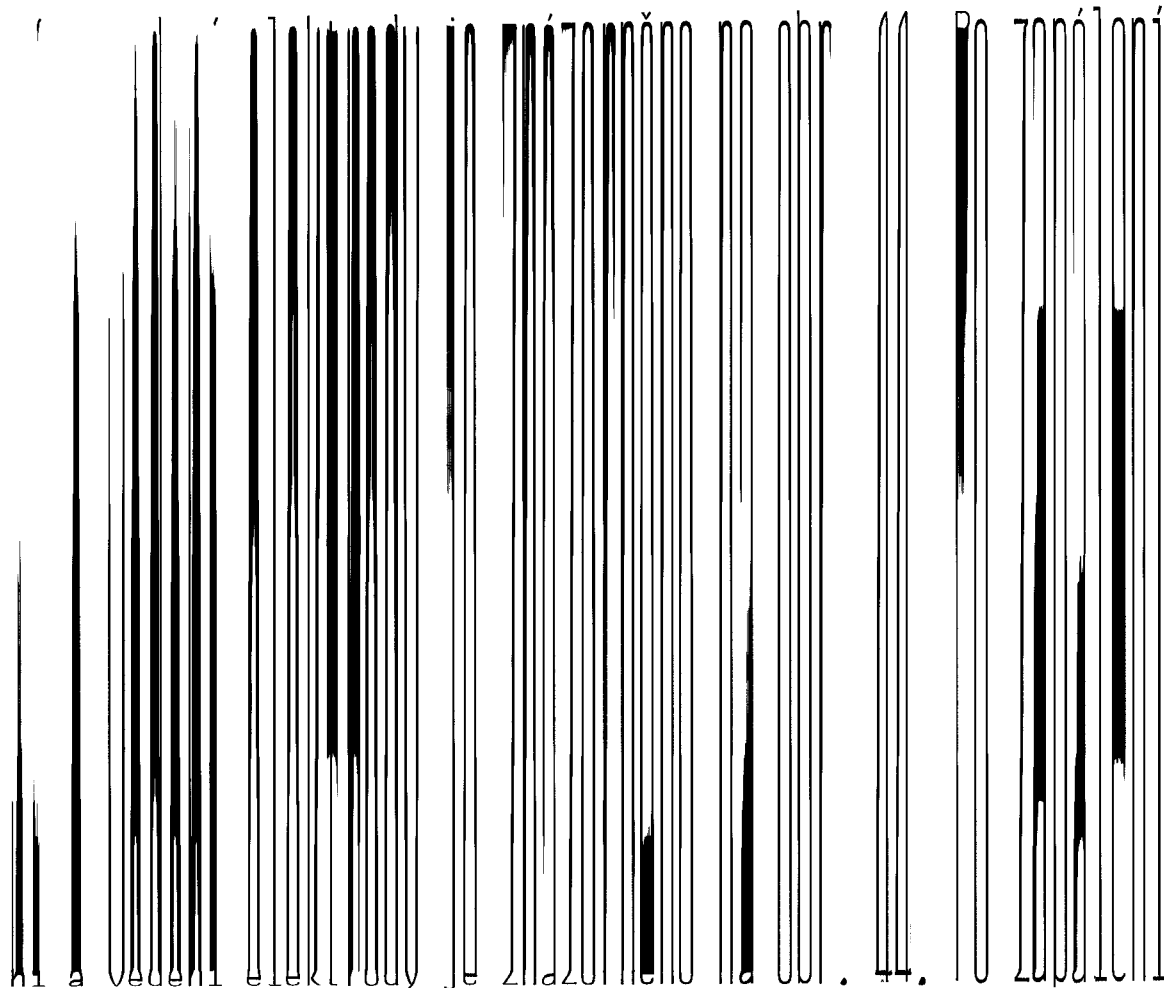
Obr. 43

- b) škrtnutím elektrody, takovým způsobem, který připomíná zapálení zápalky.

U obou způsobů se musí konec elektrody od základního materiálu vzdálit pomalu, aby se zdroj proudu přizpůsobil požadavkům oblouku. Roztavená elektroda se nesmí v místě dotyku přivařit k základnímu materiálu. Při zpětném zapalování elektrody se musí lehkým klepnutím konce elektrody odstranit okraj nevodivého obalu, který přesahuje přes konec kovového jádra. Elektrický oblouk se může zapalovat pouze v místě budoucího svaru.

13.2 Svarová housenka, návar

Jakmile je oblouk zapálen, elektroda postupně ubývá, proto je nutné ji postupně přibližovat k základnímu materiálu, aby byla udržena správná vzdálenost konce elektrody od základního materiálu, nutná pro udržení oblouku. Současně se elektroda musí pohybovat ve směru budoucího návaru. Drže-

