

BOHUMIL DOBROVOLNÝ

RUČNÍ ZPRACOVÁNÍ A OBRÁBĚNÍ KOVŮ

VII. VYDÁNÍ

POMŮCKA PRO ŠKOLENÍ DOROSTU A DĚLNÍKŮ V PRŮMYSLU

www.digiBooks.cz

V této knize jsou popsány nejdůležitější pracovní metody a nástroje používané při ručním zpracování a obrábění kovů ve strojírenství. Výklad je zjednodušen tak, aby dával ucelený přehled základních operací, z nichž se skládá ruční obrábění, materiálu, jehož se při tom používá, a povšechných vědomostí, nezbytných k této práci.

Kniha je určena dělníkům, kteří přecházejí do kovoprůmyslu z jiných oborů, žákům průmyslových škol a samoukům. Může být pomůckou i pro polytechnickou výchovu na středních školách.

Redigoval: Karel Schück

Redakce strojírenské literatury II, vedoucí redaktor
ing. Josef Klepetko

Předmluva	5
1. Zdraví nadě vše	7
Hlášení úrazů	9
Odškodnění za pracovní úraz	9
Trestní odpovědnost za úrazy	10
Trestní zákon správný	11
2. Jak studovat v této knize	12
3. Obrábění ve strojárnách	13
4. Stručný přehled technických materiálů	14
5. Technické výkresy	17
Normalisované písmo	20
Velikosti technických výkresů	21
Kótování (vpisování rozměrů)	26
Značení obrobení povrchu	29
6. Názvy zámečnických nástrojů — přehled	35
7. Svěrák — postoj při práci	42
8. Řezání ruční pilkou	45
Pilka	45
9. Pilování	49
Pilníky	51
Rašple	58
10. Měření	59
Měření délek	59
Měření rovinnosti ploch	66
Licování a kalibry	67
11. Orýsování	72
12. Vyklepávání	76
13. Rovnění (vyrovnávání)	78
14. Ohýbání	80
15. Vinutí pružin	84
16. Sekání	86
17. Zaškrabávání, tušírování	90
Zabrušování	93
18. Stříhání	94
19. Děrování (prorážení)	97
20. Vrtání	99
Kopinatý vrták	100
Šroubovitý vrták	101
Volba řezné rychlosti a posuvu	104
Zvláštní druhy vrtáků	108
Vrtačky	110
21. Vystružování	113
22. Ruční řezání závitů	117
Metrický závit obyčejný, tabulka	118
Whitworthův závit, tabulka	119
Řezání závitů v díře	119
Řezání závitu na dřívku	122
23. Ruční kování	125
Ohřev materiálu	126
Kovářské nástroje	128
Kovářské stroje	129

Svařování v ohni, s přeplátováním	132
24. Nýtování	134
Ztužování (temování)	141
25. Pájení	142
Pájení měkkými pájkami	142
Pájení tvrdými pájkami	145
26. Svařování	149
Svařování plamenem	149
Rezání plamenem	158
Elektrické svařování	159
Odporové svařování	160
Obiourkové svařování	163
Thermitové svařování	169
27. Černění povrchu	171
28. Leptání kovů	172
29. Tepelné zpracování kovů — přehled	173
30. Kalení a napouštění	177
Ohřev před kalením	178
Postup při kalení	180
Napouštění	183
Zušlechťování oceli	186
31. Cementování — nitridování	187
32. Broušení (ostření) nožů a vrtáků	189
33. Jak prodloužíme trvanlivost nástrojů	196
1. Hlazení (lapování) pracovních povrchů	196
2. Moření nástrojů	197
3. Elektrolytické leštění	197
4. Tepelné zpracování nízkými teplotami	197
5. Chromování nástrojů	198
6. Kyanování nástrojů	199
7. Elektrojiskrové zpevňování břitu nástrojů	200
34. Stachanovské hnutí a nové pracovní metody	202
35. Technické normování výkonu	205
Technické normování výkonu a produktivity práce	205
Norma jako základ závodního plánu	206
Druhy spotřeby pracovního času	207
Technická norma času a norma výkonu	208
Výrobní operace a její hlavní části	209
Prověrka výrobních možností pracoviště	210
Stanovení nejproduktivnějšího postupu práce	211
Výpočet prováděcího (operačního) času	211
Výpočet normy času na kus	212
Výpočet času na přípravu a zakončení	213
Výpočet normy kalkulačního času kusového	213
Chronometráž	214
Snímek pracovního dne a jeho význam	215
Zavedení technických norem	215
36. Otázky k opakování a procvičení látky	218
Literatura k dalšímu studiu	234
Abecední rejstřík	235

K vítězství socialismu je třeba, aby každý pracující byl všestranně vzdělaný člověk. Příliš jednostranný pracovní výcvik činil za kapitalismu z dělníka pouhé příslušenství stroje a zužoval jeho přehled o celém výrobním pochodu. Tento jednostranný výcvik nyní nahrazujeme všestrannou a přitom důkladnou výchovou pracujících. Odborná výchova musí každému umožnit, aby poznal pokud možno celou soustavu výroby a mohl podle potřeb společnosti a svých vloh volit výrobní odvětví, v němž bude pracovat. Dnes už nestačí, aby dělník znal jen práci, kterou právě dělá. Nového, pokrokového člověka, hrdinu práce, jehož vyzdvihla teprve naše doba, to nemůže uspokojit. Dnes má každá práce jasně vyjádřený tvůrčí charakter a je stále zřejmější, jak se postupně zmenšují podstatné rozdíly mezi duševní a tělesnou prací.

Tím, že se pracující činně účastní řízení a zlepšování výroby, otevírají se nové možnosti, jak zvětšovat produktivitu práce. Tvůrčí práce vyžaduje stále nových a nových znalostí a vede k všeobecnému růstu kulturní i technické úrovně.

Na této krásné cestě za pokrokem je naše kniha prvním průvodcem. Popisuje hlavní pracovní úkony při ručním obrábění kovů zhruba v tom rozsahu, v jakém se s nimi musí seznámit každý, kdo nastupuje práci v kovoprůmyslu. Může prospět hlavně začátečníkům, protože je přehledně seznámí s celým rozsahem pracovního oboru. Doplňuje nejzákladnější strojnické a technologické znalosti, přesnějším výkladem pomáhá upevnit již získané vědomosti a prohlubuje odborným zdůvodněním praktickou zkušenost. Výběr nástrojů pro jednotlivé úkony se stále zpřesňuje, takže každý pracující musí mít přehled o celém rozsahu svého řemesla i o některých příbuzných řemeslech, aby uměl vždy správně volit nejvhodnější nástroj a nejlepší pracovní postup.

Ruční obrábění kovů nebude zejména při kusové výrobě ze strojření nikdy zcela vytlačeno. Proto i přes veliký pokrok strojního obrábění zůstává zručnost v ručním obrábění znakem odborné kvalifikace všech kovodělníků, na př. zámečníků, nástrojařů, šablonářů, montérů atd. Proto má tato knížka stále větší význam jako první pomůcka při výstavbě socialismu u nás. Šest vydání, rozebraných v několika letech, dokazuje, že je to pomůcka užitečná a hledaná.

B. Dobrovolný

1. ZDRAVÍ NADE VŠE

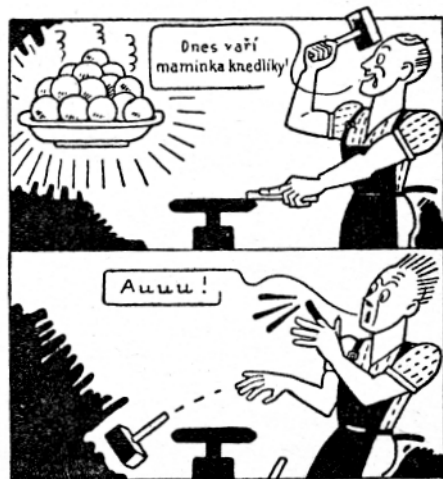
Zdraví je naším největším pokladem, ale obvykle si to člověk uvědomí teprve tehdy, když je ztratil.

Začátečník utrpí v prvních měsících svého zaměstnání pětkrát tolik úrazů než zkušený dělník, protože ještě nezná nebezpečí nové práce, je neopatrný a zbrklý. Nejlepším prostředkem proti úrazům je *pozornost* (obr. 1). Hodně pomáhá i sport, neboť tělesně zdatný a obratný člověk víc vydrží a také se rychleji uhe. Velmi důležité jsou *odborné znalosti*: odborník pozná nebezpečí dřív, než je pozdě.

Stroj může pracovat i za špatných podmínek, bez ošetření, ve špíně a prachu, jenže málo vydrží; totéž platí i pro lidské tělo. Snese mnoho, člověk zůstává živ i za nepříznivých okolností, ale jeho celkový zdravotní stav se zhoršuje, život se zkracuje. Často potkáte čtyřicátníka, který vypadá, jako by mu bylo šedesát let. Nešetřil své zdraví, největší poklad, jaký mu byl svěřen. Zejména dřív se podnikatelé málo starali o zdravé pracovní prostředí a o bezpečnostní opatření, ale obvykle víc škodí to, co člověk dělá ve volném čase, po práci. Nový motocykl každý pečlivě ošetřuje a čistí — ale na své zuby leckdo zapomíná.

Á takových přirovnání by se našlo mnoho. Špatný tělesný a nervový stav snižuje pracovní schopnost, ubírá vám i vašemu okolí radost ze života. V našem novém státě je péče o zdraví a životy pracujících svěřena především odborové organizaci. Vzorem je nám Sovětský svaz, kde bylo soustavnou péčí dosaženo za stalinských pětiletok podstatného snížení úrazovosti. Zákon o pětiletém hospodářském plánu přinesl též ustanovení o tom, jak se má

Při práci se neoddávej snění —



— skutečnost je tvrdá!

Obr. 1. Pozornost je nejlepším prostředkem proti úrazům.

soustavně pečovat o účelné a hygienické vybavení pracovišť, o zdravotní a ochranná zařízení. Byly zřízeny komise pro ochranu a bezpečnost práce v závodech, jež jsou pomocným orgánem závodních rad. Stále roste počet bezpečnostních techniků a závodních lékařů.

Péče o život a zdraví je především povinností a právem pracujících. Tím, že se pracující člověk stává hospodářem na svém pracovišti, mění se i jeho vztah k bezpečnosti a hygieně práce. Ve všech otázkách, i při drobných úrazech, obracíme se na referenty pro zábranu úrazů a na závodního lékaře. O úrazu se sepíše s referentem protokol a závodní lékař zařídí léčení. Přísným zachováváním tohoto postupu se vyhneme mnohým nepříjemnostem, protože i ze zdánlivě nepatrného zranění se může vyvinout vážný případ.

Většina úrazů bývá způsobena neopatrností, lehkovážností, zanedbáním bezpečnostních předpisů, prostě vinou pracujících. Proto má tak velký význam soustavná výchova v úrazové zábraně. Sledujeme-li příčiny hlášených úrazů v kovoprůmyslu v průměru za celý rok, zjistíme přibližně toto:

Příčina úrazů (v procentech):

Stroje	22
Břemena	11
Nárazy, ostré předměty	11
Pády osob	10
Doprava	9
Třísky, úlomky atd.	8
Pády předmětů	7
Škodliviny	6
Nástroje	4
Jeráby, výtahy	3

Zbytek, asi 9%, připadá na úrazy elektrickým proudem, transmisemi atd. Nad touto statistikou se podrobněji zamyslete, protože ukazuje, kde je nejvážnější nebezpečí úrazu.

Několik všeobecných pravidel úrazové zábrany, jichž dbáme při práci:

1. Nesnímáme ochranné kryty, zejména u ozubených kol, ani když se zdá, že při práci překážejí. Překážejí-li skutečně, je třeba ve spolupráci s bezpečnostním technikem zlepšit jejich konstrukci.

2. Nesmíme nosit příliš volný oděv a ženy nesmějí ve strojárnách pracovat bez pokrývky na hlavě — uvolněné vlasy vedly už často k vážnému úrazu.

3. Při strojním obrábění nesmíme nikdy odstraňovat třísky rukou. Používáme k tomu háčku s ochranným plechovým krytem, jako je u kordu, abychom si neporanili ruce.

4. Abychom se mohli na práci soustředit, nesmíme se při ní bavit a nemáme si ani zpívat atd. To vše rozptyluje pozornost.

5. Při ostření nástrojů používáme vždy ochranných brýlí.
6. Nesmíme stroj čistit a mazat za chodu.
7. Neznámé mechanismy musíme vyzkoušet v době, kdy stroj stojí. Poradíme se s mistrem, jak jich používat.
8. Odpad a třísky nemají odletovat na podlahu kolem stroje. Ohrožuje to bezpečnost dělníka u stroje i ostatních spolupracovníků.
9. Elektrické zařízení má opravovat jen údržbář, elektrikář. S vypínači zacházíme šetrně.
10. U stroje musí být souprava nářadí, abychom na př. mohli používat vždy jen klíčů správné velikosti a pod.

11. Než vám ruce prací ztvrdnou a zvyknou si na nástroje, natírejte si před prací dlaně dvou až tříprocentním roztokem formalinu ve vodě. Kůže tím ztvrdne a neodře se. Roztok ovšem nesmí přijít do otevřených ran.

Osobní ochranné pomůcky (brýle, štítky, pracovní rukavice, kožené zástěry atd.) opatřuje sice závod, pracující se však musí především sami starat o jejich údržbu a včasnou výměnu. Velký význam má i správný pracovní oděv, protože mnoho nehod vzniká tím, že pohyblivé části stroje zachytí za volný nebo natržený šat. Dochází tak i k velmi těžkým úrazům. Pracovní oděv má být přiléhavý, bez vnějších kapes (aby do nich dělník neodkládal menší nástroje, na př. šroubováky a pod., jimiž by se mohl poranit). Hlava musí být chráněna lehkou čepicí. Knoflíky mají být stiskací nebo na vnitřní zapínání.

Hlášení úrazů

Podle zákona o národním pojištění (§ 223, odst. 2) je zaměstnavatel povinen ohlásit okresní národní pojišťovně úraz do 8 dnů po dni, ve kterém se úraz stal. Netrvá-li pracovní neschopnost déle než 3 dny, nemusí se úraz hlásit, ale záznamy se vedou o všech úrazech. K hlášení úrazů jsou vydány tiskopisy, které je třeba svědomitě vyplnit. Nemoci z povolání, které zákon o národním pojištění klade na úroveň pracovním úrazům, se rovněž ohlašují okresní národní pojišťovně, avšak na jiných formulářích. Za nemoci z povolání se považují pouze nemoci uvedené v příloze k tomuto zákonu, jestliže byly způsobeny při výkonu zaměstnání v podnicích, které jsou rovněž v seznamu uvedeny.

Odškodnění za pracovní úraz

Odškodňují se jen úrazy pracovní, t. j. ty, které pojištěnci utrpí přímo při výkonu svého zaměstnání nebo v souvislosti s ním, počítajíc v to cestu do práce a zpět, pokud ji zaměstnanec nepřerušil z důvodů, které se zaměstnáním nespojují. Dále se jako pracovní odškodňují úrazy při výkonech, k nimž byl pojištěnec přibrán mimo zaměstnání, zakládající povinné pojištění, a to zaměstnavatelem, jeho jménem nebo osobou pojištěnci v pracovním poměru nadřízenou, a úrazy při hromadné pomoci v zájmu celku (brigády).

Úrazovým odškodněním se postiženému hradí hospodářská ztráta jež mu vznikla tím, že byla po tělesné nebo duševní stránce snížena jeho pracovní schopnost. Pracovní úraz, který může nastat i v krátké době po vstupu do zaměstnání, posuzuje lékař podle výše a trvání ztráty výdělečné schopnosti. Ztrácí-li zraněný více než 10%, ale méně než 20% výdělečné schopnosti, dostává jednorázové úrazové odškodné, jež činí trojnásobek ročního důchodu, který by odpovídal stupni ztráty výdělečné schopnosti.

Příklad: Dělník vydělával rok před úrazem 8400 Kčs. Úrazem utrpěl ztrátu 15% výdělečné schopnosti. Plný úrazový důchod při stoprocentní nezpůsobilosti je $\frac{2}{3}$ průměrného ročního výdělku před úrazem, t. j. 5600 Kčs ročně. Z toho 15% je 840 Kčs a trojnásobek, 2520 Kčs, je jednorázové odškodné.

Úrazový důchod se vyplácí, snížila-li se úrazem výdělečná schopnost aspoň o 20%. V uvedeném příkladu by při dvacetiprocentní výdělečné neschopnosti činil 1120 Kčs ročně. Odškodné se neposkytuje, je-li výdělečná schopnost úrazem snížena o méně než 10%. Menší úrazy se však počítají v úhrnnou ztrátu výdělečné schopnosti. Když pracovní úraz způsobí i dlouhodobou neschopnost k práci, ale je vyléčen a nezanechá následky, není pojištěnci přiznán ani důchod, ani jednorázové odškodné. Úrazový důchod se vyplácí ode dne, který následuje po zastavení nemocenského nebo po skončení ošetřování v nemoci. Nárok na jednorázové odškodné vzniká dnem, kdy ztráta výdělečné schopnosti nabude trvalé povahy, nejpozději však do jednoho roku od skončení ošetřování v nemoci.

Je-li ztráta výdělečné schopnosti aspoň 20% a nejvýše 45%, může zraněný na svou žádost dostat místo důchodu nebo jeho části odbytné. Všechny nároky na odškodnění za pracovní úrazy se promlčují ve dvou letech ode dne úrazu.

Trestní odpovědnost za úrazy

Úrazy způsobené úmyslně nebo zaviněné nedbalostí posuzuje trestní zákon jako trestné činy. Úrazů z nedbalosti je velmi mnoho. Posuzují se jako trestný čin, jestliže pachatel věděl, že si úraz může způsobit, ale spoléhal, že si jej nezpůsobí, anebo sice nevěděl, že úraz může způsobit, ale vzhledem k okolnostem a k svým osobním poměrům o tom vědět měl.

Tresty za poškození zdraví úmyslně způsobeným úrazem stanoví § 219 až 220 trestního zákona odnětím svobody na 6 měsíců až 5 let. Za ublížení na zdraví z nedbalosti (§ 221—222 zákona č. 86 Sb.) se vyměřuje trest vězení na dobu od 3 měsíců do 5 let.

Trestné činy se stíhají soudně. Byl-li však pracovní úraz způsoben úmyslně nebo hrubou nedbalostí zaměstnavatele nebo jeho zástupce, může na nich Ústřední národní pojišťovna a Státní úřad důchodového zabezpečení vymáhat náhradu všech výdajů, spojených s léčením úrazu a poskytováním dávek i do budoucna. Tyto výdaje musí nahradit ten, kdo byl v trestním

řízení uznán vinníkem. Uplatnění nároků na peněžitou náhradu je t. zv. *regresní řízení*. Má na ně právo i zraněný nebo jeho pozůstalí, pokud ovšem jejich nárok na náhradu škody převyšuje nárok pojišťovny nebo Státního úřadu důchodového zabezpečení.

Trestní zákon správní

Podle § 76 nového trestního zákona správního č. 88 Sb. ze dne 12. července 1950 bude potrestán pokutou do 20 000 Kčs nebo odnětím svobody až na 3 měsíce ten, kdo poruší právo zaměstnanců na ochranu života a zdraví při práci, zejména kdo nezařídí nebo neudrží předepsané bezpečnostní a zdravotní zařízení nebo neučiní předepsaná opatření na ochranu zaměstnanců při práci.

Pokuty nebo potrestání podle trestního zákona správního může uložit ONV nebo z jeho pověření MNV.

Výrobce zajišťuje odběrateli *záručí listinou*, že dodaný stroj, strojní nebo provozovací zařízení, provedená stavba a pod. vyhovují bezpečnostním předpisům, platným v době dodávky. Starší zařízení často novým předpisům nevyhovuje a vedení závodu je v takovém případě povinno napravit tento stav na svůj náklad. Vedoucí, který se nestará o bezpečnost při práci, může být trestně stíhán.

Chce-li pracující vyrůst v opravdového mistra svého oboru, musí vědět, co jeho růstu brání. Je to nedostatek vědomostí. Proto kladli naši velcí učitelé, Lenin, Stalin i prezident Gottwald, vždy tak velký důraz na učení, sdělování zkušeností. „Za vše, co je ve mně dobré, vděčím knize,“ napsal M. Gorkij.

Knihu ovšem nestačí jen přečíst. Musíme ji také umět prostudovat. Náš stručný návod vám ukáže, jak si při tom máte počínat.

Nejprve celou knihu *prolistujte*, bez podrobnějšího čtení. Všimněte si jen hlavního rozdělení a povšechného obsahu, tedy jen titulků. Tím se seznámíte s celým jejím rozsahem. Pak teprve začněte studovat soustavně; vše vám bude jasnější než při čtení od začátku, které se doporučuje u románů (aby člověk předem nevěděl, jak to skončí), ale je špatné u odborné knihy.

Soustavnou četbu začínáme *s tužkou v ruce*. Zajímavá a důležitá místa zaškrťávejte na okraji; velmi důležitá označte vykřičníkem. Odstavce nebo pojmy, které vám nejsou jasné, označte vlnitou čarou nebo otazníkem. Kde je to nutné, připište hned vlastní poznámku, názor, odvolání na jiné místo. Nebojte se, že si tím knihu zkazíte. Naopak, sblížíte se s ní, zpracujete-li ji takto po svém, a až se k ní po letech opět vrátíte, najdete v poznámkách kus svého mládí.

Než *přerušíte* čtení, na chvíli se zamyslete a opakujte si v duchu, co nového jste poznal. *Pokračujete-li* později v práci, přehlédněte zhruba předchozí stránky. Narazíte-li na nějaký důležitý pojem, který neznáte, hledejte příslušné heslo vzadu v abecedním *rejstříku*. Najdete tam číslo stránky, kde je o té věci další výklad. Své znalosti kontrolujte zodpovídáním otázek, které jsou vzadu uvedeny. Tyto otázky vyčerpávají a opakují zhruba vše důležité, co bylo popsáno. Tak prostudujte podrobně celou knížku, se zájmem a s chutí. Pak stačí asi za čtrnáct dní se k ní znovu vrátit, abychom si látku zopakovali. S rostoucí praktickou zkušeností potom ještě jednou podrobně probíráme jenom odstavce, které nás zajímají, protože se týkají věcí, na nichž právě pracujeme. Až se naučíte zhruba všemu, co je v knize uvedeno, a své poznatky doplníte a přezkoušíte zkušeností v dílně, postoupil jste na první stupeň odborníka. Znáte slušně a v přehledu obrábění kovů. Je to asi čtvrtina strojnické technologie. Po ní následuje nauka o strojním obrábění, o tepelném zpracování a o montážních a dokončovacích pracích.

Než však začnete pracovat v dílně, přečtěte si znova pozorně část o bezpečnostní technice a úrazové zábraně (str. 7—9).

3. OBRÁBĚNÍ VE STROJÍRNÁCH

Obrábění je výrobní pochod, při němž se z polotovaru ubírají nástrojem třísky, aby vyráběná součást dostala konečný, výkresem předepsaný tvar.

V podstatě můžeme materiál obrábět *ručně* nebo *strojně*.

Za starých dob uměli zámečníci ručně udělat skoro všechno. Stroje byly nedokonalé, jejich práce se musela ručně dokončovat. Dodnes se význam zručnosti udržel v četných řemeslech; výcvik všech kovodělníků začíná pilotováním. Má to i hlubší význam: poznáme tak rozdíly mezi základními technickými materiály z vlastního názoru.

Ručně (nebo i strojně) můžeme materiál obrábět *ubíráním třísek* (řezáním, vrtáním atd.) nebo zpracovat *tvářením*, obvykle za tepla (kováním, lisováním atd.). *Nástroj* pracuje, *přípravek* drží součást nebo materiál, *měřidlem* kontrolujeme rozměry. Vše, co slouží k přímému hotovení výrobků, nazýváme *nářadí*.

Součást se vyrábí určitým výrobním (technologickým) postupem. Postupy různých dílen při výrobě stejné součásti se mohou značně různit, protože záleží na četných vlivech (stroje, nářadí, zručnost a zvyky dělníků atd.).

Když tento postup sestavujeme, musíme nejprve prostudovat výkres. Už proto musí každý dělník v kovoprůmyslu umět číst technické výkresy. Z výkresu zjistíme tvar, rozměry, požadovanou přesnost, materiál, tepelné zpracování, úpravu povrchu atd. Podle toho zvolíme výchozí materiál a jeho rozměry. K čistým (konečným) rozměrům, které má mít součást po dohotovení, přidáváme přídavky na opracování. Potom určíme na součásti základní (výchozí) plochu, od níž budeme vycházet při měření. Tu také nejdříve obrobíme. Stanovíme pořadí operací a zvolíme vhodné nářadí, stroje, měřidla a upínací přípravky.

Protože v našem výkladu neprobíráme výrobu určitých součástí, nýbrž základní ruční operace, bude každá práce popsána všeobecně, s příklady, jak jí použít při obrábění různých součástí.

4. STRUČNÝ PŘEHLED TECHNICKÝCH MATERIÁLŮ

O různých druzích materiálu, používaného v technice, je v této knize pojednáno jen heslovitě, aby se její rozsah příliš nezvětšoval. Bližší poučení najdeme ve speciálních spisech (na př. *B. Dobrovolný*, *Mechanická technologie*, Práce, V. vydání 1952).

Technické železo se získává ze železných rud ve vysoké peci. Tekuté železo se občas vypouští odpichem z pece do pánví (pod názvem *surové železo*, jehož je několik druhů) a odváží se k dalšímu zpracování, nebo se vypouští na slévací pole do jamek, kde tuhne v housky.

Surové železo z vysoké pece obsahuje množství příměsí, je křehké a nehodí se na výrobu strojních součástí. Musí se vyčistit přetavením a zlepšit přísadami.

Šedá (strojní) litina vzniká přetavením (pročištěním) šedého surového železa v šachtovité peci ve slévárně (v t. zv. kuplovně). Tekutá šedá litina se odlévá do forem z písku, hlíny a j., a tak vznikají odlitky. Přímou ze surového železa se odlitky neodlévají, protože není dost čisté a také to dobře nepřipouští dělba práce. V kuplovně tavíme i odpad a staré, rozbité stroje (zlomkovou litinu).

Očkováná litina obsahuje přísady malého množství hořčíku, ceru a j. Je velmi pevná a tažnější než šedá litina, která je křehká.

Temperovaná litina vzniká zkujněním odlitků z bílé litiny (zpravidla jen drobnějších). Tepelným zpracováním ztrácejí odlitky křehkost, kterou způsobuje hlavně uhlík obsažený v litině.

Ocel je slitina železa s uhlíkem (jehož může být nejvýše 1,7%). Čím více uhlíku ocel obsahuje, tím je tvrdší. Ze surového železa se ocel vyrábí v ocelárnách pročištěním (rafinací) a snížením obsahu uhlíku (na př. v martinových pecích). Ušlechtlejší oceli se ještě dále přetavují a čistí a mísí se s přísadami v elektrických pecích. Mezi ocelí a litinou je ten základní rozdíl, že ocel je kujná a za tepla tvárná a zpravidla je též pevnější než litina.

Ocel s obsahem asi 0,1 až 0,15% uhlíku se nazývá měkká *uhlíková ocel*. Dříve se jí v praxi říkalo „železo“ a názvem „ocel“ se označovaly jen druhy s pevností od 50 kg/mm² výše.

Při větším množství uhlíku vzniká pevnější, kalitelná a tvrdá ocel uhlíková. Velmi tvrdá ocel má asi 0,8% uhlíku.

Četné speciální oceli obsahují kromě uhlíku ještě zúšlechťovací kovy

(mangan, nikl, chrom, molybden, wolfram a j.), které dávají ocelím zvláštní vlastnosti. Takové oceli se pak jmenují *oceli slitinové* (legované).

Uhlíkové i slitinové oceli dělíme podle použití na *oceli nástrojové* (na nástroje a náradí) a *oceli konstrukční* (stavební, na př. na mostní konstrukce, a strojní, na části strojů). U nástrojových ocelí rozhoduje hlavně jejich kalitelnost a trvanlivost břitů při zahřátí; mívají 0,7 až 1,5% uhlíku. U konstrukčních ocelí záleží hlavně na pevnosti a houževnatosti; obsahují do 0,7% uhlíku. Ušlechtilé konstrukční oceli jsou čistší. Vyrábějí se z lepšího materiálu a dokonalejším postupem, pečlivěji se kontrolují a mají proto stejnoměrnější a lepší vlastnosti než běžné konstrukční oceli.

Stavební a strojní oceli se podle našich norem ČSN označují pětimístným číslem a zpravidla doplňkovou číslicí, oddělenou od základního čísla tečkou dole (na př. ocel ČSN 10373.1 = stavební ocel s nejmenší pevností v tahu 37 kg/mm², se zaručenou mezí pružnosti a se zaručenou svařitelností, normalisačně žíhaná).

Ve značce je první číslicí vždy 1, jež značí ocel.

Druhá číslice udává druh oceli (0 stavební, 1 strojní, 2 ušlechtilá uhlíková, 3 až 9 slitinová).

Třetí a čtvrtá číslice značí u stavebních a strojních ocelí zpravidla nejmenší pevnost v tahu v kg/mm².

Pátá číslice značí význačné vlastnosti (0 normální jakost, 1 dobrou tvárnost atd.).

Doplňková číslice za tečkou označuje stav oceli (0 přírodní, t. j. nežíhaná, 1 žíhaná normalisačně, 2 žíhaná, 3 žíhaná měkce, 4 kalená atd.).

Příklad: Ocel ČSN 11340 = strojní ocel s nejmenší pevností v tahu 34 kg/mm², normální jakosti.

Značení ostatních ocelí čísly je už složitější; zejména nástrojové oceli se často značí hutními značkami a názvy (u nás podle Poldiny hutě a j.).

Zvláštním druhem nástrojových ocelí jsou *oceli rychlořezné*, z nichž se zhotovují řezné nástroje, jejichž břit neztrácí ani při zahřátí tvrdost. Proto mohou řezat velikou rychlostí a z toho je odvozen jejich název. Obsahují přísadu chromu, wolframu, vanadu, kobaltu, molybdenu a jiných ušlechtilých kovů.

Nové nástrojové materiály snášejí ještě vyšší teploty než rychlořezná ocel. Jsou to hlavně *slinuté karbidy*, vzniklé zvláštním způsobem spékání (slinutím) prášků tvrdých sloučenin ušlechtilých kovů s uhlíkem (t. zv. karbidů). Ze slinutých karbidů se dělají břitové destičky na nástroje, hroty soustruhů, průvlastky a j. Vynikají též velkou tvrdostí a odolností proti opotřebení.

Podobné vlastnosti jako slinuté karbidy mají *keramické destičky* na břity nástrojů, na př. z elektrokorundu (umělého korundu). Jsou velmi tvrdé, ale křehké.

Měď: V měkkém stavu dobře tvárná. Dobrý vodič tepla i elektřiny. Na vzduchu se pokrývá kyslíčkem mědi (t. zv. měděnkou), který ji chrání

před dalšími účinky povětrnosti. Ve slitině s cínem dává cínový bronz, se zinkem mosaz, s hliníkem hliníkový bronz.

Zinek: Povlak zinku chrání před rezavěním. Dají se z něho dobře odlévat menší součásti.

Cín: Chrání před rezavěním a odolává chemickému vlivu potravin (t. zv. bílý plech na konzervy). Zejména se ho používá ve slitinách s mědí a s dalšími prvky.

Hliník: Velmi lehký ($\frac{1}{3}$ váhy oceli); jeho použitím se zmenší váha součástí. Čistého hliníku se užívá zřídka, většinou jen ve slitinách s dalšími prvky (mědí, hořčíkem, křemíkem a jinými). Dá se slévat i tvářet.

Olovo: Užívá se na ohebné trubky, pro výrobu měkkých pájek a těsnících vložek. Ve slitinách s mědí dává olověný bronz.

Nikl: Na lékařské a chirurgické náčiní. Jeho přísada zvyšuje houževnatost oceli a usnadňuje tepelné zpracování.

Hořčík (magnesium): Lehčí než hliník ($\frac{1}{4}$ váhy oceli). Používá se ho jen ve slitinách s jinými prvky. Dá se slévat i tvářet. Špatně odolává povětrnostním vlivům, musí se chránit nátěrem. Dříve se slitiny hořčíku nazývaly „elektron“.

Bronz: Různý podle prvků v něm obsažených. Cínový bronz je slitina mědi a cínu. Hliníkový bronz je slitina mědi a hliníku, olověný bronz je slitina mědi a olova. Všechny tyto bronzy jsou jak tvářené, tak lité. Používá se ho též na ložiska a kluzné plochy.

Mosaz: Slitina mědi a zinku. Odolává dobře vlivu povětrnosti i různých kapalin. Může být jak tvářená, tak litá.

Komposice: Slitiny cínu, antimonu, olova a mědi. V některých je většina cínu, v jiných převládá olovo. Používá se jich na ložiska a kluzné plochy.

Umělé hmoty. Jsou to nové hmoty, vyráběné z přírodních i umělých surovin (bakelit, z něhož jsou telefonní sluchátka, silon, různé průhledné i barevné látky). Mají pěkný vzhled i povrch, nahradí často neželezné (barevné) kovy (mosaz, bronz) a mohou se vyrábět z domácích surovin.

Režijní materiál. Do režie zahrnujeme všechny výdaje, které nemůžeme účtovat přímo na jednotlivé zakázky (světlo, otop, energii, mazání, výdaje na sociální účely atd.). Režijní materiály jsou různá maziva, hadry, kartáče, tiskopisy, voda, žárovky, pára, stlačený vzduch, ale též universální nářadí, jehož dělník stále používá. Spotřebu těchto materiálů hledíme snížit, aby se zlevnila výroba. Každý musí být hospodářem na svém pracovišti, nesmí plýtvat olejem, světlem ani stlačeným vzduchem, neboť tyto režijní výlohy jsou často mnohem větší než mzda, takže i malá úspora se znatelně projeví.

Výkres je prostředníkem mezi konstruktérem a dělníkem. Proto musí dělník výkresu rozumět hned od počátku. *Podle vzorků* se dnes pracuje málokde; pokrokové továrny pracují podle výkresů. Dělník má umět nejen výkres číst (představivost), ale také poznat správnou funkci součásti a navrhnout někdy i postup výroby (znalosti technologické). Musí tedy prostorově vidět nakreslené součásti a představit si, jak se zhotoví z daného materiálu. K tomu je třeba, aby dělník uměl myslet a byl technicky vzdělaný. Čtení výkresu tedy nutno doplnit znalostí technologie.

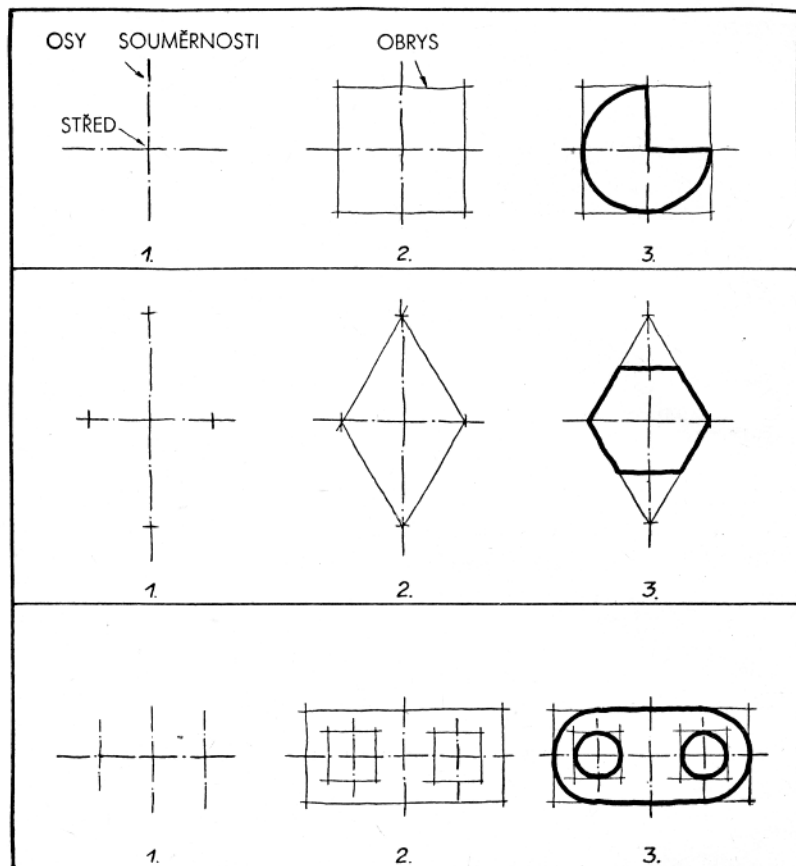
Ke čtení musíme znát abecedu; v technickém kreslení je to několik pravidel, která dnes platí mezinárodně, takže vzdělaný dělník rozumí stejně dobře výkresu českému jako sovětskému nebo jinému. Tato pravidla technického kreslení stanovila u nás československá norma ČSN. Nutno je přesně znát a dodržovat, jinak vznikají při čtení výkresu a tím i při výrobě součástí chyby. Také dělník má umět vyjádřit svou technickou myšlenku výkresem, náčrtem (skicou), neboť tím ušetří mnoho výkladů a času. Proto musí znát základy technického kreslení; učí se kreslit, nejlépe bez pravítka a bez kružítka, tužkou. Kreslení učí opatrnosti (dvakrát měř, jednou řež), odpovědnosti a rozhodnosti, což je pro život velmi důležité. (Stručná učebnice pro praxi: *B. Dobrovolný*, Jak číst technické výkresy, Práce, Praha 1953, IV. vydání a *Doc. ing. Josef Kochman*, Technické kreslení, SNTL, Praha 1953).

Jak čteme technický výkres?

Zběžně nahlédneme do výkresu a hledáme v paměti, kdy jsme už takovou součást viděli. Pomáhá název součásti. Název „ojnice“ vyvolá ihned určitou představu u toho, kdo povšečně ví, jak ojnice vypadá. Tím si vysvětlíme, proč zkušený dělník čte výkresy mnohem rychleji než začátečník. Známá z paměti řada základních strojnických součástí, s nimiž novou součást porovnává. Už to je důkazem, že studium odborné technické literatury *zvyšuje dělníkovu kvalifikaci*; dělník získává širší technický rozhled. Čtení neznámých výkresů, z jiného oboru, působí i odborníkovi potíže. Klempířské nebo karosářské výkresy se podstatně liší od nástrojařských. Proto má každý především studovat literaturu a výkresy svého oboru, aby mu utkvělo v paměti co nejvíce základních představ a názvů.

Mluví-li se o kreslení výkresů, nemyslí se tím jen grafická práce. Při kres-

lení je třeba stále myslet na výrobu kreslené součásti (jak uděláme na př. otvor, jak se součást bude odlévat, kovat atd.) a na její funkci. Velký význam mají zlepšovací návrhy, týkající se oprav a úprav výkresů, aby se



Obr. 2. Postup při kreslení náčrtu od ruky.

součásti snadněji obráběly, lehčeji montovaly, nepraskaly při kalení, aby se na jejich výrobu spotřebovalo méně materiálu atd.

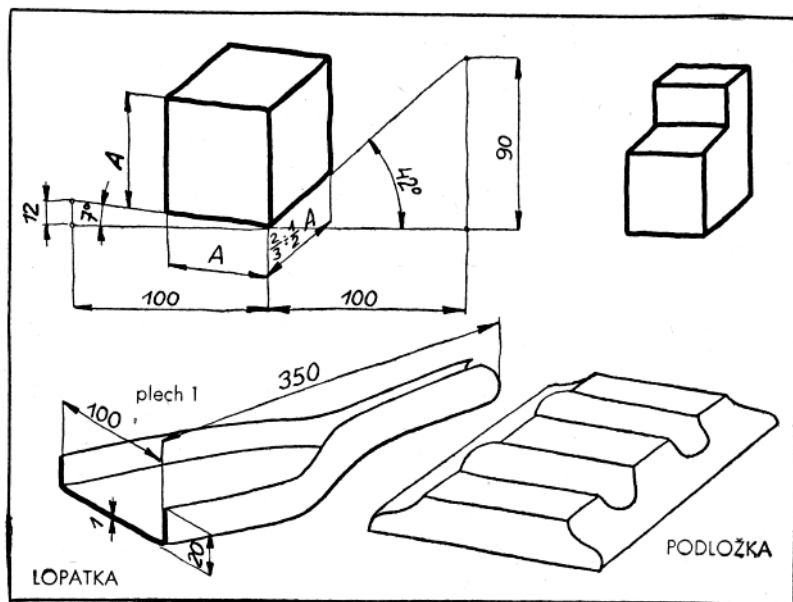
Velmi důležitá je znalost technického kreslení pro novátory a zlepšovatele. Na jejich vytrvalé práci je založen rozvoj techniky, zvětšování produktivity práce. To vše by nebylo možné bez znalosti zásad kreslení, protože každý nápad se musí promyslet a pak prokreslit. Mnohá dobrá věc zanikla jen proto, že ji autor neuměl dobře popsat, nakreslit. Potřeboval by napřed udělat

vzorek, to však často není možné ani nutné. Výkres má předcházet vzorek, protože tak můžeme už na papíře odstranit chyby a překážky, které stojí uskutečnění vynálezu v cestě.

Stále více v průmyslu požadujeme, aby dělník pracoval tvůrčím způsobem, aby na svou práci hleděl očima dobrého hospodáře. Nestačí proto jen plnit příkazy; dělník má o práci a tedy i o výkresu přemýšlet, rozebírat jeho nedostatky a svými návrhy přispívat k jeho zlepšení. Tvůrčí iniciativa pracujících pomáhá zvyšovat úroveň výroby i produktivitu práce.