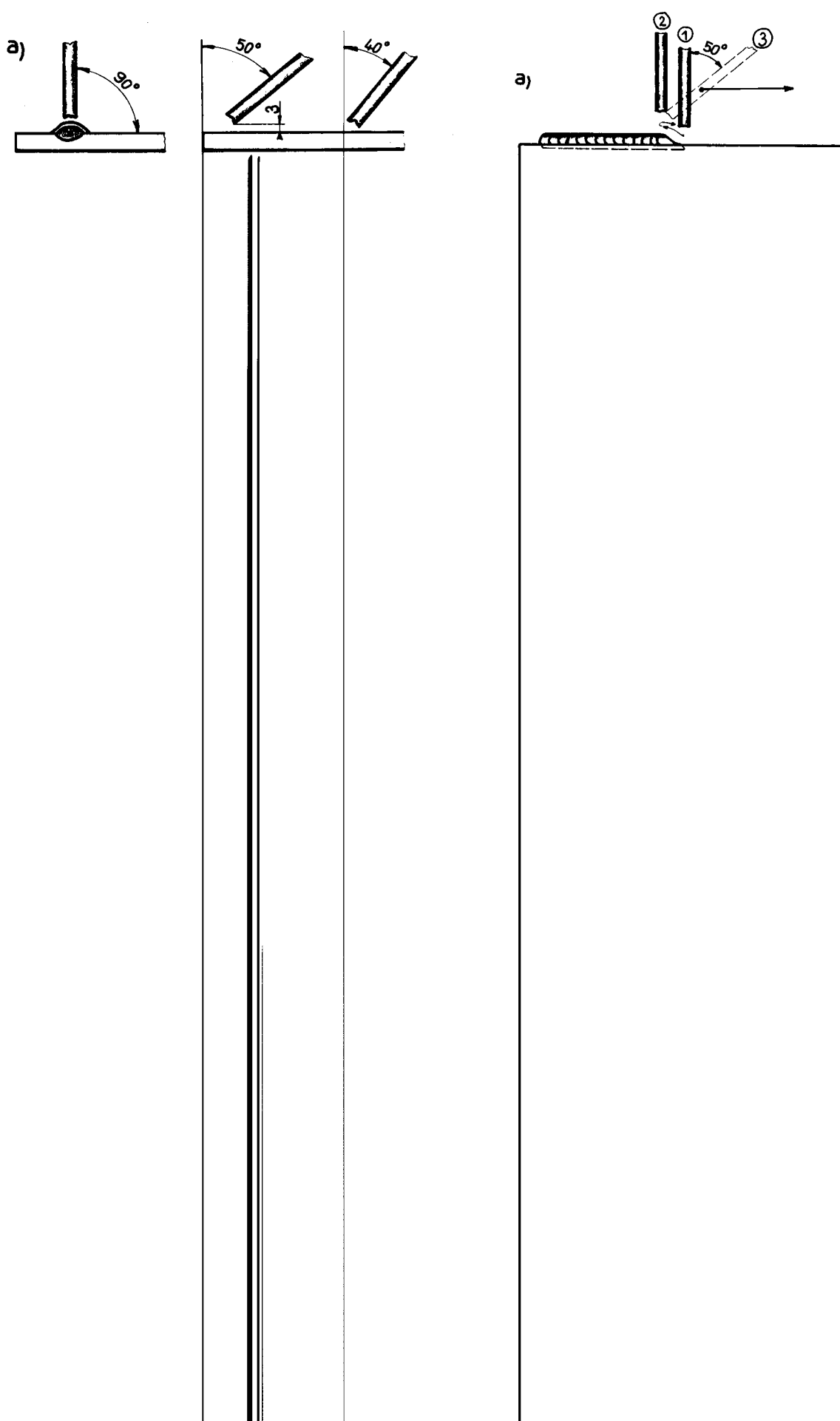


oblouku se vytvoří svarová lázeň odlišného barevného odstínu. Místa světlé barvy představují svarový kov spoje a mezikruží tmavší barvy obklopující světlou část patří tavenině obalu. Tyto barvy se spolu nesmějí mísit a po celou dobu svařování musí zůstat odděleny. Dochází-li k pronikání tmavší barvy mezikruží do světlé, vytlačuje struska svarový kov spoje a vznikají její vměstky ve svaru.

V zásadě platí, že rychlost vedení elektrody má být taková, aby struska stačila pokrývat svarový kov. Při příliš malé postupové rychlosti, může struska předeběhnout svarovou lázeň, což má za následek již popsaný jev - vnikání strusky do svaru.

Při příliš velké postupové rychlosti elektrody se struska opožďuje, tuhnoucí svarový kov spoje zůstává nepokryt struskou.

vem, jak znázorňuje obr. 45.



13.2 Svarová housenka, návar

Jakmile je oblouk zapálen, elektroda postupně ubývá, proto je nutné ji postupně přibližovat k základnímu materiálu, aby byla udržena správná vzdálenost konce elektrody od základního materiálu, nutná pro udržení oblouku. Současně se elektroda musí pohybovat ve směru budoucího návaru. Držení a vedení elektrody je znázorněno na obr. 44. Po zapálení oblouku se vytvoří svarová lázeň odlišného barevného odstínu. Místa světlé barvy představují svarový kov spoje a mezikruží tmavší barvy obklopující světlou část patří tavenině obalu. Tyto barvy se spolu nesmějí mísit a po celou dobu svařování musí zůstat odděleny. Dochází-li k pronikání tmavší barvy mezikruží do světlé, vytlačuje struska svarový kov spoje a vznikají její vměstky ve svaru.

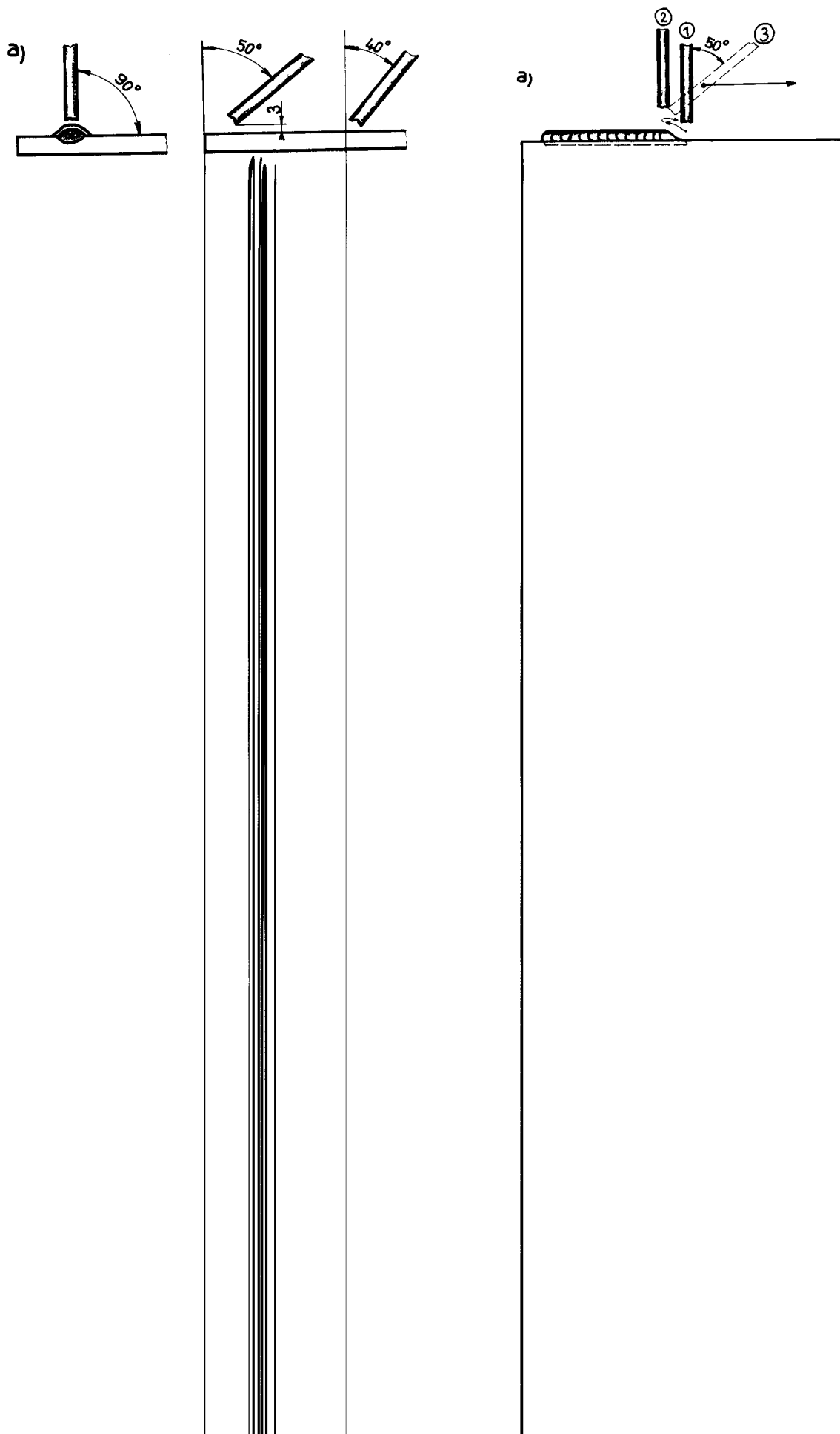
V zásadě platí, že rychlost vedení elektrody má být taková, aby struska stačila pokrývat svarový kov. Při příliš malé postupové rychlosti, může struska předběhnout svarovou lázeň, což má za následek již popsaný jev - vnikání strusky do svaru.

Při příliš velké postupové rychlosti elektrody se struska opožďuje, tuhnutí svarový kov spoje zůstává nepokryt struskou.

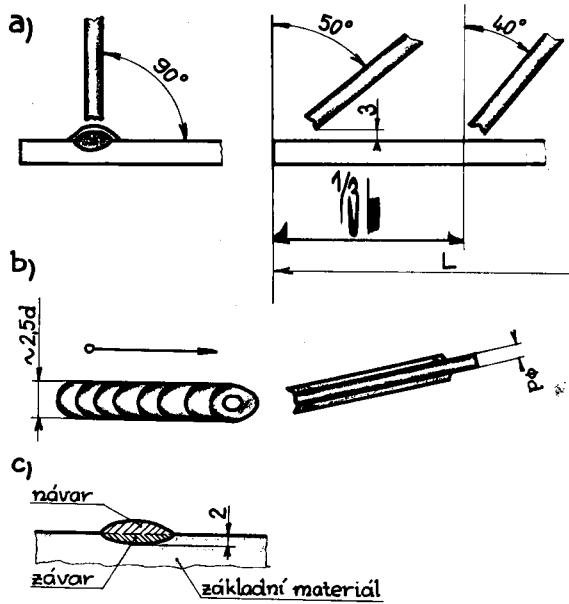
13.3 Přerušeni svaru, navázání svarové housenky, ukončení svaru

Kráter vznikne při náhlém ukončení svarové housenky. Svar se očistí v koncovém kráteru. Elektroda se postaví kolmo a v koncovém kráteru zapálí oblouk. Elektrodu vedeme proti směru svařování, až dosáhneme nejvyššího bodu povrchu přerušného svaru. V tomto okamžiku skloníme elektrodu do úhlu 50° a přímočarým pohybem pokračujeme ve svaru stejných parametrů. Docházíme-li s elektrodou k okraji materiálu, kde bude svar ukončen, zvětšujeme postupně úhel sklonu, až dosáhneme v místě ukončení úhel 90° k povrchu základního materiálu. Pokračujeme dále ve sklonu v opačném smyslu vedení elektrody a s úhlem 20° od kolmice k základnímu materiálu vratným pohybem vyplníme koncový kráter svarovým ko-

vem, jak znázorňuje obr. 45.

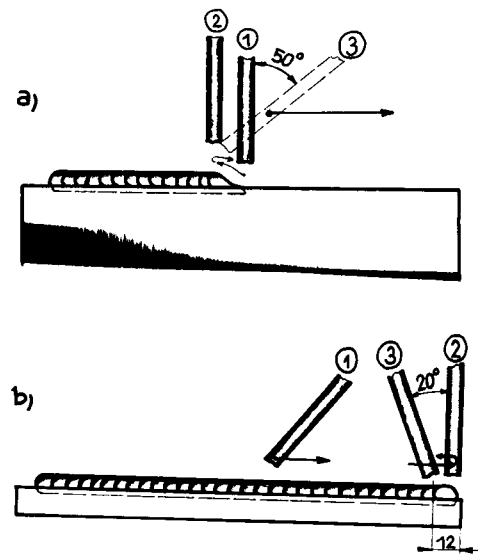


vem, jak znázorňuje obr. 45.