Postup při kreslení náčrtu

Kreslíme nejprve slabě, pak silně obtáhneme, co je nutné; vždy bez pravítka a bez kružítka, protože v dílně, potřebujete-li něco načrtnout nebo vysvětlit, také nemůžete shánět trojúhelník a kružidlo. Čáru vedeme jedním



Obr. 3. Axonometrické náčrtky od ruky.

tahem. Začínáme vždy osou, středem, obrysem, do něhož pak vkreslíme podrobnosti, jak plyne z obr. 2. Někdy (u jednoduchých předmětů) používáme šikmých pohledů, které jsou názornější, zejména pro začátečníka nebo nezacvičeného dělníka. Takové náčrtky se nazývají axonometrické (obr. 3). Náčrt je jednoduché zobrazení, kreslené většinou od ruky a určené pouze pro informaci nebo záznam. Bývá kreslen bez měřítka, podle stejných směrnic, jaké platí pro kreslení výkresů.

Výkresy se mají kreslit vždy tak veliké, aby byla zaručena jejich čitelnost a zřetelnost. Nejvhodnější by byly výkresy ve skutečné velikosti čili v měřítku 1 : 1 (čti jedna ku jedné). Velmi často však musíme součást kreslit zmenšenou nebo zvětšenou. Pětkrát zmenšená součást je v měřítku 1 : 5 (jedna ku pěti). Desetkrát zvětšená součást (třeba hodinek) je kreslena v měřítku 10 : 1 (deset k jedné). Zpravidla se používá těchto měřítek:

1 : 1; 2 : 5; 1 : 5; 1 : 10 a j.; dále 2 : 1; 5 : 1; 10 : 1 a j.

Hřídel dlouhý 2500 mm nakreslíme v měřítku 1 : 10, je tedy na výkrese dlouhý $2500 : 10 = 250$ mm.

Čáry. Tlustá plná čára značí viditelné hrany tělesa. Čárkovaná čára (čárky asi 3—4 mm dlouhé, mezi nimi mezera asi 1 mm), trochu tenčí, značí neviditelné hrany a j. Čerchanou čarou (střídavě čárkou a tečkou) značíme osy a roztečné kružnice ozubených kol. Tenkou plnou čarou značíme kótovací čáry, šrafovací čáry řezů, označení jádra šroubů. Tenká, mírně vlnitá čára od ruky značí přerušení kresleného předmětu. Sledujte na dalších příkladech.

Normalisované písmo

Aby byly nápisy na výkresech dobře čitelné, je zavedeno šikmé normalisované písmo (*obr. 4*); popisuje se buď od ruky (nejčastěji), nebo tuší podle šablonek z celuloidu, jimiž je vedeno pero. Výška písmen na výkresech je 2, 3, 5, 8, 10, 16, 20 mm. Často se v technice používá též *řecké abecedy*

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTÜ
VWXYZ 1234567890¼, XVI
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz.

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTÜVWXYZ 1234567890¼ XVI
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
 ΑΒΓΔΕΖΗΘΙΚΛΜΝΞΟΠΡΣΤΤΦΧΨΩ αβγδεζηθικλμνξοπρστυφχψω

Obr. 4. Normalisované písmo.

(k označení úhlů a různých rozměrů); je uvedena na *obr. 4a*. Písmena značená hvězdičkou nutno znát zpaměti; setkáváme se s nimi v odborných knihách i v praxi.

Řecká abeceda

*A α alfa	I ι iota	P ρ ró
*B β béta	K κ kappa	Σ σ ς sígma
*Γ γ gamma	Λ λ lambda	T τ tau
*Δ δ delta	*M μ mí	Υ υ ypsilon
*E ε epsilon	N ν ný	*Φ φ fí
Z ζ (d)zéta	Ξ ξ xí (ksi)	X χ chí
*H η éta	O o omíkron	Ψ ψ psí
Θ θ théta	*Π π pí	*Ω ω ómega

Obr. 4a.

Velikosti technických výkresů

Základní výkresy kreslí konstruktér v technické kanceláři na průsvitný papír, aby se z nich daly zhotovit pro dílnu kopie (světlotiskem, kopírováním prosvícením). Dnes se kreslí většinou tužkou, jen kružnice a číslice se vpisují tuší. Zvláště důležité a reklamní výkresy se kreslí celé tuší. Takto vzniklé *originály* se nikdy neposílají do dílen, kde by se zamazaly a ztratily. Zůstávají pečlivě uloženy v *archivu* (ve skříních), a aby se netrhaly, bývá okraj oblepen nebo obšit plátnem. Aby se daly dobře ukládat, je normalisováno několik velikostí, značených písmenem *A* a číslicí. Rozměry v mm jsou:

Velikost (formát)	<i>A₀</i>	<i>A₁</i>	<i>A₂</i>	<i>A₃</i>	<i>A₄</i>	<i>A₅</i>	<i>A₆</i>
Oříznutá kopie (oříznutý školní výkres)	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210	105 × 148
Oříznutý originál	851 × 1199	604 × 851	430 × 604	307 × 430	220 × 307	158 × 220	115 × 158
Kreslicí list	880 × 1230	625 × 880	450 × 625	330 × 450	240 × 330	165 × 240	120 × 165

Razítko výkresu, do něhož se zapisuje název, číslo a j., je v pravém rohu dole, aby na složeném výkresu bylo vždy na první straně (*obr. 5*).

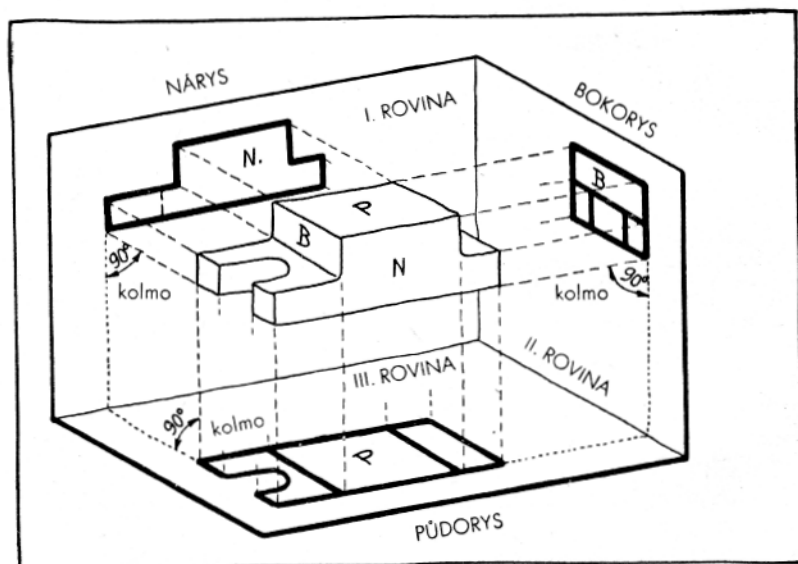
Nárys, půdorys a bokorys

Šikmých průmětů můžeme použít jen u jednoduchých součástí. U složitějších by byly nepřehledné a obtížné bychom je kreslili. Bylo proto zavedeno pravoúhlé promítání do tří rovin (*obr. 6–7*). Obrys součástí je do těchto rovin kolmo promítnut; vznikne tím *nárys* (pohled zpredu), *půdorys*

3	1	Šroub	Š. ocel	Ø 24 x 20																			
2	1	Rukojet	Dural	# 20 x 102																			
1	1	Měřicí váleček	L2	Ø 38 x 23															cem kalit				
Označení		Počet kusů pro 1 prov.		Součást		Norma	Material	Rozměr materiálu	Skup. odhadu	Hrubá váha 1 kusu	Čistá váha 1 kusu	Poznámka											
Počet pro index		Změna		Dat.	Prov.	Schvál.	Počet pro index	Změna		Dat.	Prov.	Schvál.											
Výrobní pomůcky				Měřičko	1:1			Čelek	H1			Součást			6821			Operace			06		
Kresil	26 11 50	<i>Kučera</i>		Doplňuje																			
Přezkoušel	29 11 50	<i>Štěrba</i>		Nahrátup								Nařadí											
Schválil	1 12 50			Nahrátup								Kalibr											
Normal												AM48521											
TOVÁRNA				Závod	Číslo vkr.	AM48521			S 2 orig.			kopie											

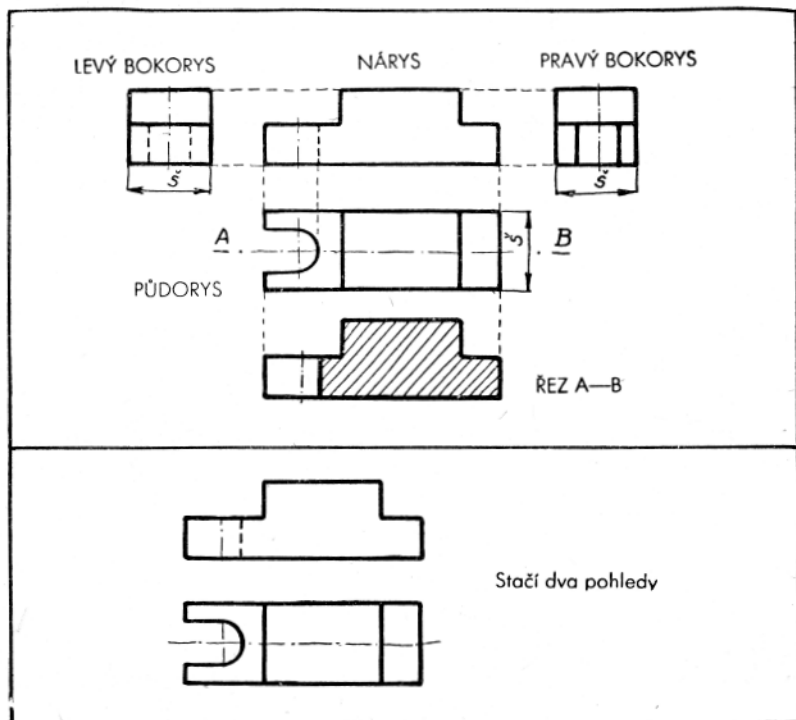
Obr. 5. Příklad rohového razítka a seznamu součástí na dílenském výkrese.

U každé součásti je číslo, počet kusů, název, materiál, rozměry materiálu a jiné údaje podle předtisku. Součásti se zapisují zdola nahoru. Za sebou mají být zařazeny vždy součásti vyráběné stejným způsobem, a to podle druhu materiálu (napřed odlitky, pak výkovky atd.).



Obr. 6. Vznik tří pohledů při promítání.

(pohled shora) a *bokorys* (pohled se strany, stranorys). Sklopením všech tří rovin do náčrtny (do jedné roviny) přijdou průměty k sobě podle *obr. 7*. Pozor na to, že šířka \bar{s} je v půdoryse a bokorysech stejná. V tom se velmi často chybuje. Zpravidla není třeba kreslit všechny průměty (pohledy). Pro

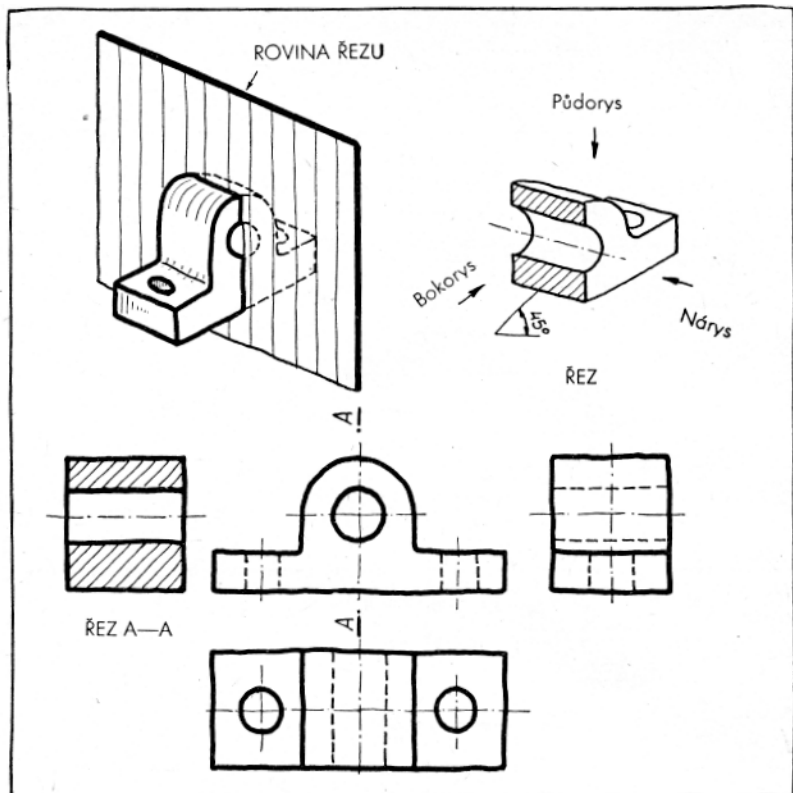


Obr. 7—8. Kreslení pohledů.

součást na *obr. 6* a *7* stačí jen nárys a půdorys (*obr. 8*). Aby dělník nemusel odměřovat míry s výkresu, jsou připsány k pohledům (jako t. zv. *kóty*) podle zásad uvedených dále. Kdyby dostal náčrt na *obr. 8* někdo, kdo neumí číst výkresy, mohl by možná, že to jsou dvě různé součásti, a protože tam není připsáno, jak mají být tlusté, udělal by je třeba z plechu. To se již často stalo, když dělník z malé dílny, který nepracoval podle výkresů, přišel do větší továrny, kde se všechno vyrábí podle výkresů (na výrobu leteckého motoru je jen výkresů měřidel přes 100 000).

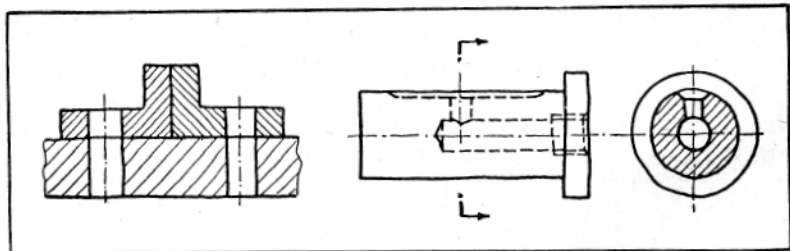
Úprava řezů

Abychom mohli lépe vyznačit vnitřek součástí, kreslí se někdy v řezu — jako by byla část odříznuta (*obr. 9—11*). Plochy řezu se čárkují (šrafují)



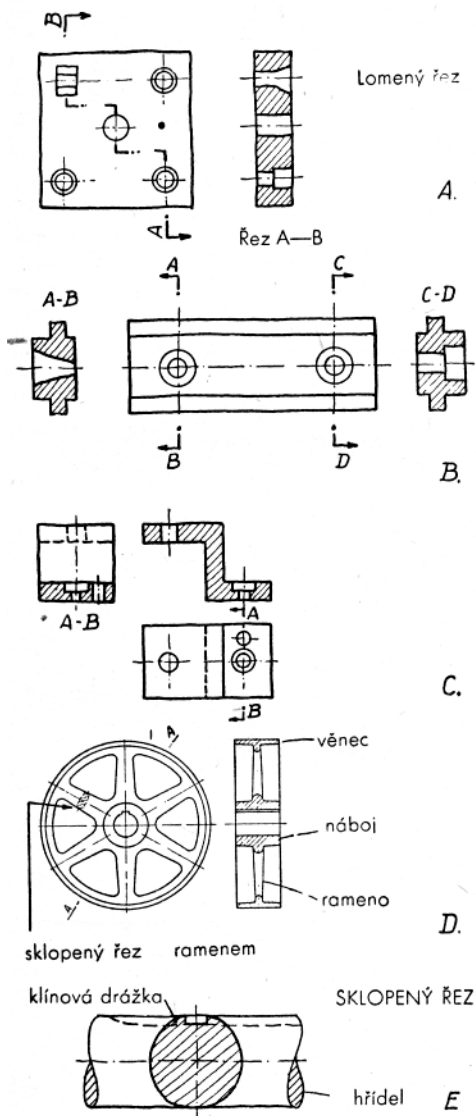
Obr. 9—10. Vznik řezu v náčrtu.

U tohoto ložiska se řez nemusí kreslit. Ukazujeme jen, jak vzniká.



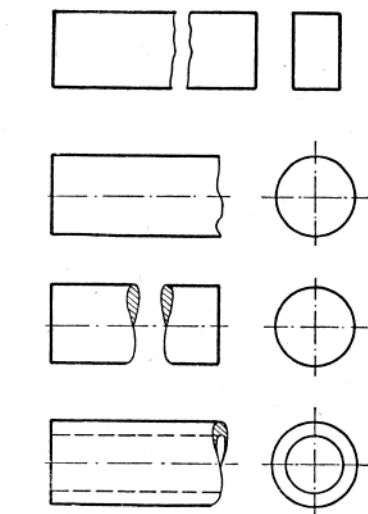
Obr. 11. Styk několika řezů. Obr. 12. Vyznačení pohledu na řez.

tenkými čarami, skloněnými pod úhlem 45° . Stýká-li se několik součástí kreslených v řezu, jsou šrafovány různým směrem nebo různě hustě, aby se lépe odlišily (obr. 11). Nápis „Řez AA“ není nutný, je-li průběh roviny řezu snadno zřetelný. Někdy se k označení řezu (čárka a tečka) musí připojit ještě šipka udávající směr pohledu na řez (obr. 12).



Na obr. 13 je několik ukávek kreslení řezů. A = řez lomený podle čáry AB; B = dva řezy místo bokorysů; C = řezy místo nárysů a bokorysu; D = řez ře-

šený. A = řez lomený podle čáry AB; B = dva řezy místo bokorysů; C = řezy místo nárysů a bokorysu; D = řez ře-



Obr. 14. Přerušeni součásti tenkou čarou (na př. u obdélných průřezů) nebo smýčkou od ruky u válcových součástí a trubek.



Obr. 15. Přerušeni dřeva.

Obr. 13. Ukázky řezu.

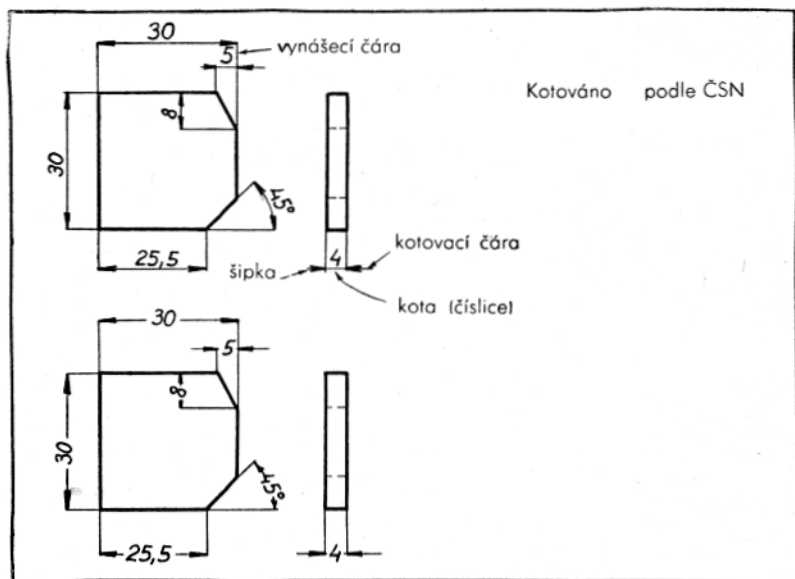
menicí. Ramena řemenic, ozubených kol, čepy, hřídele, ani žebra se nikdy nekreslí v podélném řezu; kreslí se jen otočený nebo posunutý řez. Jejich průřez se může vyznačit sklopením do roviny papíru. Na obr. *E* je takto sklopen průřez hřídele s drážkou pro klín.

Přerušeni obrazce

Dlouhé součásti můžeme kreslit přerušené; přerušeni se značí tenkou čarou od ruky, u válcových částí smyčkou (obr. 14). U dřeva můžeme přerušeni naznačit nepravidelným lomem (obr. 15).

Kótování (vpisování rozměrů)

Rozměry ve strojnictví uvádíme v mm. Zapisujeme je tak, aby se mohly číst *vodorovně* nebo *s pravé strany*. Kóty píšeme asi půl milimetru nad kótovací čarou; číslice jsou 2 až 5 mm vysoké (viz Normalisované písmo). Sovět-

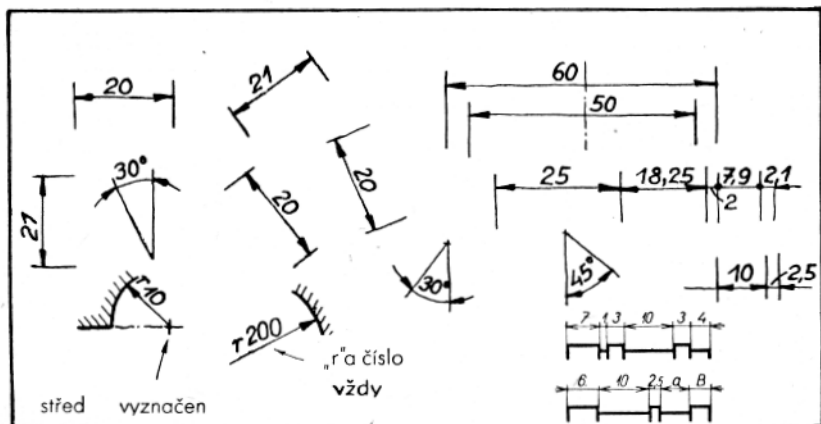


Obr. 16. Základní plocha kót, nahoře podle ČSN, dole podle sovětských norem GOST.