- a) Postup návarové housenky
- b) Šířka svarové housenky
- c) Svarová housenka

Obr. 44

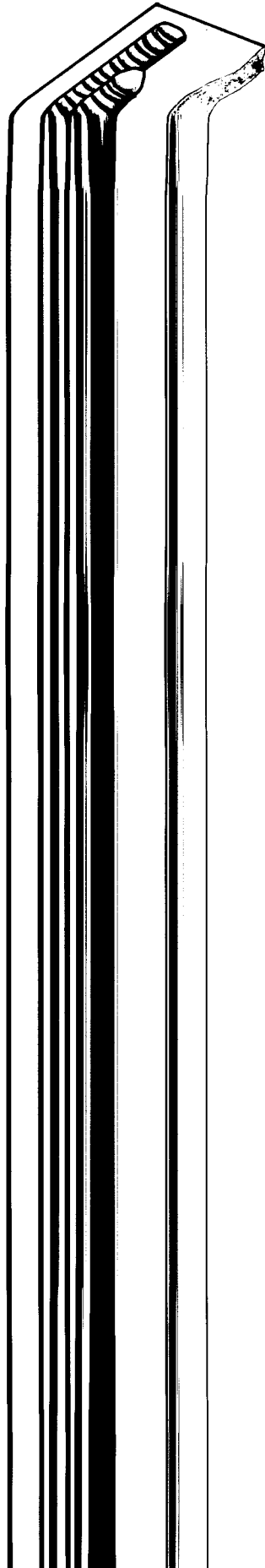
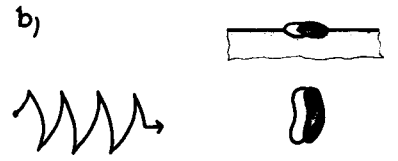
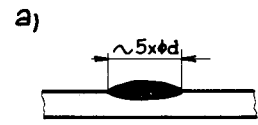
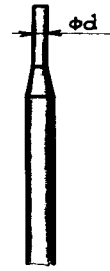
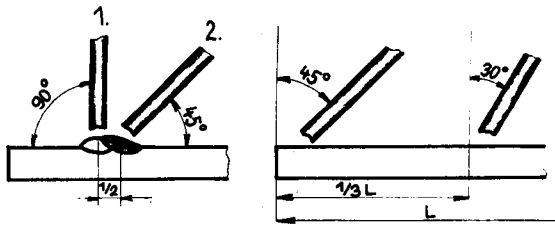


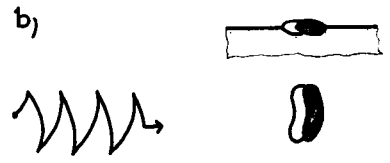
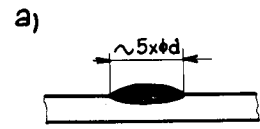
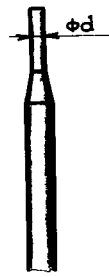
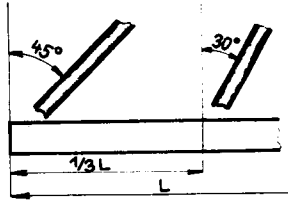
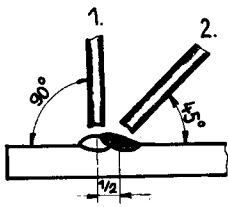
- a) Nastavení návarové vrstvy
- b) Ukončení návarové vrstvy

Obr. 45

13.4 Návar na návarovou plochu

Zhotovená svarová housenka se pečlivě očistí od strusky, aby se mohlo pokračovat další svarovou vrstvou. Vedení elektrody ve druhé svarové housence musí dodržovat úhel 45° nejen ve směru svaru, ale též ve směru bočního pohledu. Druhá svarová housenka překrývá první svarovou housenku polovinou šířky, aby se dodržovala stejnoměrná výška návaru. Ukončení svarových housenek se musí provést bez koncových kráterů s dokonalým nastavením v místech přerušení. Také se požaduje dodržovat stále stejnou výšku i šířku návarové housenky. Asi po jedné třetině délky změním úhel ve směru bočního pohledu na 30° , jak popisuje obr. 46.

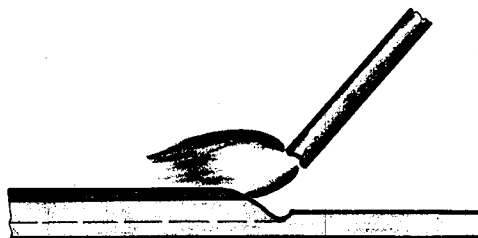




Působením magnetických sil bývá el. oblouk odchylován ze svého směru, a to hlavně u začátků, konců svarů, v rozích apod. Odchylování oblouku, protože vzniká magnetickými silami, říkáme magnetické foukání. Vyskytuje se při svařování ss proudem. U střídavého proudu je zanedbatelné. Foukání oblouku musí svařeč během svařování zvládnout, aby se vyvaroval chyb ve svarech. Foukání ovlivňujeme těmito způsoby:

- a) nakloněním elektrody proti směru foukání
- b) přeložením uzemnění do vhodnějšího místa
- c) použitím střídavého zdroje

Svařeč si musí udržovat pracovní stůl čistý. Na znečištěný stůl rozstříkem, struskou si svařenec dobře nesedne, kolébá se a svařovací proud se může přivádět z různých směrů a foukání oblouku lze těžko zabraňovat (viz obr. 48).



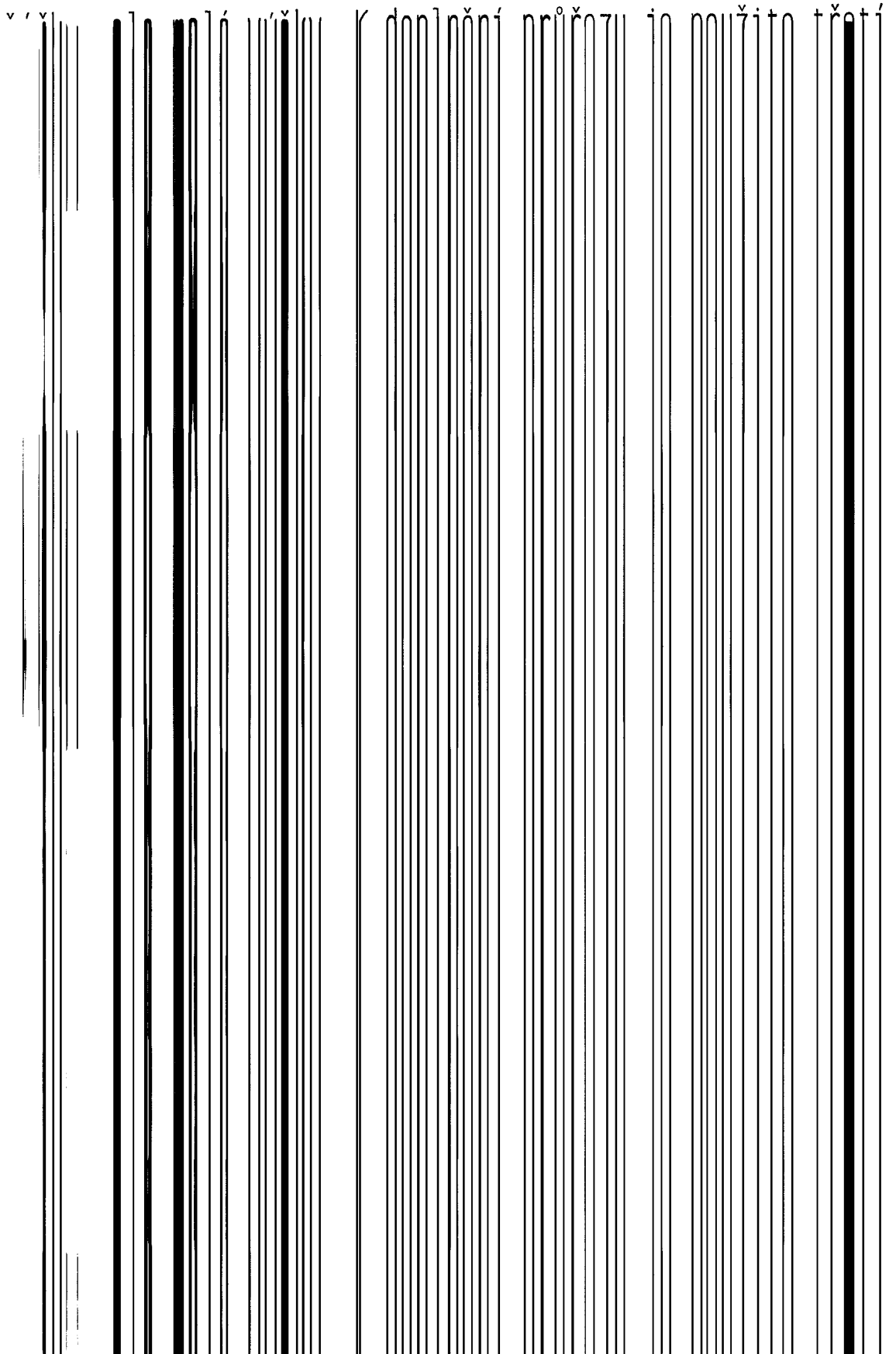
Foukání oblouku

Obr. 48

13.7 Svařování koutového svaru v poloze vodorovné shora - - třívrstvý

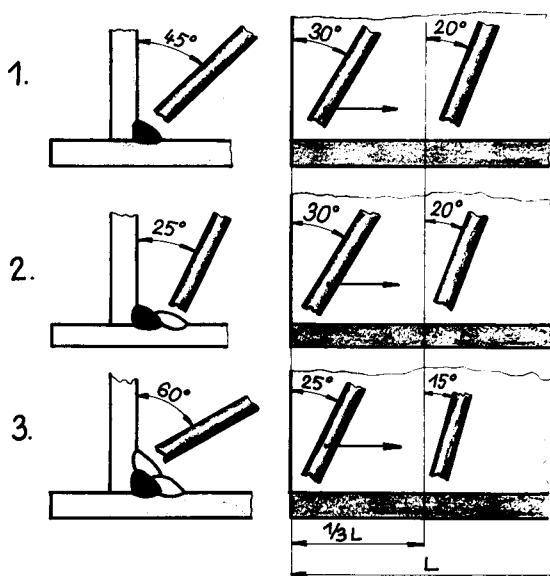
Při první vrstvě rozděljuje elektroda pravý úhel mezi stojinou a pásnicí na polovinu a tento sklon se dodržuje po celé délce svaru. Ve směru svařování svírá elektroda s kolmicí vedenou okrajem svařence úhel 30° , který se po první třetině délky svaru zmenší na 20° . S tímto sklonem se pokračuje ve zbývající délce svaru a v okraji se vratným pohybem vyplní koncový kráter.