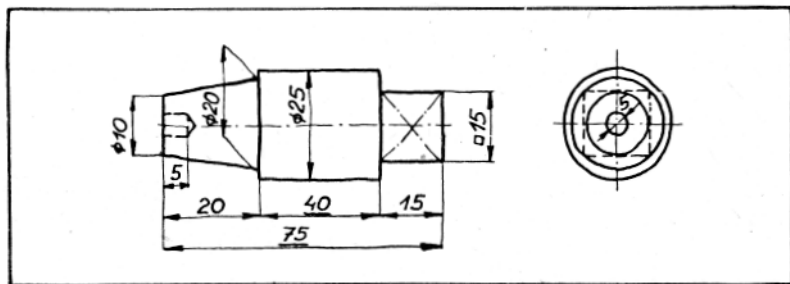
ské normy (obr. 16) předpisují, že se kóta píše asi doprostřed přerušené kótovací čáry.

Další rozdíl proti ČSN je, že u nás se závit kreslí tenkou plnou čarou, v SSSR tenkou čárkovanou čarou (obr. 21 vpravo dole).

Obr. 16 udává základní polohu a název kót. Pomocné čáry přečnivají jenom kousek přes čáry kótovací. Šipky jsou ploché (ostré), dlouhé asi 3 až 4 mm, u malých rozměrů zvenčí, jinak se kreslí zevnitř. Místo desetinné tečky se píše dole desetinná čárka: 25,5, nikdy 25.5.



Obr. 17. Zapisování kót.



Obr. 18. Náčrt (od ruky) čepu se čtyřhranem.

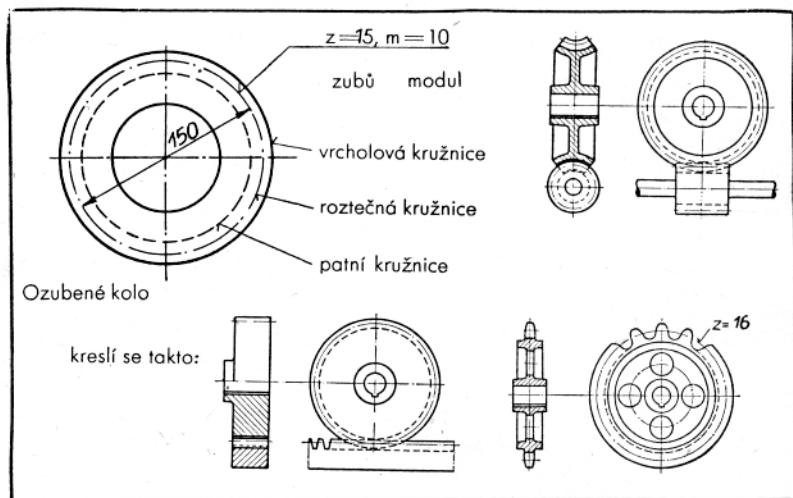
Podle poslední normy se kreslí úhlopříčky ve čtyřhranu tenkou plnou čarou.

Obrázek 17 ukazuje zapisování kót pro různé skloněné kótovací čáry. Jen výjimečně, kde není místo, můžeme kótu psát pod čáru a proti sobě směřující šipky se mohou nahradit silnější tečkou. Kóty nemají být protínány osou (stojí stranou) a můžeme je vystřídat, aby byly přehlednější (prvá vlevo, druhá od ní vpravo od osy).

Vynášecí čáry u kuželů mohou být skloněny pod úhlem 60° (obr. 18). Válec, kreslený v jednom pohledu, má před průměrem značku \varnothing . Tato značka se nyní píše, i když je kóta v kružnici a je na první pohled zřejmé,

že je to průměr. Čtvercový průřez se značí znaménkem □. Podtržená kóta značí, že na nákresu není tento rozměr v měřítku. Obdélníkovou plochu značíme v nárysu úhlopříčkami, aby byla na první pohled odlišena od válcové.

Kótujeme vždy tak, aby na výkresu byly jen rozměry, které bude dělník měřit při práci. Není třeba zvlášť kótovat rozdělení děr, jsou-li děleny pravidelně.



Obr. 19. Příklad kreslení.

Podle nejnovější normy se patní kružnice kreslí tenkou plnou čarou. Na starších výkresech ozubených kol je ovšem čárkovaná.

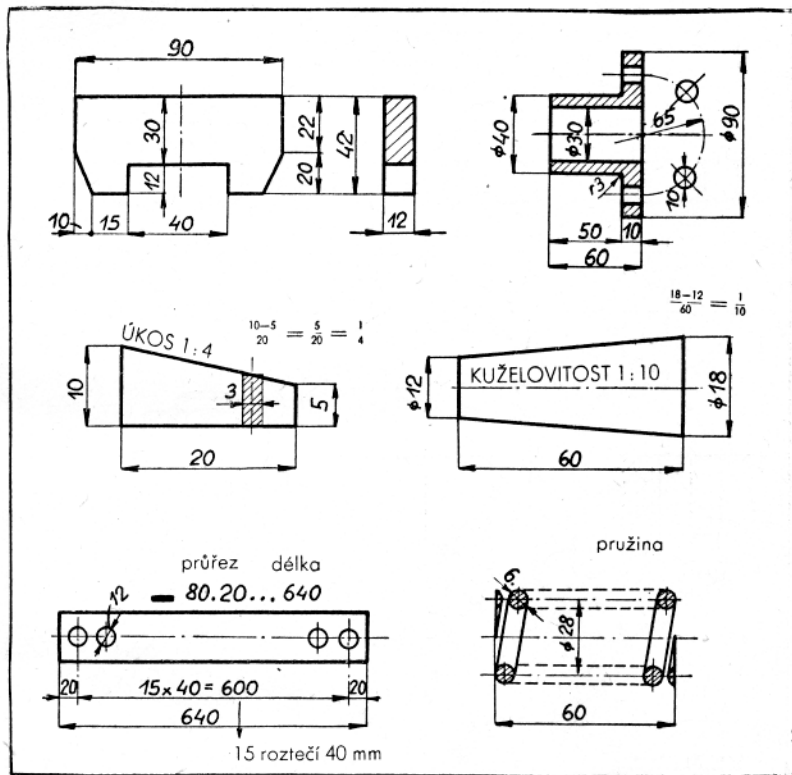
delně. Míry patřící k sobě nemáme rozdělovat na několik pohledů. Ukázky správného kreslení ozubených kol jsou na obr. 19, kótování na obr. 20. Dost často se setkáváme s výkresy, které nejsou kresleny v měřítku (rozměry obrázku neodpovídají skutečným rozměrům). V rubrice „Měřítko“ v rohovém razítku bývá napsáno „NENÍ“. Vždy nutno pracovat podle kót, s největší péčí. I u výkresů součástí kreslených ve skutečné velikosti nebo v měřítku platí vždy především kóta (číslem určený rozměr). Odměřovat ve výkresu se nesmí. Hledíme, aby byly výkresy i náčrty ve správném měřítku, aby dělník měl na první pohled správnou představu, jak součást vypadá.

Kreslení závitů a šroubů

Závit na šroubu a v matici kreslíme podle obr. 21. Výběh závitů ve šroubu se kreslí a kótuje jen tehdy, jestliže na něm záleží (na př. u šroubů leteckých motorů). Jinak se značí konec závitu tenkou čarou. Tato ukončující čára označuje u šroubu délku závitu i s výběhem.

U vnitřních závitů se kreslí výběh obdobně jako u šroubu. Není-li výběh kreslen, značí ukončující čára délku čistého závitu.

Sovětské normy předepisují, že se jádro závitu (malý průměr) musí značit tenkou čárkovanou čarou (místo tenké plné čáry, jak určují ČSN). Rozdíl znázorněný na *obr. 21 B* je tedy velmi malý. V praxi se setkáme s oběma způsoby.

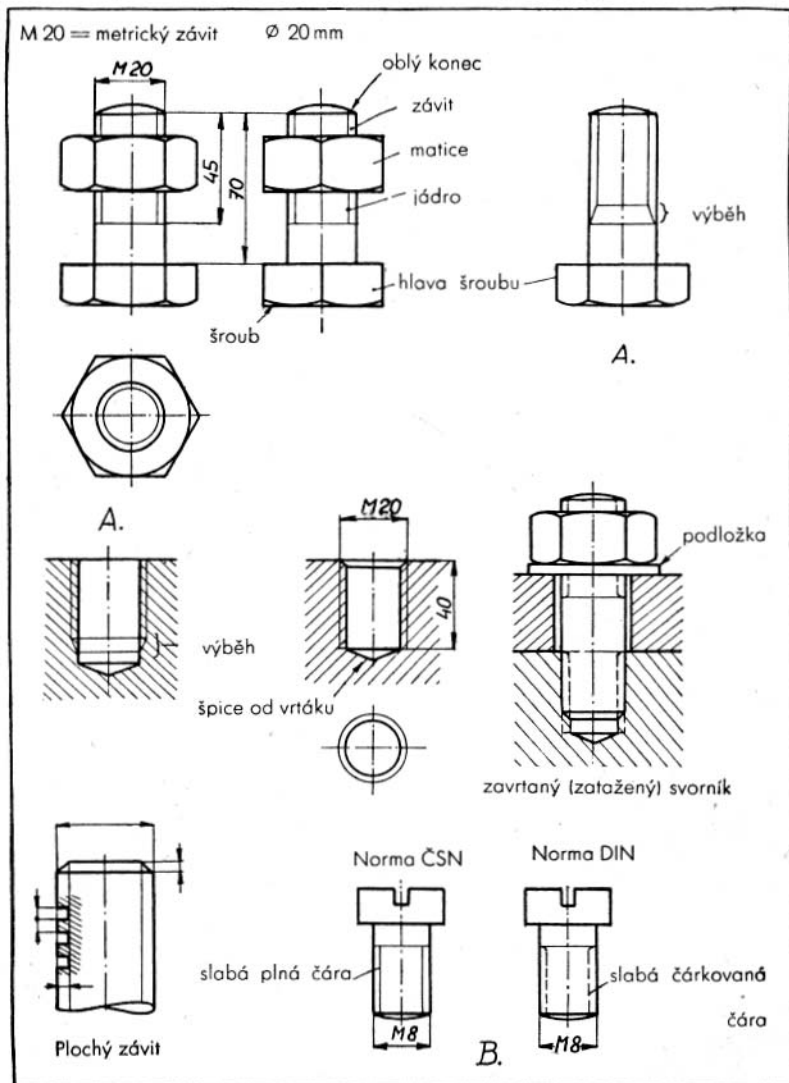


Obr. 20. Příklad y kótování.

Značení povrchu

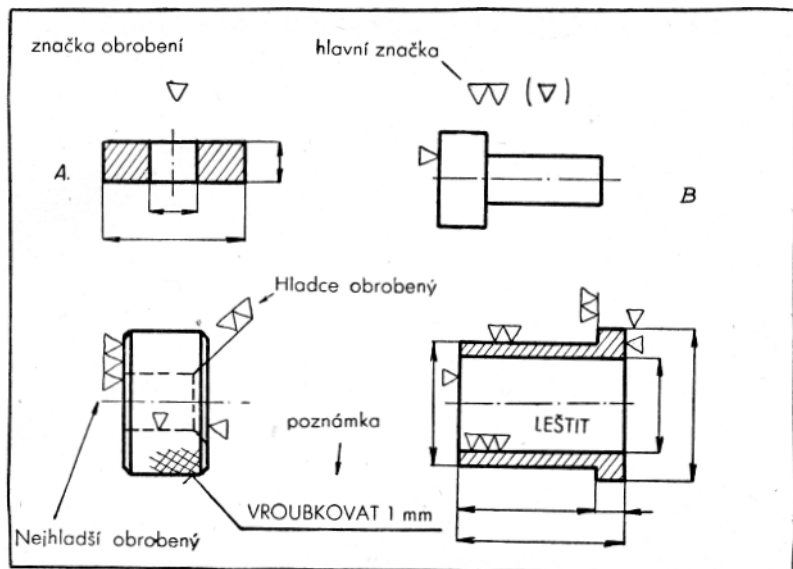
Hladkost povrchu (nikoli přesnost) se udává značkami podle *obr. 22*, které se připiší na příslušnou plochu, v přiměřené velikosti. Zvláštní druh obrábění nebo úprava povrchu se předepíše *poznámkou* na tenkou vodorovnou čáru (viz „Leštit“ na *obr. 23*). Nad náčrtem součásti bývá někdy větší značka; znamená to, že celá součást je obrobena na tuto hladkost (na *obr. 22 A* hrubě). Někdy bývá vedle hlavní značky ještě jedna v závorce (*obr.*

22 B). Značí to, že některá plocha součásti, ještě jednou zvlášť označená, je obrobena podle značky v závorce, ostatní plochy podle hlavní značky.

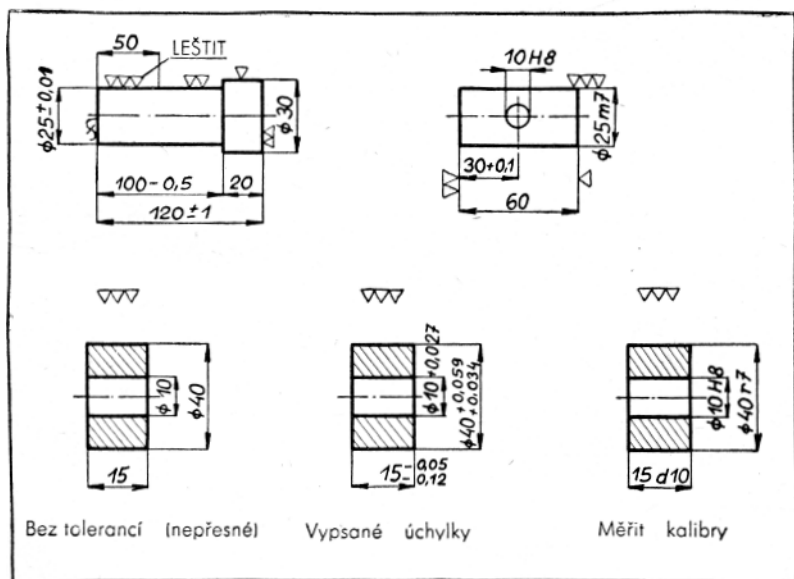


Obr. 21. Kreslení závitů.

Nová norma kótuje délku šroubu a závitů od konce a zaoblení konce šroubů nahrazuje sražením podle obrázku v levém rohu dole. Na obr. B vpravo je kreslení šroubu podle sovětských norem (závit se značí čárkovaně).









Obr. 22. Značení povrchu.



Obr. 23. Vpisování dovolených úchytek.

Značení hladkosti povrchu (podle dřívější normy ČSN)

Značka	Povrch	Provedení	Užití
<p>Bez značky</p> 	<p>Hrubý, neobrobený</p>	<p>Bez přídavku na obrábění. Odlito, kováno, lisováno, taženo, válcováno a p.</p>	<p>Plochy, jejichž povrch nemusí vyhovovat zvláštním požadavkům, na př. volné plochy běžných odlitků (očistěné od písku), výkovek atd.</p>
	<p>Hladký, neobrobený</p>	<p>Bez přídavku na obrábění. Čistě a přesně odlito, kováno, taženo, lisováno, válcováno a pod.</p>	<p>Plochy, jejichž stejnoměrnost a hladkost má vyhovovat požadavkům, které lze splnit pečlivějším výrobním pochodem bez jakéhokoliv obrábění, na př. dosedací plochy víček, plechových příklopů, věnce neobrobených ručních koleček, dosedací plochy pro šrouby na přírubách a nálitecích, lisované a ražené části atd.</p>
	<p>Hladký, pokud možno neobrobený</p>	<p>Bez přídavku na obrábění. Čistě odlito, kováno, taženo, lisováno, válcováno, a pod. Obrobeno jen je-li třeba</p>	<p>Plochy, jež se dodatečně upravují, když žádoucí stejnoměrnosti a hladkosti nelze dosáhnout pečlivějším výrobním pochodem bez obrábění, na př. dosedací plochy pro šrouby, víčka atd., obrábějí se dodatečně, jsou-li nerovné</p>
	<p>Hrubý, obrobený</p>	<p>S přídavkem na obrábění. Pilováno, soustruženo, hoblováno, frézováno, vrtáno, broušeno a pod. Způsob obrábění se určuje podle předepsané přesnosti a jiných okolností</p>	<p>Plochy s hmatatelnými a prostým okem zřetelně patrnými stopami po nástroji, na př. dosedací plochy ložisek a desek pod ložiska, čelní plochy nábojů, stykové plochy přírub atd.</p>
	<p>Hladký, obrobený</p>		<p>Plochy se stopami po nástroji prostým okem jen málo patrnými, na př. jemnější dosedací plochy, povrch součástí, u nichž záleží na vzhledu, atd.</p>

Značka	Povrch	Provedení	Užití
	Nejhladší, obrobený	S přídatkem na obrábění. Jemně obrobeno rozličným způsobem. Způsob obrábění se určuje podle předepsané přesnosti a jiných okolností	Plochy bez patrných stop po nástroji, na př. plochy součástí, u nichž záleží hlavně na přesnosti a vzhledu (pístní čepy, vrtání válců rychloběžných motorů; hřídele do ucpávek, ložiskové části hřídelů atd.)

Podle sovětských norem byla upravena i naše nová norma *drsnosti povrchu*. Velikost nerovnosti se označuje t. zv. střední kvadratickou výškou nerovností H_{sk} , která se dá přímo změřit vhodnými přístroji (profilometry, profilografy a j.). V průmyslu jsou zavedeny sovětské přístroje (Linnikův, Levinův, Kiselevův). Snímací jehla přístroje měří drsnost povrchu a ukáže ji na ukazateli. Přípustná drsnost (na př. $H_{sk} = 6,3\mu$) se připsuje k obrobenému povrchu. Musí být taková, jak toho vyžaduje funkce součástí.

Výpočet střední kvadratické výšky nerovností H_{sk} je složitější. Musí se ve zvětšení nakreslit řez povrchem. Je to zvlněná čára, jejíž vrcholky značí vrcholky nerovností a prohlubně značí rýhy v povrchu. Z rozdílu výšek vrcholků a hloubek prohlubní se počítá H_{sk} . Dělník v dílně nebo kontrolor v laboratoři se těmito výpočty nezabývá, měří přímo buď H_{sk} , nebo hloubku rýh a porovnává, nepřekročí-li naměřená hodnota hodnotu předepsanou výkresem.

Připisování dovolených úchylek

Bližší výklad o lícování je v oddílu 10. Součást nelze vyrobit naprosto přesně. V pokrokových dílnách se u každé důležitější míry na výkrese připsuje, jak smí rozměr kolísat, jaké má dovolené úchytky. Základní rozměr je na př. 40 mm. Může být o 0,1 mm větší nebo menší. Kótujeme $40 \pm 0,1$.

Kdyby mohl být jen o 0,1 větší, ale o nic menší, kótuje se $40 \begin{matrix} +0,1 \\ 0,0 \end{matrix}$.

Dovolené úchytky jsou buď připsány číselně, nebo značkami předepsanými podle norem tam, kde může dělník měřit *tolerančními kalibry*. Číselnou úchytku měříme na př. mikrometrem; značkou tolerovaný rozměr (na př. díra 35H8; čep 20j7) měříme kalibrem, který má stejnou značku. Příklady označování tolerovaných rozměrů jsou na *obr. 26*.

Sovětské normy technického kreslení

Sovětská norma předpisující pravidla technického kreslení se v zásadě shoduje s naší normou ČSN. Menší odchylky jsou v kreslení závitů, v kóto-

vání a v jiných drobnostech, jak už bylo uvedeno. Také v normalisaci se učíme ze sovětských příkladů, a proto přecházíme postupně na sovětské normy. Tolerované rozměry se podle sovětské normy značí jinak než u nás, protože sovětská lícovací soustava nesouhlasí s naší soustavou ISA.

Normalisace ve strojírenství

Četné strojní součásti, rozměry, vlastnosti, způsoby zkoušek a výrobní pochody byly jednotně a závazně normalisovány. Tím se zmenší počet druhů hromadně vyráběných součástí a sjednotí se jejich typy a velikost. Průmysl může používat normalisovaných dílů a součástí, které vyrábějí speciální továrny na sklad. Výroba se tím zrychluje a zlevňuje, protože se také může sjednotit nářadí. Normalisace je řízena úkoly, před nimiž stojí celé socialistické hospodářství, a je mohutnou hybnou silou technického pokroku. Snižuje výdaje, šetří základní fondy průmyslu, materiál, palivo, mazivo, pracovní síly, urychluje obrat. Posiluje se tím i brannost, zlepšují se pracovní podmínky, a lze omezit dovoz ze zahraničí. Proto je v socialismu norma závazná pro celý průmysl a normalisace je nutně spojena s plánováním výroby. Normalisují se nejen šrouby, nýty, potrubí, ložiska, ale i celé stroje, elektrárny, mosty a konstrukce, materiály atd. Proto význam norem stále roste a norma se stává zákonem výroby.