Na povrchu svaru je uložena strusková pokrývka, která se očistí společně s rozstříkem kovu podél svaru. Po očištění se položí další svarová vrstva elektrodou stejného průměru. Osa elektrody protíná předchozí vrstvu v okraji styku s pásnicí, mezi elektrodou a stojinou je úhel 25° . V podélném sklonu ve směru svařování začíná elektroda v úhlu 30° , který se pozvolna zmenšuje na 20° . Tím vzniká svar žádané



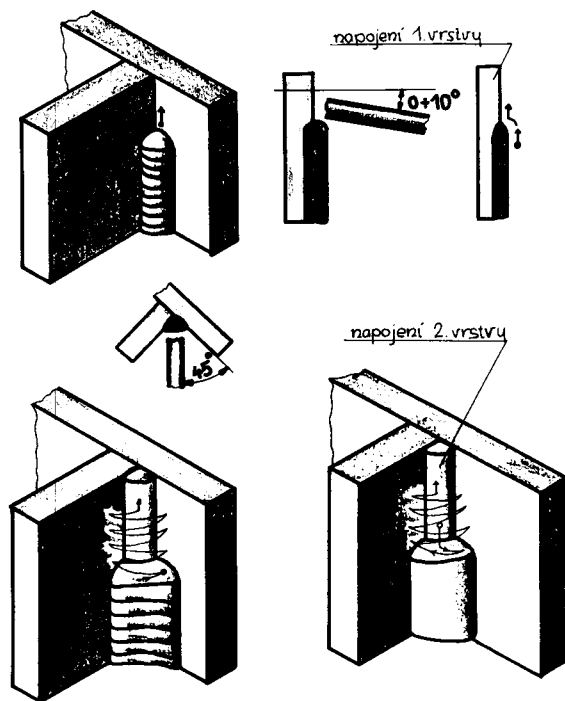
Na povrchu svaru je uložena strusková pokrývka, která se očistí společně s rozstříkem kovu podél svaru. Po očištění se položí další svarová vrstva elektrodou stejného průměru. Osa elektrody protíná předchozí vrstvu v okraji styku s pásnicí, mezi elektrodou a stojinou je úhel 25° . V podélném sklonu ve směru svařování začíná elektroda v úhlu 30° , který se pozvolna zmenšuje na 20° . Tím vzniká svar žádané šířky, ale malé výšky. K doplnění průřezu je použito třetí vrstvy, založené elektrodou opět stejného průměru. Osa elektrody protíná okraj povrchu první svarové vrstvy v místech styku se stojinou a vytváří ke stojině úhel 60° . Vyplňujeme prostor od poloviny druhé svarové vrstvy ke stojině na žádaný rozměr. V podélném směru začínáme v okraji s úhlem 25° , který se postupně zmenšuje na 15° .

Ve všech vrstvách se požaduje krátká délka oblouku (viz obr. 49).



Koutový svar v poloze vodorovné shora
třívrstvý

Obr. 49



Svařování koutového svaru dvojitvrstvého
v poloze svislé

Obr. 50

13.8 Svařování koutového svaru v poloze svislé - dvouvrstvý

Při tomto způsobu svařování jsou jednotlivé svarové housenky kladeny na svislé ploše, což způsobuje obtíže, protože svarový kov spoje má snahu odtékat směrem dolů. Svařování usnadníme elektrodou, která tu vlastnost, že struska i svarový kov jsou hustě tekoucí a rychle tuhnoucí. Tomu vyhovují elektrody bazické. Protože se svarový kov snaží odtékat je svarová vrstva tenčí a širší než při svařování v poloze vodorovné shora. Proto je nezbytné dodržovat krátký oblouk a používat elektrody o \varnothing 2,5 a 3,15 mm. Elektrodu vedeme od shora dolů, v úhlu, který nám pŕlí úhel mezi základním materiálem - tedy 45° . Úhel sklonu elektrody je $0 - 10^{\circ}$ od kolmice vedené na svarovou housenku.

Napojení první kořenové vrstvy se provádí tak, že oblouk zapálíme na dobře očištěném konci původní svarové housenky, několik mm od jejího konce. Elektrodu vedeme směrem nahoru až se dostaneme do místa konce svarové housenky, kde pokračujeme původním způsobem.

Pokládání druhé svarové vrstvy se provádí pohybem příčně kývavým s malými prodlevami na koncích, s rychlejším pohybem ve středu.

Napojení druhé svarové housenky se provádí tak, že oblouk se zapálí až za koncem původní nedokončené druhé vrstvy, podélným pohybem se vracíme s elektrodou dolů k místu konci druhé svarové housenky, který změním na příčně kývavý a pokračujeme vzhůru již popsaným způsobem normálního kladební housenky. Tento postup je na obr. 50.

13.9 Svařování tenkých plechů

13.9. 1. Rohový svar

Plech se sestaví v přípravku. Svařenec se uloží na desku podle obr. 51. Oblouk zapálíme lehkým dotykem elektrody o základní materiál. Sklon elektrody tvoří s povrchem úhel 40° a platí po celé délce svaru. Postupová rychlost musí být dostatečně velká, aby nedocházelo k protavení plechu, vedení elektrod se děje přímočarým pohybem. Vhodná je

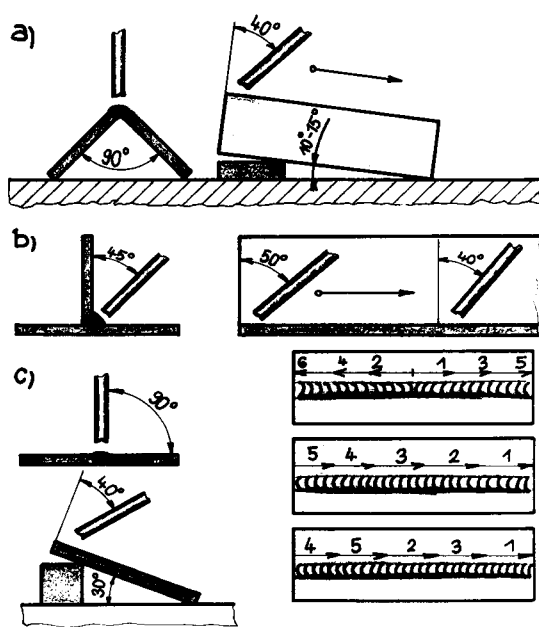
je elektroda E - 42.16, průměr elektrody je 2 mm.

13.9.2 Svar koutový, jednostranný, průběžný

Stojinu s pásnicí je vhodné nastehovat. Poloha elektrody pŕlí úhel mezi pásnicí a stojinou. Vedení elektrody je na obr. 51.

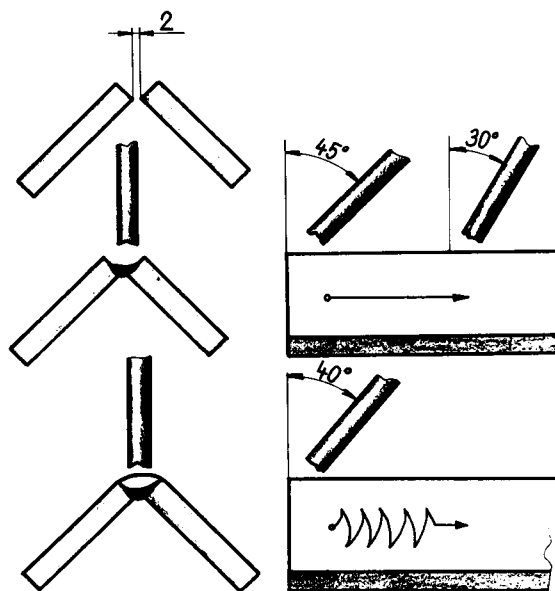
13.9.3 I svar jednostranný

Svařenec se podloží podle obr. 51c). Ve směru svaru je elektroda vedena pod úhlem 40° . Aby se zabránilo možné deformaci svařence je třeba svařovat materiál dle předem stanovených postupů, tzv. vystřídáváním svarů (viz obr. 51).



Svařování tenkých plechů

- a) rohový svar
- b) koutový svar
- c) I svar



Svařování rohového svaru v poloze vodorovné shora

Obr. 51

Obr. 52

13.10 Rohový svar v poloze vodorovné shora

Mezi jednotlivými dílci se ponechá styčná spára 2 mm.

V okrajích se provede nastehování. Pro první svarovou housenku je použito elektrody o \varnothing 3,15, pro druhou 4 mm. V první vrstvě je elektroda vedena nad styčnou spárou přímočarým pohybem s malou délkou oblouku. Ve směru svaru svírá elektroda s kolmicí vedenou okrajem sestavy úhel 45° , který se pozvolna zmenšuje na hodnotu 35° . Požadavkem je pravidelný povrch svaru bez natavení horních hran svarových ploch, se souvislým průvarem v kořeni svaru.

Po odstranění strusky a rozstřiku se pokračuje druhou vrstvou s \varnothing elektrody 4 mm. Elektroda je vedena příčně kývavým pohybem, s malými prodlevami na obou okrajích. Elektroda se vede pod úhlem 40° v celé délce svaru. Koncový kráter se vyplní svarovým kovem krátkým vratným pohybem elektrody. Zhotovení tohoto svaru je na obr. 52.

13.11 V - svar v poloze vodorovné shora

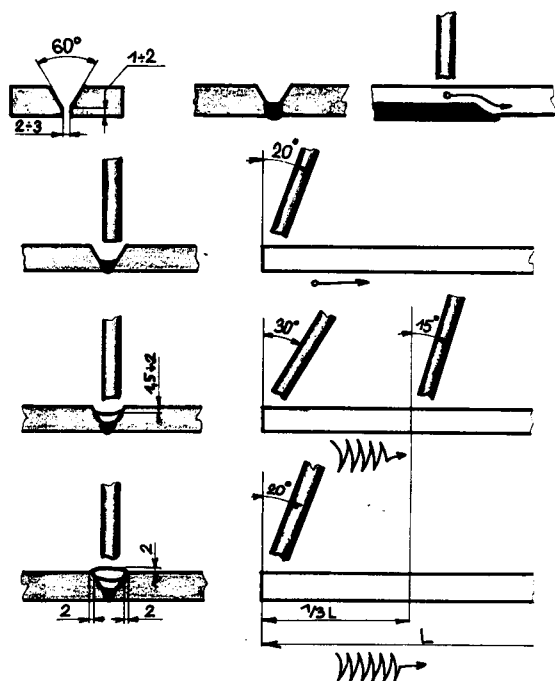
Kladení první - kořenové vrstvy. Díly určené ke svařování se upraví dle normy. Při svařování elektrodou řídce tekoucí se volí \varnothing 2 mm a pro hustě tekoucí 3 mm. Pro první vrstvu je vhodná elektroda \varnothing 2,5 (3,15) mm.

Při první vrstvě se vede elektroda přímočaře pod úhlem 20° . Svářeč musí věnovat kořenové vrstvě mimořádnou pozornost. Sleduje jak se natavují svarové plochy a velikost průvaru (převýšení kořene). Povrch kořenové housenky musí být plochý a úhel mezi povrchem svarové housenky a svarovou plochou větší než 90° . V okrajích svarových ploch nesmí vzniknout vruby. Pokud povrch kořenové vrstvy není plochý, musí se přebrousit. Spodní strana kořenové vrstvy musí být bez krápníků.