6. NÁZVY ZÁMEČNICKÝCH NÁSTROJŮ

V každém řemesle se hned na počátku musíme naučit znát některé zvláštní názvy. Často se hlavně v menších dílnách používá nesprávných pojmenování a mnohý starší dělník ani neví, jak se správně jmenuje nástroj, s nímž denně pracuje. Uvádíme proto správné názvy podle čísel na obrázcích; nutno se s nimi dokonale seznámit, protože již podle řeči se pozná vzdělaný dělník.



Obr. 24. Zámečnická dílna.

Z tohoto obrázku se zatím učíme jen názvům různých nástrojů.

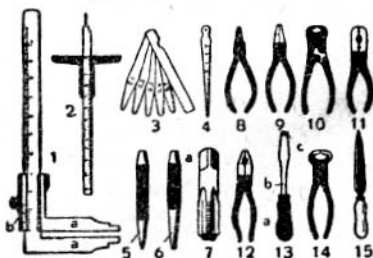
Zámečnická dílna (obr. 24)

- 1 = Ocelová láhev s kyslíkem pro svařování plamenem (autogenní);
a = redukční ventil, kterým se snižuje tlak kyslíku, se dvěma manometry; 1b = hadice.
2 = vyvíječ acetylénu (karbid vápenatý a voda); f = manometr (ukazuje tlak acetylénu), d = plechový plášť; a = čistící hrdlo s víkem b.
3 = svařecí hořák; a = špička (tryska), vyměnitelný nátrubek; b = držadlo hořáku; 2g = hadice pro přívod acetylénu.

- 4 = polní (přenosná) kovářská výheň; *a* = větrník na nožní pohon (šlapací); *b* = ohniště.
- 5 = pracovní oblek; 5*a* = uběrací obdélníkový pilník.
- 6 = ruční pilka na kov (list pilky je upnut v rámu).
- 7 = zápustková (průbojná) deska.
- 8 = přímoběžný stolní svěrák; *a* = rukojeť na utahování; *b* = přední pevná čelist. Na čelistech jsou kalené, vroubkované vložky.
- 9 = stůl (svěrákový, pracovní), se zásuvkami na nářadí.
- 10 = svazek pakličů.
- 11 = svěrka (svěračka) na držení menších součástí (při vrtání a pod.).
- 12 = kladivo (malé, ruční) s násadou.
- 13 = sekáč plochý (široký) na ruční osekávání ploch.
- 14 = sekáč příčný (křížový) na úzké drážky.
- 15 = pilník kruhový, zúžený.
- 16 = pilník obdélníkový, jemný.
- 17 = kloubový svěrák kovářský (hlavně na ohýbání).
- 18 = ruční vrtačka (prsni); vrták se upíná do skličidla (hlavičky).
- 19 = vratidlo na závitníky a výstružníky; nasazuje se na čtyřhran.
- 20 = ruční výstružník (k stružení děr) se čtyřhranem do vratidla.
- 21 = závitové železko k řezání malých závitů na šroubech.
- 22 = kosé závitové čelisti s vratidlem na řezání závitů; *a* = vyměnitelné závitové čelisti; *b* = přitahovací šroub, který tlačí na čelisti.
- 23 = řehtačka pro ruční vrtání na nepřístupných místech; *a* = kópinatý vrták, vsazený čtyřhranem do vřetena řehtačky; *b* = opěrný šroub vřetena, který tlačí vrták *a* do záběru.
- 24 = páková ruční probíječka na prostřihování děr v plechu vyměnitelnou patricí proti matici, která je upnuta dole.
- 25 = stojanová bruska s elektromotorem, na ostření nástrojů; *a* = brusný (karborundový) kotouč s plechovým krytem; *b* = lešticí plstěný kotouč nebo brus na jemné broušení, když bruska hrubuje.

Měřidla a malé pomocné nástroje (obr. 25)

- 1 = posuvné měřítko; *a* = měřicí ramena; *b* = nonius na čtení desetin milimetru na stupnici; kolikátá čárka se kryje, tolik desetin čteme.
- 2 = hloubkoměr s noniem; měří hloubky koncem, který na obrázku vyčnívá vzhůru.
- 3 = měrné lístky (spároměr) na malé mezery a vůle; číslo na lístku značí tloušťku v mm.



Obr. 25. Měřidla a drobné pomocné nástroje.

- 4 = měrka na díry.
 5 = důlčík na vyrážení důlku při orýsování, značení středů děr a j.
 6 = průbojník na malé dírky.
 7 = závitník se čtyřhranem *a* do vratidla (viz 19 na obr. 24).
 8 = špičaté kleště.
 9 = ploché kleště.
 10 = štípačky čelní a na dráty.
 11 = kleště na trubky.
 12 = universální kleště kombinační.
 13 = šroubovák (*a* = násada; *b* = tělo)
 14 = štípačky obyčejné.
 15 = škrabák trojúhelníkového průřezu (předělaný ze starého pilníku).



Obr. 26. Ruční kovárna.

Kovárna (ruční, obr. 26)

Kovář ková ručním kladivem; pomocník přitlouká perlíkem.
 1 až 4 = kovářské kleště (2 = s úzkou hubou; 3 = se širokou hubou; 4 =
 = na plochý materiál); hubu kleští upravuje kovář podle práce.
 5 = vlček (kuželovitý čep, který se vsazuje čtyřhranem do kovadliny).
 6 = utínka spodní, která se vsazuje čtyřhranem do kovadliny.
 7 = spodní polovina zápustky, která se vsazuje čtyřhranem do kovadliny
 (do otvoru *c*); kovají se v ní profily, šestihrany, čepy a pod.
 8 = sedlík s násadou (na vyrovnávání); na sedlík se přitlouká.
 9 = sekáč s násadou, malý obyčejný, na sekání za tepla.

- 10 = větší sekáč.
 11a = perlík (váží až 20 kg).
 12 = rovnací kužel (na prstence, obruče).
 13 = kožená ochranná zástěra; 13a = ruční kladivo; 13b = žhavý výkovek, zde úhelník, který drží kovář v kleštěch.
 14 = kovadlina na špalku; a = roh kovadliny; b = dráha kovadliny; c = čtyřhranná díra pro zápusťky.
 15 = průbojník s násadou; prorážejí se jím otvory za tepla.
 16 = starší pilník na okuje, těžký.
 17 = hřebovka (na přehovávání hlav hřebů).
 19 = zděná kovářská výheň; c = žlab na vodu k polévání ohně a chlazení kleští; b = ohniště; 19a = plechový klobouk, zachycující kouř; 19d = popelník.
 20 = ruční měch, ovládaný táhly; může být také šlapací, s elektrickým pohonem a j.
 21 = rohatina, zaražená ve špalku (malá kovadlina).
 22 = horní zápusťka s násadou.
 23 = příčné (křížové) kladivo; a = ploska, dráha; b = nos kladiva; c = násada uklínovaná v kladivu.
 25 = nýtovací hlavičkář (k vytváření hlav nýtů).
 26 = zatahovák nýtů (kus trubky), k dotažení nýťovaných plechů na sebe.
 27 = kleště na ohřívání nýtů.

Montážní dílna (obr. 27)

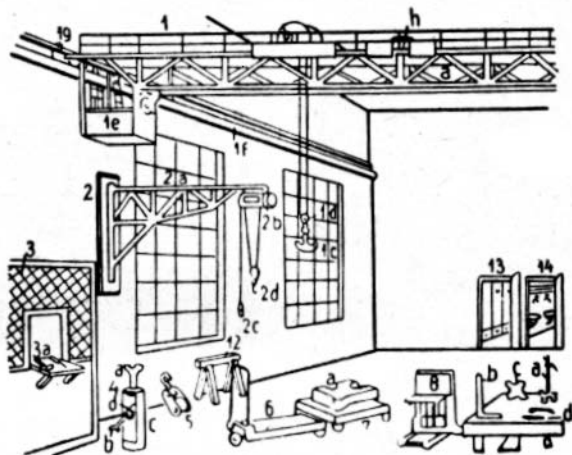
- 1 = motorový jeřáb pro nejtěžší břemena, pojízdný podél dílny; a = nýtovaný jeřábový nosník; b = pojízdná jeřábová kočka se zdvihacím zařízením; c = dvojitý hák, zavěšený na lanech; d = kladnice háku s kladkami pro ocelové lano; e = řídicí klec pro jeřábníka, pojízdná s jeřábem; f = jeřábová dráha na stěně, g = sběrnice, s níž třecí dotyky odebírají elektrický proud pro motory jeřábu.
 2 = menší konsolový otočný jeřáb; a = rameno otočné kolem závěsu na stěně; b = elektrické bubnové zdvihadlo s motorem; c = tlačítkový vypínač motoru na kabelu, aby byl snadno přístupný; d = kladnice s hákem.
 3 = skladiště a výdejna nářadí a pracovních pomůcek (s okénkem a, jinak je oddělena od dílny).
 4 = zdvihák s ozubenou tyčí; a = ozubená tyč, ukončená čelistí; b = ruční klika k zvedání; c = ozubené kolečko (rohatka), zajištěné proti zpětnému otáčení západkou d.
 5 = náhradní kladnice s hákem k úpravě dvojitého závěsu u těžkých součástí.
 6 = zvedací vozík ruční (bývá též elektrický).

7 = nízký stůl k nakládání těžkých součástí *a*; vozík vjede pod stůl a zvedá celý stůl.

8 = pojízdná zdvihadcí plošina pro lehčí součásti.

9 = rýsovací deska k orýsování a rozměření součásti (t. j. vyznačení středů a obrysů ocelovými jehlami); *b* = příložený úhelník; *c* = hranol (prisma) k podkládání; *d* = rýsovací deska a důlčík k vyražení důlků pro navrtání děr a pojištění průběhu rysek.

13 = šatna a umývárna.



Obr. 27. Zařízení menší montážní dílny.

Dílna na zpracování plechu (klempířská, obr. 28)

1 = rovné nůžky na plech.

2—3 = zahnuté nůžky na plech (na křivky, nepřístupná místa a j.).

4 = nůžky na sklo.

5 = svěrák na trubky.

6 = palička z tvrdého dřeva nebo z tvrdé gumy, na vyklepávání a ohýbání.

7 = pákové nůžky (tabulové) na plech; *a* = protizávaží na noži.

8 = krabička s tvrdou pájkou (zrnitou), k pájení na tvrdo.

9 = rovnací deska k vyklepávání, rovnání a j.

10 = velké ruční (dvojruční) nůžky na plech.

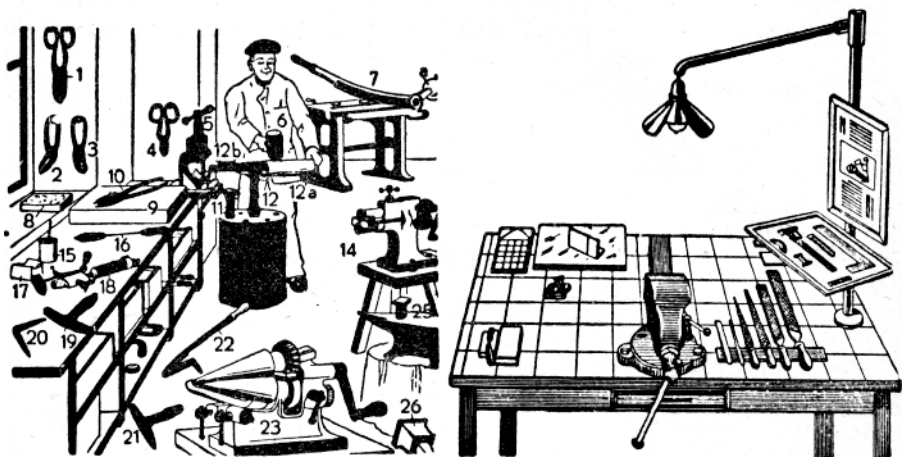
11 = babka (vypouklá kovadlinka k vyklepávání).

12 = špalek s rohatinou *12b*, na jejímž nose *12a* pracuje dělník.

14 = ruční obrubovací stroj (k tvoření záhybů na plechu).

15 = nádobka s kyselinou, v níž je rozpuštěn zinek (pro pájení).

- 16 = pájedlo, jímž nahříváme spoj a pájku.
 17 = pájkovací kámen (salmiak), k očištění pájedla.
 18 = benzinové pájedlo (měděná hlava se ohřívá plamenem hořáku).
 19 = vroubkovnice (obrubnice-rohatina s vroubkou).



Obr. 28. Malá klempířská dílna. Obr. 29. Pracoviště strojního zámečnicka, udržované ve vzorném pořádku.

- 20 = ruční úhlový výstružník na vystružování děr v plechu.
 21 = malá rohatina (kovadlinka).
 22 = stolní nůžky na plech, které se upínají do svěráku nebo narážejí do špalku.
 23 = zakružovačka na ohýbání plechu s ručním pohonem.
 25 = kovářská kovadlina s vloženým sedlíkem (babkou) na vyklepávání.
 26 = vyklepávací kovadlina (vloží se do díry v kovadlině 25).

Poznámka: Nástroje jsou na obrázku rozloženy po zemi a po stolech; v dílně jsou ovšem srovnány vždy na určitém místě, aby se nemusely hledat.

Pořádek na pracovišti (obr. 29)

Na dobře organisovaném pracovišti počítáme nejen s každou minutou, ale i s vteřinami. Zlepšení, jímž říkáme souhrnně „racionalisace pracovního pochodu“, mohou nejlépe navrhnout ti, kdo přímo na pracovišti pracují. Často jsou to věci na pohled nepatrné a dělník si jich začíná všimnat teprve tehdy, když se naučí přemýšlet o své práci.

V četných továrnách byl velkým zlepšovacím návrhem důkladný úklid pracoviště a zjednotění pořádku ve výdeji a ukládání polotovarů na pracovišti.

Velmi užitečné byly třeba jen police a stolky, aby se dělník nemusel shýbat pro součásti. Jindy pomohl zvýšit výkon dřevěný stupínek, na který si dělník stoupá, aby pracoval pohodlněji v přiměřené výšce. Na každém pracovišti má být *skříňka na náradí* (nástroje, měřidla), v níž musí mít dělník dokonalý pořádek. Tím se zrychlí práce (neztrácí se čas hledáním náradí), šetří se náradí, protože jemné nástroje a přesnější měřidla se snadno poškodí, povalují-li se mezi hrubšími součástmi. Podle pořádku na pracovišti se na první pohled poznají vlastnosti a kvalifikace dělníka.

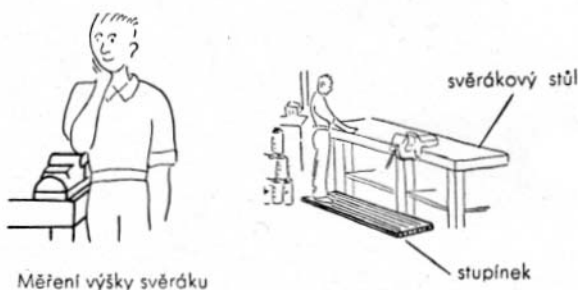
Smysl pro pořádek a dobrý vztah k práci jsou důležité pro každého, kdo začíná v novém povolání. Předpoklad o „vrozeném“ smyslu pro pořádek není správný a demoralisuje, protože lidé pak říkají: „Co mohu dělat, když jsem se s těmito vlastnostmi narodil?“ Ve skutečnosti se každý může naučit pořádku, tak jako každý může nabýt kvalifikace v určité práci. Neznamená to ovšem, že přehlídíme záliby a sklony jednotlivců. Když plánujeme práci, myslíme vždy také na to, kdo tuto práci nejlépe udělá. Zároveň však je důležité podporovat v lidech schopnost přizpůsobit se nové práci.

7. SVĚRÁK – POSTOJ PŘI PRÁCI

Do svěráku upínáme součásti při obrábění (*obr. 30*). Svěráky jsou upevněny buď na zámečnickém stole (stolní svěráky), nebo na stole obráběcího stroje (strojní svěráky). Správný *postoj u svěráku* a držení většího pilníku

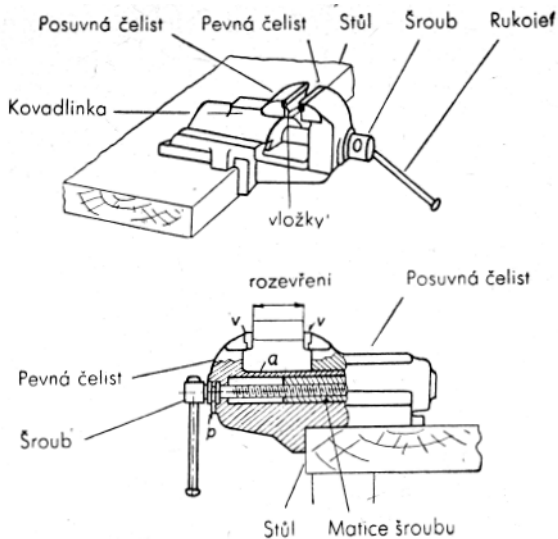


Obr. 30. Postoj při práci u svěráku.

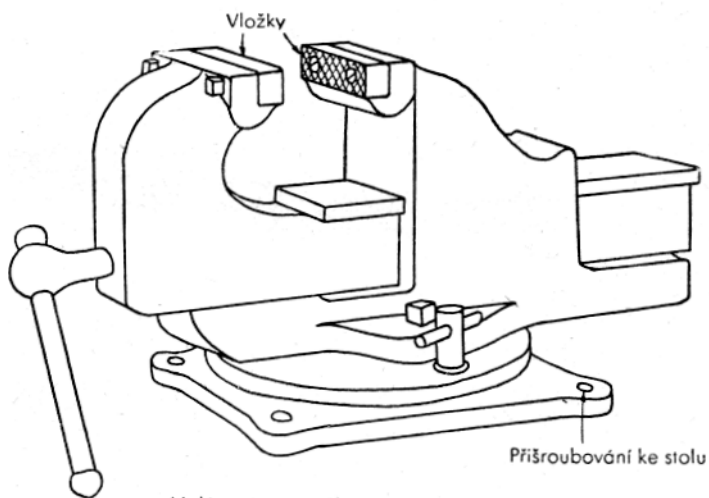


Obr. 31. Výška svěráku nad zemí.

vidíme na *obr. 30* a *24*. Správnou výšku svěráku *nad zemí* určujeme podle *obr. 31* (dlaň nebo pěst opřená o bradu, loket leží na čelisti svěráku). Zejména učeň si má změřit, není-li pro něho svěrák příliš vysoko; snadno to



Obr. 32. Rovnoběžný svěrák.
Posouvá se zadní čelist.



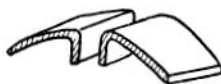
Malý otočný svěrák

Obr. 33. Otočný svěrák.
Posouvá se přední čelist.

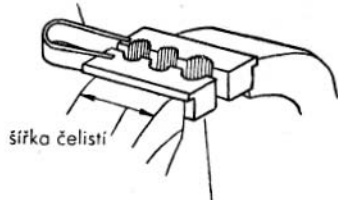
napraví tím, že se postaví na dřevěnou podložku (rošt). Při nesprávné výšce svěráku je práce nepřesná a dělník se brzo unaví.

Nejčastěji se setkáme se *svěrákem rovnoběžným* (obr. 32), jehož čelisti zůstávají ve všech polohách rovnoběžně. Je odlit z oceli a na čelistech má kalené, přišroubované vložky *v*, které se dají vyměnit. Zadní čelist se dá posouvat šroubem s plochým závitem. Trubkou *a* je šroub chráněn před pili-

pružnice



Vložka z olova



Vložka na trubky

Obr. 34—35. Vložky do svěrákových čelistí.

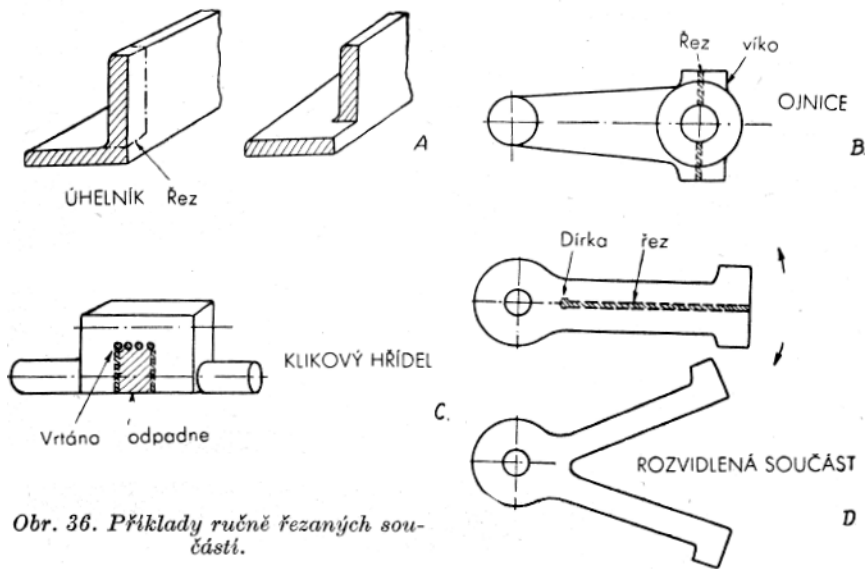
nami a nečistotami. Svěrák je upnut ke stolu buď pevně (šrouby), nebo otočně (obr. 33). Velikost svěráku (při objednávce) určíme šířkou čelistí a jejich největším rozevřením. Neobrobené součásti se upínají přímo mezi zdrsňené plochy vložek *v* (malé otlačení nevadí), pro obrobené součásti se buď vymění vložky za hladké, nebo se na čelisti přiloží vložky z olova nebo z mosazného plechu (obr. 34). Trubky a krátké čepy se upínají do vložky na trubky (obr. 35).