Kladení dalších svarových housenek. Očištění strusky a kontrola zhotovené svarové vrstvy je povinností svářeče před prováděním dalších svarových housenek. Pro danou druhou vrstvu volíme větší \varnothing elektrody. (nesmí ale dojít k protavení kořenové vrstvy, která bývá v místech probroušení slabá). V průběhu svařování nesmí struska předbíhat svarový kov. Povrch svarů musí být opět plochý a tvořit k okraji svarové plochy úhel větší než 90° .

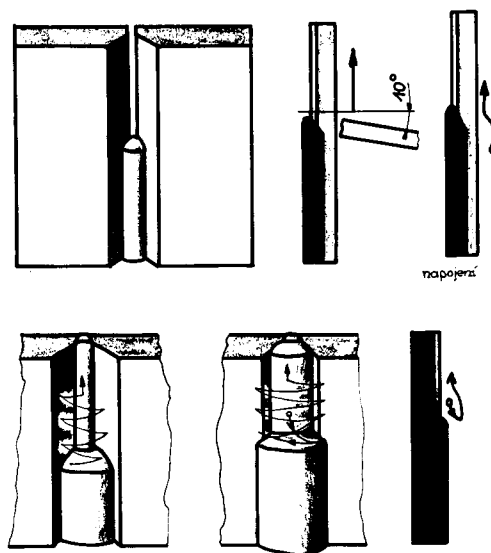
Vedení elektrody provádíme pohybem příčně kývavým. Povrch předposlední svarové housenky končí 2 mm pod horním okrajem svařovaných dílů. Předvedeme tak neúměrnému převýšení poslední vrstvy a nepravidelnosti jejího povrchu. Okrajové hrany svarových ploch základního materiálu tak zůstanou zachovány, aby určovaly směr a šířku poslední, krycí vrstvy. Elektrodu vedeme ze začátku pod úhlem 30° a pozvolna úhel měníme na 15° .

Zhotovení krycí vrstvy. Poslední, krycí vrstva se zhotovuje elektrodou o \varnothing 5 mm (6,3 mm), uzavírá svar převýšením 2 mm. Je nezbytné, aby přechod mezi základním materiálem a krycí vrstvou byl pozvolný a plynulý. Krycí vrstva přesahuje okraje svarových ploch na obou stranách o 2 mm. K vedení elektrody se opět používá příčně kývavého pohybu elektrody. Elektrodu vedeme pod úhlem 20° (viz obr. 53).



Svařování V svaru v poloze vodorovné shora

Obr. 53



Svařování V svaru v poloze svislé

Obr. 54

14. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo posoudit a vybrat nejvhodnější didaktické pomůcky pro výuku, jejich technické zpracování a návrh metodiky pro vyučování ve svařovacích školách. Při vypracovávání jednotlivých kapitol bylo přihlíženo k tomu, že se bude vyučovat ve stupni, odpovídajícímu učňovské škole a střední průmyslové škole.

Výhodnost použití jednotlivých didaktických pomůcek a jejich další možnosti uplatnění jsou zpracovány přímo u jednotlivých kapitol.

Modernizace a automatizace proniká nejen do výrobních odvětví, ale též do škol v podobě nových, modernizovaných přístrojů, a proto je vhodné, abychom s nimi byli seznámeni a znali jejich možnosti a parametry a s jejich pomocí mohli zkvalitňovat a zefektivňovat výuku.

Boris Vlad. Sv

V závěru bych rád poděkoval konzultantům s. J e n š í m u a s. ing. M a r t í n k o v i za účinné rady a připomínky, které mi usnadnily vypracovat tuto diplomovou práci.

Děkuji rovněž s. ing. H o n k o v i za poskytnutí některých materiálů a podkladů.

S E Z N A M P Ř Í L O H
=====

1. K diplomové práci je přiloženo 27 ks obrázků formátu A4, jako podklady pro zhotovení diapozitivů pro výuku ve svařovacích školách.
2. Dále je přiloženo:
2 sady diapozitivů v diarámečcích formátu 5 x 5 cm, které jsou určeny přímo pro audiovizuální předvádění.
Celkový počet diapozitivů = 110 ks

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY
=====

1. Tůma J. a kol.: Moderní technické prostředky ve výuce.
Praha, SPN 1974
2. Bernas J. a kol.: Svařování, I. díl. ČB 1973
3. Krňák R.: Kvalifikační příručka svářeče el. obloukem.
Praha, Nakl. Práce 1974
4. Jedlička J.- Hauner M.: Svařování v otázkách a odpově-
dích. Praha, SNTL 1975
5. Pilarczyk J.: Otázky a odpověde zo zvarania elektrickým
oblúkom. Bratislava, ALFA 1976
6. Hluchý M. a kol.: Nauka o materiálu. Praha, SNTL 1976
7. Hluchý M. a kol.: Strojírenská technologie, Praha SNTL 1976
8. Pluhař J. - Korita J.: Strojírenské materiály Praha,
SNTL/ALFA 1977
9. Klingora Z.: Strojírenská technologie. Praha, SNTL 1971
10. Kleander A.: Přídavné materiály pro svařování. Praha,
SNTL 1966
11. Bartoš J. a kol.: Strojnické tabulky. Praha, SNTL 1970
12. Vladař J. - Fetter F.: Elektrotechnika a průmyslová
elektronika. Praha, skripta ČVÚT 1979
13. Materiály n. p. ŽAZ Vamberk: Přídavné materiály pro sva-
řování kovů
14. Směrnice VÚZ Bratislava a SVÚM Praha
15. Metodické pokyny a informační listy pro školení a zkouš-
ky svářečů. VÚZ Bratislava a SVÚM Praha
16. Materiály n. p. MEZ Broumov
17. Československé státní normy
18. Propagační materiály fy Pentacon, Dresden
19. Propagační materiály n. p. MEOPTA.
20. Časopis Československá fotografie
21. Návody k použití přístrojů pro výuku ve školách