Součásti upínáme do svěráku pevně, t. j. šroub silně dotáhneme; u větších můžeme na rukojeť nastrčit trubku, abychom vyvinuli větší sílu. *Nikdy* však nesmíme dotahovat šroub *kladivem*. Svěrák nutno vždy po práci čistit a občas mazat.

Přitahování čelistí šroubem je namáhavé a pomalé. Proto se v hromadné výrobě a tam, kde se pracuje novými metodami, používá zlepšených svěráků. Přitahování čelistí je ovládáno šlapadlem (aby měl dělník obě ruce volné), stlačeným vzduchem (pneumatické svěráky), nebo podle obr. 47, č. 6.

8. ŘEZÁNÍ RUČNÍ PILKOU

Podobně jako dřevo, můžeme i kovy řezat ruční rámovou pilkou. Přezáváme tyčový materiál nebo vřezáváme úzké drážky, na př. pro šroubovák ve hlavě šroubku. Několik jiných prací je znázorněno na *obr. 36*. Na úhel-



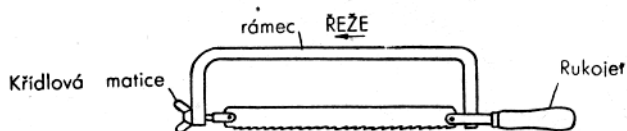
Obr. 36. Příkladů ručně řezaných součástí.

níku *A* je dvěma řezy odříznut roh. U výkovku ojnice *B* je odříznuto víko. Ve výkovku klikového hřídele *C* byl vyříznut přebytečný materiál, aby se urychlilo obrábění. Rozvidlená součást *D* se vykává z jednoho kusu, ramena se pak rozřívají a za tepla ohnou. Rychleji a čistěji lze materiál uříznout strojní pilkou, často však je součást příliš velká nebo má nepříhodný tvar, takže stroje použít nemůžeme a nezbývá než řezat ručně.

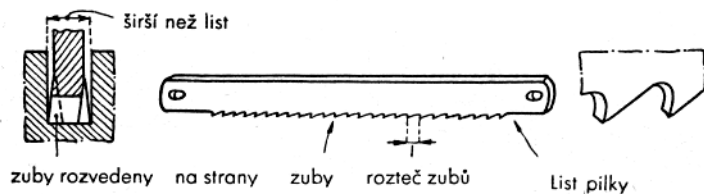
Pilka

V rámu na *obr. 37* je kolíkem za díрку upnut list pilky (*obr. 38*). List má trojúhelníkové zuby; je z dobré páskové oceli, kalený. Aby nedřel v drážce, jsou zuby buď trochu širší než tloušťka listu, nebo se rozvádějí (ohýbají stří-

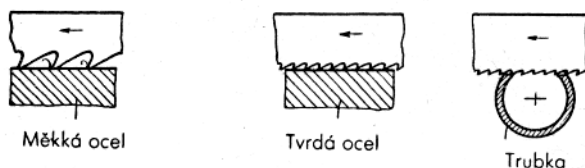
pravě jeden doprava, druhý doleva); někdy také bývá pilka v místě, kde má zuby, trochu zvlněná, takže vyřízne širší drážku, než je tloušťka listu (obr. 38). V rámu musí být pilka spolehlivě upnuta a napjata křídlatou maticí na šroubku, aby se neuvolnila a nevysmekla. *Hustota zubů* se udává počtem



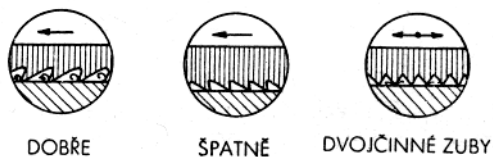
Obr. 37. Ruční rámová pilka.



Obr. 38. List pilky, rozvedení a tvar zubů.



Obr. 39. Volba hustoty zubů podle řezaného materiálu.



Obr. 40. Poloha zubů při řezání.

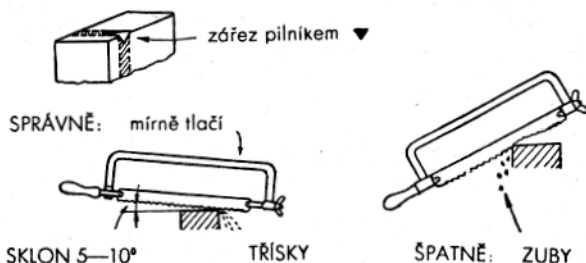
zubů na délku jednoho anglického palce, který měří 2,54 cm; značí se 1" nebo 1 in.

Na měkkou ocel, hliník, měď a tlustší materiál volíme 10–16 zubů na 1", čili t. zv. hrubou pilku (obr. 39).

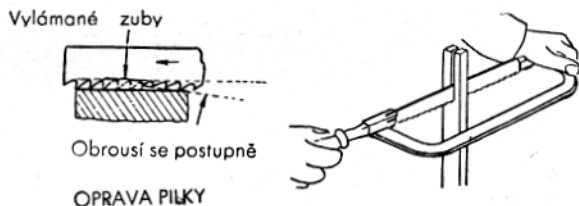
Na tvrdou ocel volíme hustší zuby, asi 18–25 zubů na 1" t. zv. střední pilky, (obr. 39).

Na *plech*, trubky a tenké součásti volíme jemné pilky s 25 až 32 zuby na 1" (*obr. 39*).

Správnou polohu zubů a špatně (obráceně) upnutý list vidíme na *obr. 40*. Pilky na tvrdý materiál a strojní řezání mívají často dvojčinné zuby podle *obr. 40*, aby se nezasekávaly. Mohou řezat obojím směrem.



Obr. 41. Jak se správně a špatně začíná řezat.



Obr. 42. Oprava vylámaných zubů. Obr. 43. Hluboký řez.

Jak řezat

Správný postoj při řezání ve svěráku je stejný jako při pilování (*obr. 30*). V místě, kde začneme řezat, *napilujeme* hranou pilníku *zářez* (*obr. 41*) a začneme řezat skloněnou pilkou. Při pohybu vpřed lehce tlačíme, zpět táhneme volně. Teprve když je naříznuta celá plocha, uvedeme pilku do vodorovné polohy. Tvrdší ocel řežeme asi 50 zdvihů za minutu, měkkou 60—70 zdvihů za minutu. Vždy hledíme řezat materiál *na plocho*, širší stranou (ne na výšku). Při dořezávání méně tlačíme a dáváme pozor, aby se pilka nezlomila. Při řezání trubek nutno volit jemné zuby; nejlépe, když trubku občas otáčíme. Řezaná součást musí být pevně upnuta, jinak pilka praskne a může dělníka poranit.

Na *obr. 41* je nesprávné začínání, na hraně. Často se tím vylámanou zuby. Chceme-li potom pilky i dále používat, musíme brusným kotoučem (na brusce k ostření nožů pro obráběcí stroje) upravit postupně vyšší a vyšší zuby podle *obr. 42*. Jinak by se zuby při práci lámaly dál a pilka se úplně zničí.

Při hlubokém řezu by rám pilky vadil. Nutno list otočit podle *obr. 43* o 90° a řezat opatrněji, aby se list příliš nekřivil.

Nejčastěji se pilka láme při dořezávání; zuby se mohou zaseknout do zbylé tenké vrstvy materiálu a vylomí se. Musí se tedy řez dokončit zvlášť opatrně; kde to nebude vadit, raději místo úplného doříznutí nakonec materiál ulomíme. Po skončeném řezání je dobře povoláním křídlaté matice list uvolnit, aby nebyl zbytečně napínán. Trubka se řeže ruční pilkou obtížně, lépe vyhoví řezák na trubky (*obr. 174—174a*).

9. PILOVÁNÍ

Pilování bývá zpravidla považováno za základ strojnické zručnosti. Platilo to hlavně před lety, kdy zámečnický piloval skoro vše, neboť obráběcí stroje byly nedokonalé a teprve pilováním se jejich výrobky dokončily na čisto. Dnes pilováním spíše zkazíme plochu čistě obrobenu strojem, ale vyvinulo se mnoho nových odvětví (nástrojařství, složité montáže, šablonářství, opravy strojů), kde se pilování udrželo a nedá se vytlačit strojem. Proto pilováním začíná výcvik budoucího kovodělníka. Nejenže tím ztvrdnou dlaně a nabývá se schopnosti, již se říká strojnický cit, ale má to i velký výchovný význam. Učí nás trpělivosti, rozvaze, vytrvalosti, smyslu pro přesnou a čistou práci, houževnatosti a odpovědnosti; to vše jsou velmi cenné vlastnosti, které později v životě pomáhají k úspěchu.

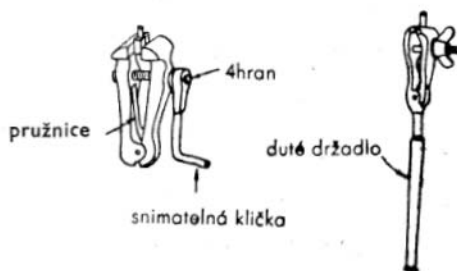
Upínání pilované součásti

Větší součásti upínáme při obrábění do svěráku, jak bylo popsáno v oddílu 4. Obyčejně vkládáme mezi kalenou čelist svěráku a součást vložku (obr. 34), aby se součást neomačkala. Malé součásti při obrábění nemůžeme držet v ruce; upínají se do svěrek (svěraček, obr. 44 vlevo) kličkou na čtyřhranu nebo křídlatou maticí na šroubu. Plochá pružina rozvírá čelisti při povolení matice. Dráty a delší součásti v jemné mechanice se upínají do svěrky (obr. 44 vpravo).

Svěrkami neboli spinadly (obr. 45) se spojují na kratší dobu na př. plechy, které se mají společně obrábět.

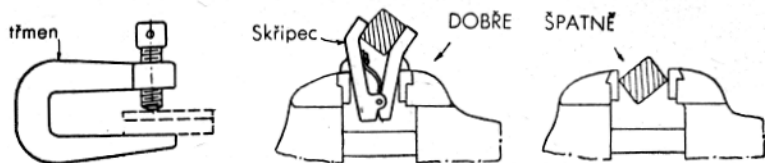
Skřípce se vkládají do čelistí svěráků a stahují se (obr. 46—47—48). Na obr. 46 je skřípce na šikmé upínání při srážení hran; vpravo je znázorněno nesprávné upnutí přes hrany (které se tím poškodí). Pro jemné práce se hodí nástrojařský skřípce dřevěný (obr. 48). Zdokonalené svěrky jsou znázorněny na obr. 47.

Ploché součásti upínáme pro pilování na dřevěnou desku hřebíčky bez hlav (obr. 49). Při větší serii se vyplatí upravit pro takové upínání ocelovou desku s količky nebo je upínáme elektromagnetem (na desku).

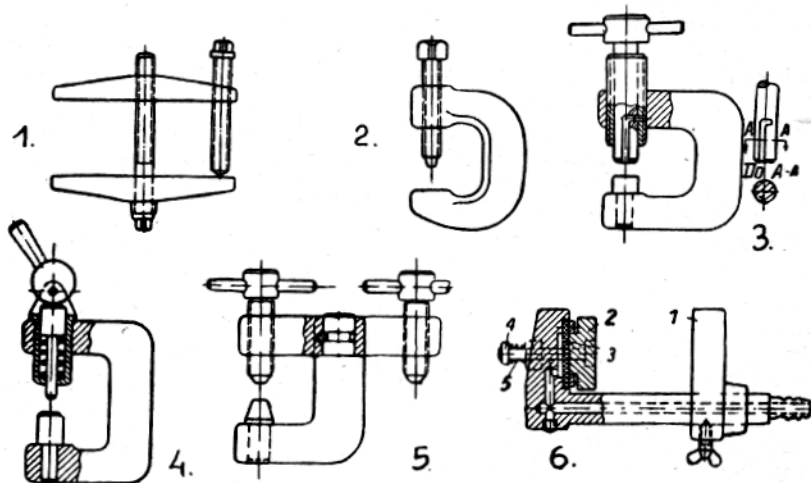


Obr. 44. Svěrky na malé součásti.

Třmenová svěrka

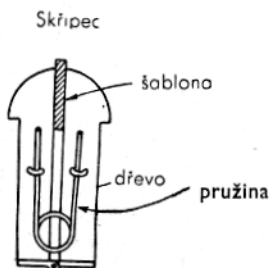


Obr. 45—46. Svěrka na plechy. Skřípec ve svěrku.



Obr. 47. Příkladů zdokonalených svěrek (sovětské zlepšovací návrhy):

1, 2 — normální šroubová svěrka (svorec); 3 — svorec pro rychlé uvolnění, čep se vyjme bez dlouhého šroubování; 4 — svěrka pro upínání výstředníkem; 5 — svorec s dvojitým otočným ramenem; 6 — pneumatický svorec (1 — posuvná čelist, 2 — upínací čelist, 3 — gumová destička, 4 — matice opírající pružinu, 5 — matice, která stahuje čelist 2 nazpět). Tlakem vzduchu pod gumou 3 se součást upne mezi čelisti.

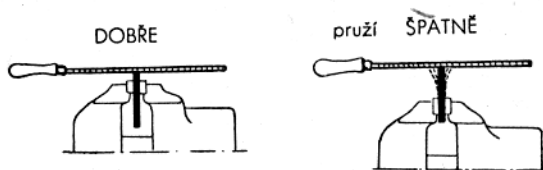


Obr. 48. Skřípec.

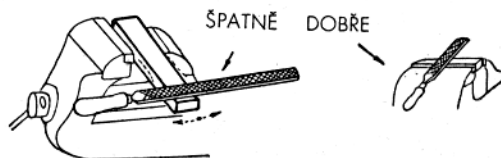


Obr. 49. Upnutí tenké části.

Pilovaná součást má ze svěráku co nejméně vyčnívat (*obr. 50*), protože jinak by pružila (*obr. 51*) a práce by byla nepřesná. Proto není dobře, když konec přechází stranou přes šířku čelisti (*obr. 52*). Vždy hledíme, aby pilované místo bylo staženo čelistmi (*obr. 53*).



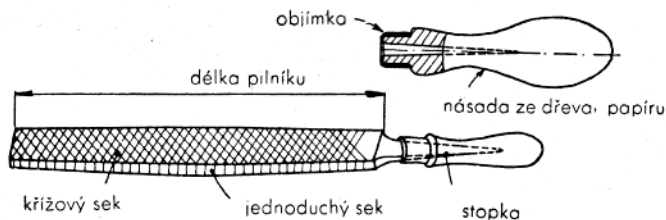
Obr. 50—51. Správné a špatné upnutí ve svěráku.



Obr. 52—53. Upnutá součást nemá příliš vyčnívat z čelisti.

Pilníky

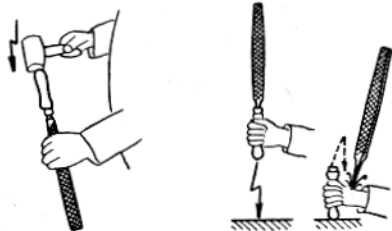
Pilníky se kovají nebo válcují za tepla z tyčové nástrojové oceli, obsahující 1,1 až 1,5 procent uhlíku, aby se při kalení dosáhlo dostatečné tvrdosti. Tělo pilníku přechází ve stopku (*obr. 54*), na kterou se naráží násada (držadlo) ze dřeva nebo z papírové masy a která je zesílena objímkou, aby se ne-



Obr. 54. Názvy částí pilníku. Pozor, jak se měří délka.

roztrhla. Při narážení nové násady vyvrtáme přiměřeně dlouhou díru, točíme v ní stopkou, aby se díra rozšířila, a pak násadu paličkou pevně doražíme podle *obr. 55*. Při nesprávném narážení (*obr. 56*) může snadno dojít k úrazu. Má-li být práce přesná a čistá, musí násada pevně držet (*obr.*

57—58). Křivě nebo málo naražená násada pruží (pilník se kolébá, plocha je křivá) a může se uvolnit; hrotem stopky vznikají někdy vážná poranění. Malé pilničky (obr. 59) jsou vykovány v celku s držadlem. Délka pilníku se měří vždy bez stopky, kromě jehlových pilníků, u nichž se uvádí celková délka.



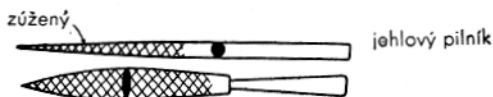
ŠPATNĚ

Obr. 55—56. Správné a špatné naražení pilníku do násady.

části, aby se při pilování tvořily kratší třísky. Seky mají různý sklon (obr. 63), aby zuby nebyly přerušeny v jedné čáře, aby na předmětu nevznikaly rýhy. Sklon je volen tak, aby se piliny hrnuly na strany. Někdy má obdélníkový pilník jednu stranu bez seků a je jí při práci veden. Jmenuje se pak pilník osazovací.



Obr. 57—58. Správně a špatně naražená násada.



Obr. 59. Malé pilničky. Dole jehlový pilník jazýčkovitý.

Pro měkké kovy (hliník, zinek) se hodí pilníky s ostřejšími (špičatějšími) zuby, které se zpravidla zhotovují frézováním. Zuby pak mají tvar jako zuby pilky. Protože frézovaný pilník lépe piluje, používá se ho často i na měkké oceli. Je výkonnější než sekáný.

Roztřídění pilníků

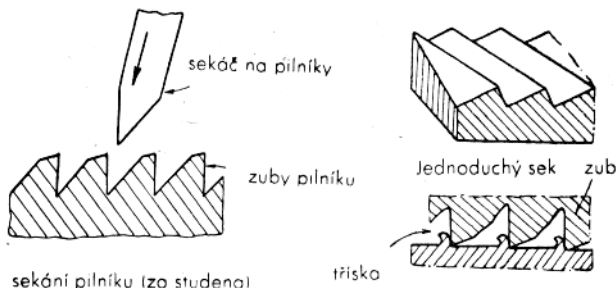
Podle jakosti a provedení se pilníky dělí na obyčejné a přesné (lepší materiál, přesnější provedení a lepší sek). Podle účelu se dělí na:

Lehké (dříve zvané *palcové*), na menší třísky.

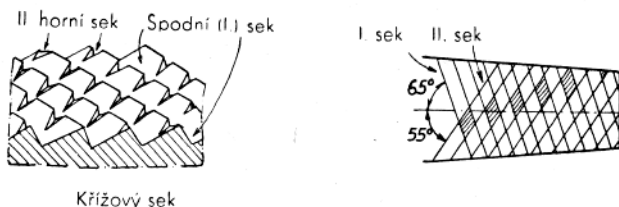
Těžké (dříve zvané *strojnické*), na běžné práce; jsou delší než 300 mm.

Uběrací pilníky, na hrubé práce.

Pilníky na pily, trojúhelníkové, k ostření pil.



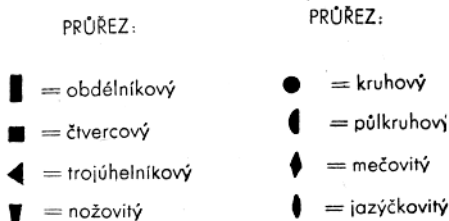
Obr. 60—61. Sekání pilníku a jednoduchý sek.



Obr. 62—63. Křížový sek pilníku.

Podle hustoty seků se pilníky dělí na hrubé, polohrubé (bastard), střední, jemné a velmi jemné. Porovnávat se mohou jen stejně dlouhé pilníky. Čím je pilník delší, tím řidší má seky, ačkoli se stupeň jeho jemnosti nemění. Přesné pilníky se označují čísly, obyčejné písmeny. *Příklad:* Střední sek pilníku; značka podle norem BB. Pilník dlouhý 100 mm má 52 seků na délku 1 anglického palce (= 25,4 mm); pilník dlouhý 500 mm má jen 22 seků na 1 palec, ač je sek stále střední.

Názvy pilníků podle tvaru průřezu jsou uvedeny na obr. 64. Lícovací pilník má po celé délce stejný průřez (t. j. stejnou šířku i tloušťku). Většinou jsou pilníky ke konci zúženy.



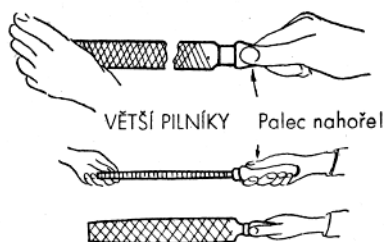
Obr. 64. Názvy průřezu pilníku.

Na práce, při kterých by ocelové pilníky příliš trpěly, používáme hrubých pilníků z *brusné hmoty* (karborundum, t. zv. smirkové pilníky). Čistí se jimi odlitky, v nichž jsou zalita písková zrnka, a začíšťují se jimi hrany tvrzené litiny. Mechanikové a nástrojaři opravují kalené součásti t. zv. *kamínkem* vhodného průřezu. Pilují (vlastně brousí) za sucha nebo i s chlazením vodou nebo olejem. Aby byly smirkové pilníky lehčí, mají při větších rozměrech dřevěné jádro. Vyrábějí je továrny na brusné kotouče.

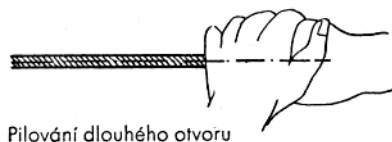
V poslední době se stále častěji používá *frézovaných pilníků* (s příznivějším tvarem zubů), o nichž byla už zmínka v předešlém odstavci.

Pilování

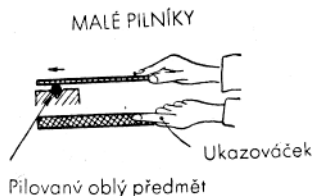
Čím tlustší je ubíraná vrstva, tím větší pilník volíme. *Velké pilníky* držíme při práci podle obr. 65—66. Násadu pevně uchopíme, aby se opírala o dlaň, palec zůstane nahoře. Pilník tlačíme dopředu a vedeme jej pravou rukou;



Obr. 65. Jak držíme velký pilník při práci.



Obr. 66. Držení kruhového pilníku při pilování dlouhého otvoru.

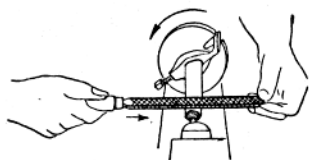


Obr. 67—68. Pilování oblých částí a obtahování (hlazení).

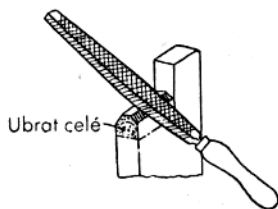
levou dlaní tlačíme mírně na konec a udržujeme tím pilník ve vodorovné poloze. *Menší pilníky* držíme jen mezi palcem a ukazováčkem levé ruky, aby byly vedeny. *Malé pilníky* držíme jen jednou rukou (obr. 67), s ukazováčkem nahoře; druhý konec nanejvýš opíráme prsty. Při obtahování plochy (hlazení) držíme pilník podle obr. 68. Aby ubíral jen malé třísky, bývá při hlazení natírán křídou, někdy křídou s olejem. Hlazení podle obrázku 68 používáme jen výjimečně na dokončení přesné plochy. Na soustruhu, obr. 69, přilujeme zřídka, neboť součást nevyjde zpravidla přesně

válcová a spíše se tím pokazí. Pilník klademe poněkud šikmo k ose a mírně tlačíme.

Při ubírání větší vrstvy materiálu si plochu rozdělíme šikmými úkosi na užší části (obr. 70), aby práce postupovala rychleji. Delší plochu nepilujeme po délce (obr. 71), nýbrž napříč, mírně šikmo. Polohu (našikmení)

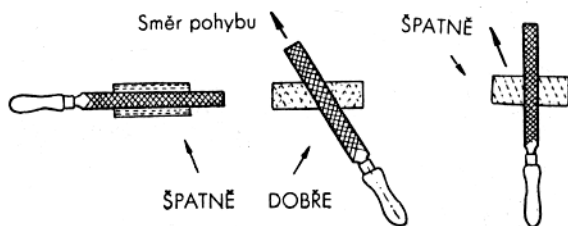


Pilování na soustruhu



Obr. 70. Ubírání větší vrstvy.

Obr. 69. Pilování na soustruhu.



Obr. 71—73. Pilování delší plochy napříč, šikmo.

pilníku občas měníme a stáčíme na druhou stranu, abychom podle rysek na ploše poznali, kde byl materiál ubírán. Pilované plochy se při tom nesmíme dotýkat prsty; nanáší se tím na ni nečistota a olej a pilník pak klouže. Také stůl, kam pilník odkládáme, musí být čistý. Nikdy nesmíme klást pilníky na sebe. Pilníkem pohybujeme při práci vždy jen ve směru jeho délky (obr. 72). Při šikmém posouvání pilníku (obr. 73) přicházejí do záběru nepříznivé úhly zubů a plocha je potrhána.

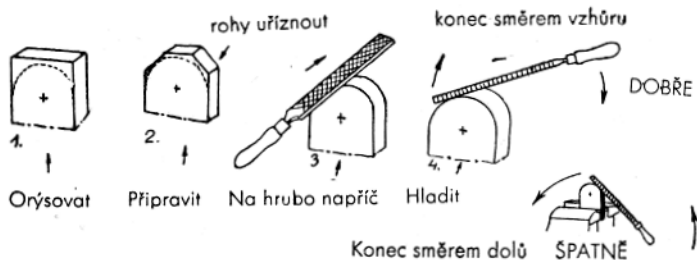
Zaoblený konec pilujeme podle obr. 74—76. Po vyznačení obrysu (viz oddíl 11, O rýsování, a obr. 74) seřízneme rohy pilkou (obr. 75). Na hrubo pilujeme vždy napříč (obr. 76), teprve při hlazení pilujeme podle obr. 77. Přitom pohybujeme koncem pilníku vzhůru, nikdy směrem dolů (obr. 78).

Při práci musíme dávat pozor, aby pilník nedřel o kalenou plochu svěrákových čelistí (otupil by se) a aby se násada neuvolňovala narážením do čelistí. Přitom se však snažíme pilovat celou délkou pilníku (ne pouze prostředkem).

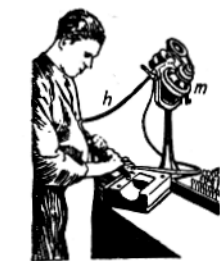
Při pilování máme stát klidně, pohybujeme jen rukama. Hladícího pilníku použijeme vždy jen na dokončení ohrubované plochy, tedy tenké

vrstvy, a na zarovnání. Máme-li ubrat vrstvu tlustší než $\frac{1}{2}$ mm, použijeme vždy hrubého pilníku a teprve potom jemného. Měkké kovy (olovo, cín) nikdy nepilujeme hladicím pilníkem (zanesl by se).

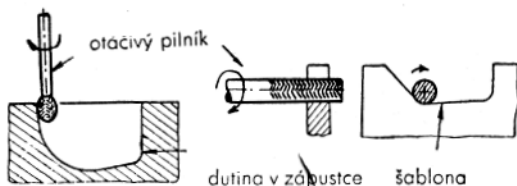
Doporučuje se odkládat pilníky vždy na stejné místo, vpravo od svěráku. Nikdy nepracujte na uvolněném svěráku; trpí tím výkon i přesnost práce;



Obr. 74—78. Pilování oblého konce.



Pilování otáčivým pilníkem



Obr. 79. Strojní pilování otáčivým pilníkem.

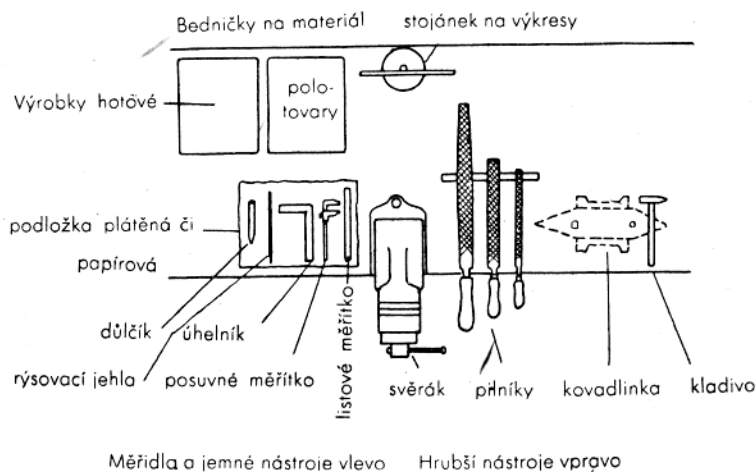
vždy přitáhněte napřed svěrák šrouby ke stolu. Pro stálé hrubé práce nevádí, když je svěrák trochu níž, než je uvedeno na obr. 31 v oddílu 7. Nástrojář (šablonář) má naopak mít svěrák trochu výše.

Po pilování někdy plochu leštíme smirkovým plátnem číslo 60 až 90, přilepeným na dřevě. Plátno namázneme olejem.

V nástrojárnách se nyní zavádějí pilovací stroje. Pilník je v nich upnut svisle do rámu; prochází otvorem ve vodorovném stole, na který se upíná pilovaný předmět. Jako u pilky posouvá stroj pilníkem nahoru a dolů. Práce je rychlejší a přesnější. Pilovacích strojů se používá hlavně při výrobě rezných matic na prostřihování plechu. Na zápustky, šablony a pilování na nepřístupných místech se někdy používá otáčivých pilníků (obr. 79). Dokončují se jimi vyfrézované dutiny, které se pak vyhladí škrabákem (odd. 17). Pilník bývá často poháněn ohebným hřídelíkem *h* od malého elektromotorku *m*. Všimněte si správného držení otáčivého pilníku podle obr. 79

Údržba pilníků

Když pilník při práci škrábe a zadržává, vyčistíme jeho zuby mosazným plechem, spilovaným do ostří ve směru horních zubů; potom drátěným kartáčem, jímž pohybujeme opět jen *ve směru horních seků*, nikdy napříč (pilník by se tupil). Hladicí pilníky se úmyslně zanášejí křídou s olejem a na-



Obr. 80. Pořádek u zámečnického svěráku.

opak zase do starších pilníků vtíráme dřevěné uhlí, aby lépe řezaly. Zaoleovaný pilník vložíme přes noc do petroleje. Pilník zanesený dřevem se ponoří na delší čas do vody; třísky nabobtnají a snadno se vyčistí. Delší tupé pilníky se posílají do pilníkárny znovu vysekat; musí se obrousit, vyhřívát, sekát a kalit, což je zpravidla dražší než výroba nového pilníku. Proto se tohoto způsobu používá dnes jen výjimečně.

Uvolňuje-li se násada, zatláčeme do ní svitek *navlhčeného* novinového papíru a narazíme znovu stopku pilníku. Po vyschnutí pak dobře drží.

Nových pilníků použijeme nejprve na měkké materiály a teprve později jimi pilujeme i tvrdší kov (jinak by se nové, jemné ostří rychle pokazilo). Litinu a výkovky, mají-li hrubý povrch, pilujeme jen staršími pilníky (kůra je tvrdá, může v ní být zalitý písek). Na čistý (obrobený) povrch litiny bereme nové, ostré pilníky.

Pořádný dělník má pilníky *srovnány* v přihrádkách podle velikosti; *nesmějí být naházeny* na sobě, neboť tím velmi trpí. Před uložením se musí pilník vždy očistit. Starší pilníky dáváme stranou a používáme jich jen na hrubé práce (plochy s okujemi po kování, s kúrou po lití). U nového pilníku

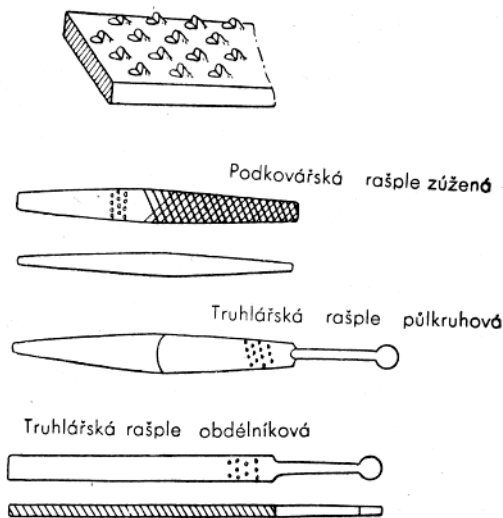
se doporučuje pilovat stále jednou stranou a druhou ostrou stranu šetřit pro případy, kdy na ostrosti zvlášť záleží.

Také u svěráku máme mít nástroje správně srovnány (*obr. 80*). Odkládáme je při práci vždy na určité místo, abychom si na tento pořádek zvykli. Práce se tím zrychlí, pilníky se nepoškodí a nemusíme je hledat. Stachanovci velmi dbají na pořádek na pracovišti, protože jim pomáhá zvyšovat produktivitu práce.

Rašple

Rašplemi pilujeme dřevo, rohovinu a kopyta lépe než pilníkem. Zuby jsou sekány špicí podle *obr. 81*, čímž se podstatně liší od zubů pilníků.

Rašple dělíme na *podkovářské* (*obr. 82*), u nichž na části povrchu je sek



Obr. 81—84. Rašple.

rašplový, na zbytku hrubý sek pilníkový, a *truhlářské* (*obr. 83—84*); půlkruhová rašple má zpravidla na celém těle sek rašplový, obdélníková má na širokých stranách sek rašplový, na úzkých jednoduchý sek pilníkový. Rašplí pracujeme jako pilníkem; její zuby musíme ještě opatrněji chránit před poškozením tvrdými předměty.

Jednotkou délky u nás je $1\text{ m} = 100\text{ cm} = 1000\text{ mm}$, zavedený roku 1799. Ve strojnictví se rozměry udávají *vesměs v mm* a zlomcích milimetru, pro velmi přesná měření až na tisícinu mm ($= 1$ mikron, 1μ). Čím je součást přesnější, tím je dražší, neboť ji musíme *opatrně* obrábět a často měřit. *Přesnost je tedy drahá*. Proto děláme přesné jen ty rozměry, u nichž je to nutné. Dělník sám nemůže od oka poznat, který rozměr má být přesný, neboť zpravidla pracuje podle rozkreslených součástí (detailních výkresů, na nichž je nakreslena vždy jen jedna součást a z nichž nepoznáme, jak souvisí s ostatními). Proto se dnes v pokrokových dílnách připisuje požadovaná přesnost k rozměru buď číselně (na př. $\pm 0,1\text{ mm}$), nebo značkami *licovací soustavy* (na př. značka *H8* za průměrem díry). Vznikají tím tolerované rozměry, které budeme probírat později.

Přesných, t. j. drahých měřidel se používá jen tam, kde toho vyžaduje přesnost výrobků. Aby nevznikla chyba, musíme před měřením plochu očistit. Nikdy nesmíme měřit pohybující se součást (na př. otáčející se hřídel na soustruhu), protože měřidlo se tím odře. Některé stroje (na př. brusky) mají samočinné měřicí přístroje, které měří součást za chodu stroje; jakmile se dosáhne předepsaného rozměru, stroj se jejich působením zastaví.

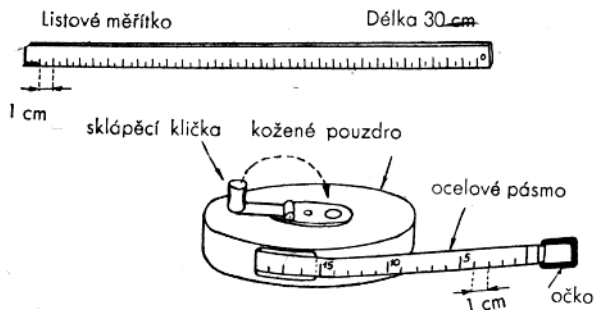
Měření délek

Dřevěný nebo kovový skládací metr s dělením na mm a na palce je nepřesný; hodí se jen na hrubá měření, ve strojnictví se ho téměř nepoužívá.

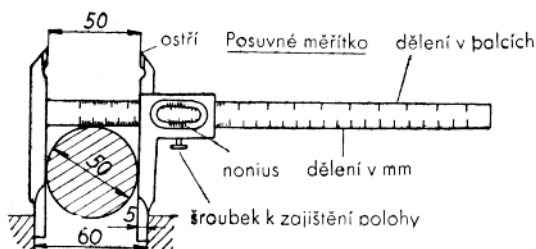
Ocelové měřítko z ocelového pásku (*obr. 85*) měří hrubě s přesností asi $0,5\text{ mm}$. Je-li delší, bývá navinuto jako *pásmo* v pouzdře (*obr. 86*). Používá se ho hlavně při montážích transmisí a j. Přesnější jsou tyčová měřítka (stojící svisle, jsou-li ve stojánku); podobají se ocelovému ohebnému měřítku, ale jsou tlustší a mají přesnější, ryté dělení.

Nejrozšířenějším dílenským měřidlem je *posuvné měřítko* (*obr. 87 až 88*). Na posuvné části má stupnici, zvanou *nonius*; vzdálenost 9 mm je rozdělena na 10 dílků. Každý dílek nonia je o $0,1\text{ mm}$ kratší než 1 mm . Umožňuje se tím čtení desetin milimetru. U první čárky nonia čteme (vlevo od čárky) celé milimetry; k tomu přidáme tolik desetin, kolikátý dílek nonia se kryje s některou čárkou milimetrového dělení měřítka. Na *obr. 89* je nula nonia za číslem 20 a dvěma dílky, tedy 22 celých milimetrů. Třetí čárka souhlasí,

tedy ještě tři desetiny; celkem rozměr 22,3 mm. Ostří na ramenech (obr. 87) může na př. měřit úzké zápichy. Konce ramen pro měření dutin, značené 5, jsou přesně 5 mm tlusté, takže k rozměru, který přečteme na stupnici, musíme přidat $2 \times 5 = 10$ mm. Někdy bývá v měřítku hloubkoměr (obr. 88).



Obr. 85—86. Ocelové měřítko a ocelové pásmo.



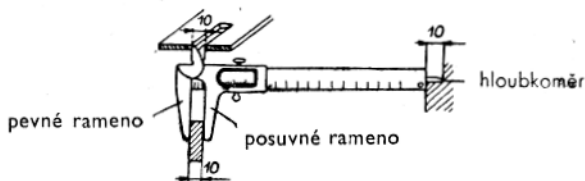
Obr. 87. Občejné posuvné měřítko.

Posuvné měřítko se musí chránit dřevěným nebo koženým pouzdrem; nikdy se nesmí válet mezi ostatními nástroji. Měřítka je dobré, dokud mezi sevřenými rameny „nesvítlí“ šterbina. Často stačí ke ztrátě přesnosti pád na podlahu. Když se měřítko ohne, vzniká jeho narovnáváním ještě větší chyba. Hrany ramen musí zůstat ostré. Nejméně jednou týdně posuvné měřítko čistíme měkkým hadrem s olejem. Nikdy je nesmíme čistit smirkovým plátnem! Občas přezkoušíme jeho přesnost na nějakém kalibru nebo mikrometrem.

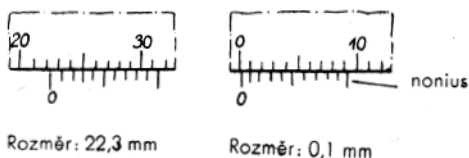
Hloubku drážek měříme hloubkoměrem (obr. 90—91), který se podobá posuvnému měřítku.

Mikrometr (obr. 92) naměří spolehlivě 1/100 milimetru. Otočením objímky jednou dokola se posune šroub, spojený s objímkou, o $\frac{1}{2}$ mm (někdy o 1 mm). Na šikmém okraji objímky je 50 dílků (někdy 100 dílků, obr. 93), takže jeden dílek značí posunutí šroubu s posuvnou čelistí o 1/100 mm. Kolikátý dílek

objímky se stýká s ryskou na milimetrové stupnici, tolik setin milimetru přičteme. Zkušený dělník tak odhadne i půl dílku, t. j. $5/1000$ mm. Měřený předmět položíme rovně mezi čelisti a otáčením objímky přitlačíme posuvnou čelist. Abychom objímku příliš nedotáhli, je u lepších mikrometrů na



Obr. 88. Posuvné měřítko s hloubkoměrem.

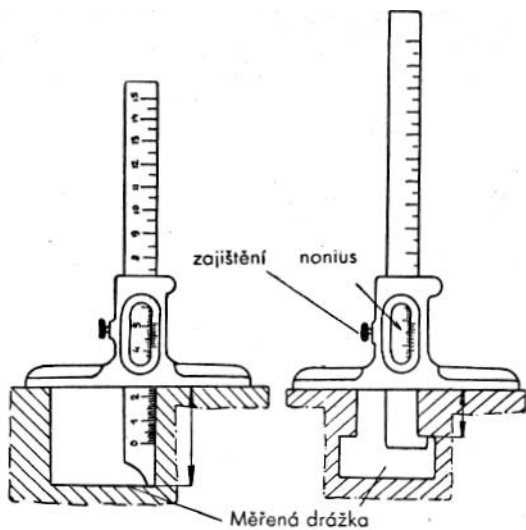


Obr. 89. Čtení rozměrů na noniu.

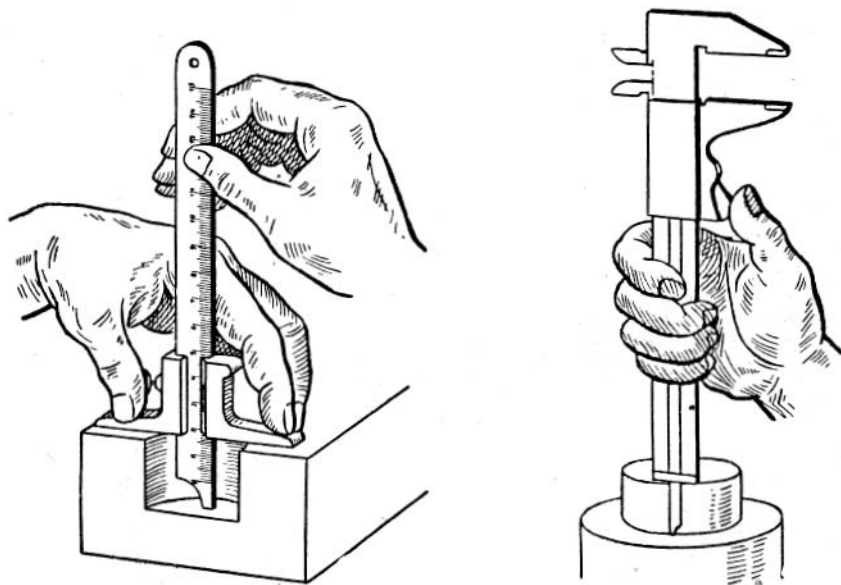
konci řehtačka, t. j. malá ozubená spojka s pružinou. Otáčíme jí prsty; při určitém přitlačení pružina povolí a objímka se dále netočí. Když stojí měřený předmět křivě, je měření nespolehlivé. Často bývá mikrometr upnut ve stojánku (obr. 92), abychom mohli levou rukou držet předmět a pravou přitahovat objímku. Mikrometry se zpravidla vyrábějí pro rozsah měření 25 mm, tedy od 0 do 25 mm, nebo větší od 25 do 50, od 50 do 75 mm atd. Na obr. 93 čteme 15 odkrytých milimetrových dílků, tedy 15 mm; 35. dílek se kryje s ryskou, tedy ještě $35/100$ mm. Mikrometr je velmi choulostivý nástroj; musí být chráněn nejen před poškozením a nečistotami, ale i před velkými změnami teploty; ukládá se vždy do dřevěného pouzdra.

Číselníkové úchytkoměry (hodinkové indikátory, obr. 94) jsou přesné jako mikrometr; také měří $1/100$ mm tím, že pohyb měřicího hrotu se vhodným převodem přenáší na ručičku. Dílky na obvodu číselníku značí setiny milimetru. Úchytkoměrem se měří hlavně nerovnosti ploch. Stojánkem jedeme po rovné rýsovací desce a úchytky od rozměru (hrot jede po ploše) čteme na číselníku. Na soustruhu přiložíme hrot k předmětu, rukou zvolna otáčíme vřetenem, a tím měříme, jaký rozměr součást hází. Do indikátorů nesmí vniknout olej ani voda, jsou velmi citlivé. Vyrábějí se též v přesnějším provedení na měření $1/1000$ mm.

Měřicí přístroje v různých úpravách mají zvláštní názvy (viz naše výrobky závodu „Somet“): Passametr porovnává vnější průměr součástí se

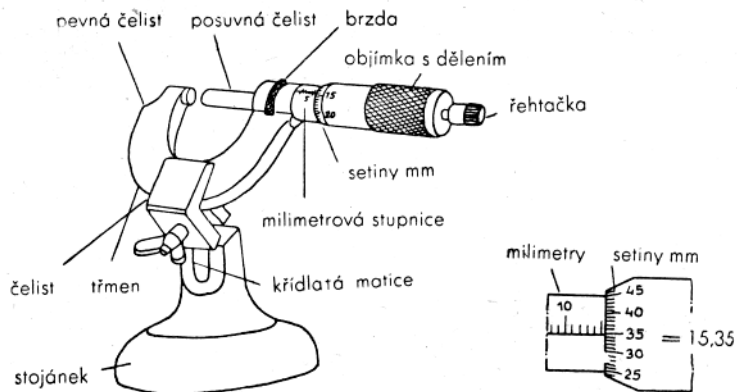


Obr. 90. Hloubkoměry s noniem.



Obr. 91. Postup při měření hloubkoměrem a posuvným měřítkem.

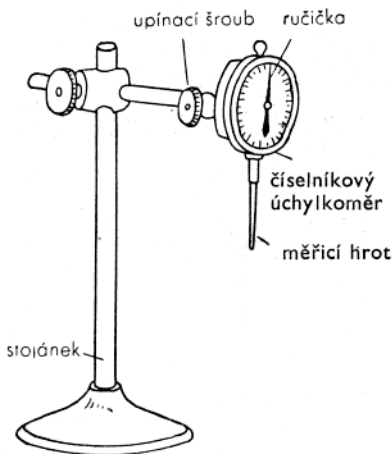
základním kalibrem, na který je nastaven. Používá se ho k měření v seriové výrobě. *Passimetr* se podobá passametri, měří však průměry otvorů. *Orthotest* je přesný úchylkoměr s pákovým a ozubeným převodem a s větším



Obr. 92—93. Mikrometr ve stojánku a čtení rozměru.

měřicím rozsahem. Používá se ho k měření v hromadné výrobě. *Minimetr* je přesný úchylkoměr s převodem pouze pákovým. *Mikrozis* je mechanicko-optický úchylkoměr sovětského původu. *Optimetr* je přesný měřicí přístroj (komparátor) k optickému srovnávání rozměrů přesných součástí se základním kalibrem nebo s koncovými měrkami. Používá se řady speciálních konstrukcí (sovětské, Zeiss z NDR a j.). Obrysy součástí se mohou měřit měřicími a kontrolními *mikroskopy* a promítat *projektory* (Meopta, Somet, Zeiss a j.).

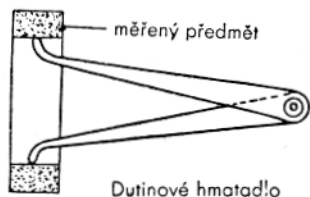
Nejpřesnějšími měrkami ve strojírenství jsou *koncové měrky* (u nás vyrábí „Somet“). Jsou to malé, ocelové, dokonale leštěné destičky, přesné nejméně na desetitisícinu mm, různé tlusté. Dá se z nich složit libovolný rozměr. Úplná souprava má asi 100 kusů. Nový jejich název je základní rovnoběžné měrky.



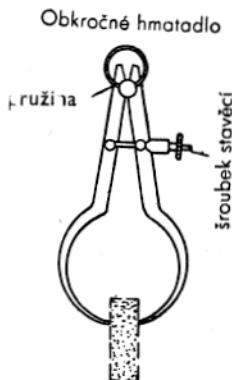
Obr. 94. Úchylkoměr se stojánkem.

Přenášení délek

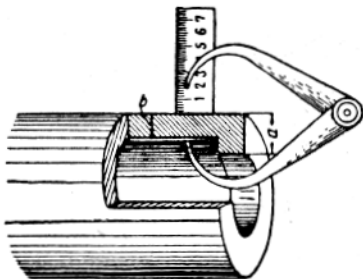
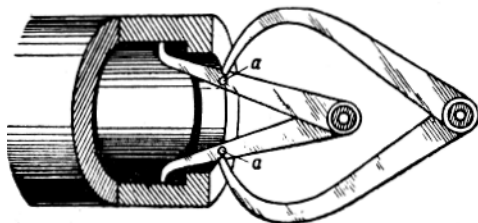
Dutinových a obkročných hmatadel (obr. 95—96—97) se dříve často používalo k přenášení rozměrů. Na tyčovém měřítku se nařídil (odměřil) předepsaný rozměr a obráběná součást se pak hmatadlem měřila. Je to vhodné jen pro hrubou práci, těžko naměříme 0,1 mm. V pokrokové výrobě jsou hmatadla nahrazena kalibry a měřicími šablonami.



Obr. 95. Dutinové hmatadlo na přenášení rozměrů.



Obr. 96. Obkročné hmatadlo se stavěcím šroubem.



Obr. 97. Měření dutinovým a obkročným hmatadlem na špatně přístupném místě.

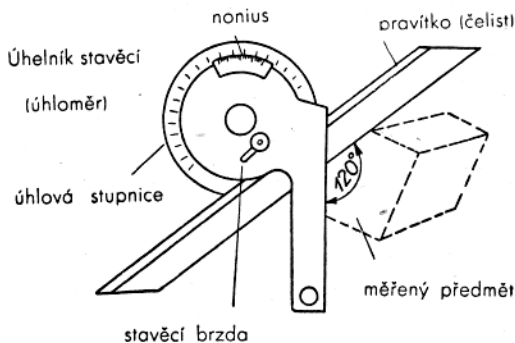
Podle obrázku vlevo nejdříve zjistíme, při jaké vzdálenosti čepů a je průměr vybrání správný. Tuto vzdálenost vezmeme do obkročného hmatadla a měříme podle obrázku. Podle pravého obrázku měříme tloušťku stěny b . Do obkročného hmatadla vezmeme nějaký rozměr, na př. 32 mm. Na měřítku čteme 18 mm, proto $b = 32 - 18 = 14$ mm.

Měření úhlů

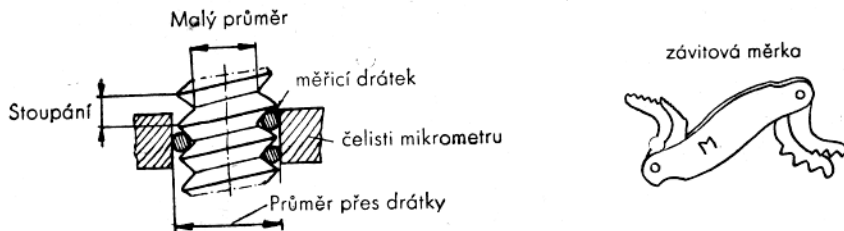
Pravý úhel měříme úhelníkem (obr. 102); ostatní úhly nejčastěji univerzálním úhloměrem (obr. 98). Pravítko se noniíem a stupnicí nařídí na žádaný úhel a zajistí stavěcí brzdou v pevné poloze. Optické úhlooměry vyrábí Meopta, Zeiss a j.

Měření závitů

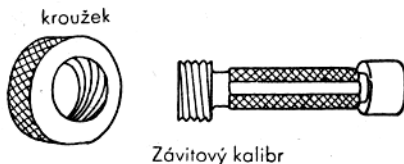
Velký průměr závitů měříme na př. posuvným měřítkem, malý průměr (jádro) ostřím ramen (obr. 87). Stoupání (vzdálenost profilů závitů, obr. 99) zjistíme přibližně otlačením naolejovaného závitu na papír a jeho změřením



Obr. 98. *Universální úhломěr s noniem.*



Obr. 99—100. *Měření závitů drátky. Závitová měrka.*



Obr. 101. *Normální závitový kalibr s kroužkem.*

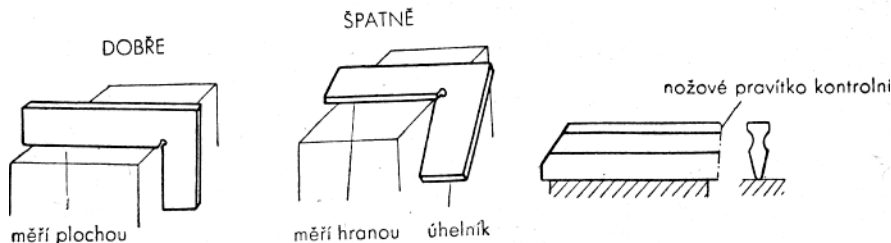
(na př. v délce 5 závitů), nebo závitovou měrkou (obr. 100). Na každém měřném lístku měrky je vyraženo, jaký závit se jím dá měřit. Blíže o značení závitů viz v oddílu 22. V hromadné výrobě se závity měří *závitovými kalibry* (obr. 101). Svorník (šroub) kontroluje závitový kroužek (nesmí mít vůli, je to vlastně přesná matice); závit v díře se měří zašroubováním závitového

trnu. Hladkým koncem trnu se zpravidla měří malý průměr závitového kroužku.

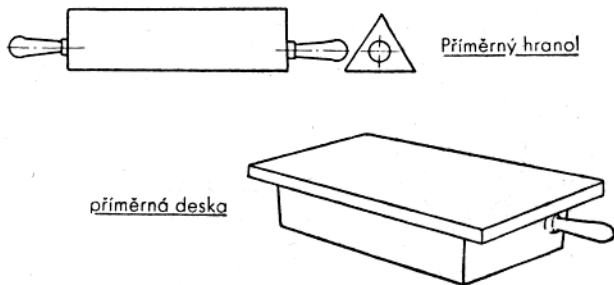
Nejpřesněji měříme střední (t. zv. bokový) průměr závitů mikrometrem přes drátky, vložené do závitů (*obr. 99*). Průměr vhodných drátků je určen v technických tabulkách (v příručkách). Zároveň je vypočteno, jaký rozměr přes drátky se má naměřit u správného šroubu.

Měření rovinnosti ploch

Na plochu přiložíme pravítko (úhelník, *obr. 102*) a proti světlu zjistíme, kde vzniká štěrбина (plocha „svítí“). Nástrojař, porovnávající častěji plochy (při výrobě šablon), má zvláštní skříňku se žárovkou, zakrytou na horní ploše mléčným sklem; tak zjistí štěrby lépe než proti příliš ostrému světlu.



Obr. 102. Proměřování plochy úhelníkem. *Obr. 103. Kontrolní vlasové pravítko na plochy.*

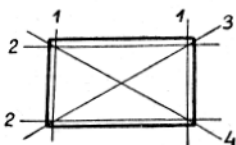


Obr. 104. Příměrný hranol a deska.

Tenká měřítka (na př. úhelník, *obr. 102*) nutno přikládat plochou a ne hranou, protože mohou být nepatrně prohnutá a měřila by křivě. Pro zvlášť přesné plochy se použije vlasového (nožového) pravítka (*obr. 103*). Větší plocha se měří příměrným hranolem a příměrnou (tuširovací) deskou (*obr. 104*). Desku nebo hranol potřeme nepatrně na př. sazemi v oleji a mě-

řenou plochu k ní přitlačíme a mírně jí pohneme. Na nejvyšších místech, která nutno škrábáním odstranit, se saze otisknou. Blíže je to popsáno v oddílu 17, Zaškrabávání. Příložný úhelník (*obr. 105*) usnadní také rýsování čar, kolmých k obrysu.

Nejpřesnější leštěné plošky se kontrolují *planparalelní destičkou* ze skla. Má průměr asi 6 cm, tloušťku 8 mm. Její broušené plochy jsou přesně



Obr. 105. Rýsování podle příložného úhelníku. Obr. 106. Směry měření.

rovnoběžné. Položíme ji na dokonale vyleštěnou měřenou plochu. Na té se objeví barevné pruhy (rozkladem světla v duhové barvy — spektrum). Podle tvaru a směru těchto pruhů se určuje přesnost měřené plochy.

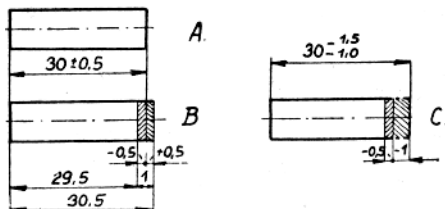
Postup při proměřování rovinné plochy: Vyjmeme předmět ze svěráku, držíme jej v levé ruce proti oku a pravou přikládáme na plochu pravítka, jímž měříme. Jak vidíme na *obr. 102*, stojí úhelník úzkou plochou kolmo k předmětu nebo je jen nepatrně skloněn; při větším sklonu (*obr. 102*) není měření správné. Pravítko klademe na předmět vždy celou plochou, nikdy hranou, aby se hrana nepoškodila. Měříme po délce, pak napříč a nakonec v úhlopříčkách, tedy celkem ve směrech 1, 2, 3, 4 (*obr. 106*).

Lícování a kalibry

Strojnická výroba směřuje stále více k výrobě *seriové* (= výroba velkého množství stejných součástí najednou, v serii). Také je výhodné některé výrobky *normalisovat*, t. j. sjednotit v několik velikostí, určit jejich jakost a vlastnosti. Zákazník si nemůže objednat součást, jakou chce; musí volit některou z normalisovaných, ale dostane ji za to levněji a dříve, neboť takové součásti může podnik vyrábět na sklad, bez obav o odbyt. Normalisované součásti (na př. části potrubí, šrouby, nástroje) musí být vyrobeny s určitou přesností, aby jednotlivé díly byly *vyměnitelné* (abychom součást mohli bez přizpůsobování nahradit). Vyměnitelnosti se dosáhlo zavedením *lícování* (tolerancí) a pečlivým měřením mezními kalibry při seriové výrobě.

Tolerance (rozsah dovolené nepřesnosti) určuje, oč může být součást menší nebo větší než jmenovitý (základní) rozměr. Čep na *obr. 107* je $30 \pm 0,5$ mm dlouhý. Značí to podle *obr. 107 B*, že může být dlouhý 29,5 až 30,5, ačkoli při výrobě hledíme, abychom se přiblížili střední míře 30. Jakýkoliv jiný rozměr mezi 29,5 až 30,5 je však stejně dobrý. Čep na *obr. 107 C* má obě úchytky záporné, čili má rozměry 28,5 až 29 mm. Vidíme, že napsaná délka

30 není přípustná; tohoto způsobu psaní se používá, aby se naznačilo, že do mezery 30 zajde tento čep s vůlí nejméně 1 mm. Čep na obr. 108 se má v díře volně otáčet. Je-li průměr díry přesně 40, musí být čep o vůli menší; říkáme, že čep je do díry zalícován s uložením točným. Ze zkušenosti nutno

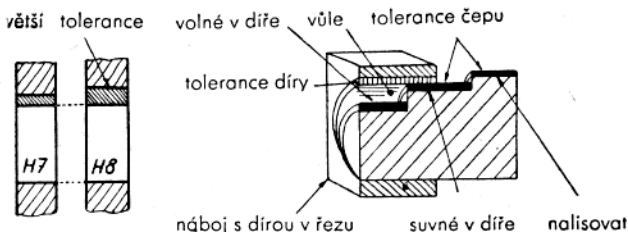


Obr. 107. Vypsání úchytky.



$\varnothing 39,92$ až $39,92$ $\varnothing 40$ až $40,039$
 čili $40 - 0,08$ čili $40 + 0,039$
 čili $40 d 10$ čili $40 H 8$

Obr. 108. Volně točné uložení.



Obr. 109. Soustava jednotné díry.

určit, jak velká má být vůle, aby se čep točil, ale zbytečně neviklal. Zde na př. stačí vůle 0,08 mm čili čep má průměr 39,92 mm.

Díru ani čep nemůžeme vyrobit naprosto přesně. Nutno u nich připustit malé dovolené úchytky, nepřesnosti; u díry na př. 0,039 mm, u čepu 0,1 mm, takže čep a díra mají rozměry udané na obr. 108. Místo číselně vypsáných úchytek se připiší za rozměr lícovací značky (v tomto případě $d10$ a $H8$). Tyto značky jsou sestaveny v tabulkách mezinárodní lícovací soustavy ISA, které u nás vydala Československá normalizační společnost jako normu ČSN 1226—1936.

Stupně přesnosti (stupně lícování). Lícovací soustava ISA má 16 stupňů přesnosti, které se označují 1 až 16 za značkou uložení. Stupeň 1 je nejpresnější (s nejmenší tolerancí), lícovací stupeň 16 je nejhrubší (s největší tolerancí). Stupňů 1 až 4 se používá při výrobě přesných měřidel a přístrojů, stupňů 5 až 6 v jemné mechanice, u dílenských kalibrů a přesných obráběcích strojů, stupňů 7 až 11 ve všeobecném strojnictví, stupňů 12 až 16 pro hrubě obrobené nebo i neobrobené části, výkovky a j.

Vzájemný vztah dvou součástí nebo jejich spojení nazýváme *uložení*. Známe tato uložení: hybná (volná), nehybná (lisovaná) a přechodná (v těch se může vyskytnout vůle i přesah). V normě ISA je celkem 21 uložení, pro všeobecnou potřebu ve stavbě strojů jsou doporučena jen některá.

Licovací soustavy. Buď se pro všechna uložení volí stále stejný průměr díry a podle uložení se mění průměr hřídele (t. zv. soustava *jednotné díry*, díra vždy H), nebo se ponechá hřídeli pro všechna uložení téhož stupně licování stále stejný průměr a podle uložení se mění průměr díry (t. zv. soustava *jednotného hřídele*, hřídel h). Mohou se však sdružovat různé díry a hřídele.

Označování licovaných rozměrů. Hřídele se značí malými, díry velkými písmeny za kótou. Za písmeno připišeme stupeň licování; tak vzniká *licovací značka*; a, A značí největší vůli, z, Z značí největší přesah; $30f8$ = hřídel pro točné uložení ve stupni licování 8, v soustavě jednotné díry. $30H11$ = = jednotná díra ve stupni licování 11 a díra pro smykové uložení v soustavě jednotného hřídele h .

Význam písmen a číslic přečteme v tabulkách licovací soustavy:

Míry v mikronech (μ); $\mu = 1/1000$

Rozsah průměru v mm	Jednotná díra	Uložení hřídele					
		Lisované	Lisované	Narážené	Suvné	Smykové	Volné točné
přes do	$H8$	$s7$	$r7$	$m7$	$j7$	$h8$	$d10$
10—18	0 +27	+46 +28	+41 +23	+25 + 7	+12 — 6	0 —27	— 50 —120
18—30	0 +33	+56 +35	+49 +28	+29 + 8	+13 — 8	0 —33	— 65 —149
30—50	0 +39	+68 +43	+59 +34	+34 + 9	+15 —10	0 —39	— 80 —180

Sovětská licovací soustava se liší od naší soustavy.

Příklad: Při opravě stroje se má nalísovat do díry čep průměru 35 mm. Jaké tolerance bude mít čep a díra? Ve všeobecném strojnictví používáme soustavy jednotné díry $H8$, podle předešlé tabulky. Silně lisovaný spoj značen $s7$, díra $H8$. Předepíšeme tedy na výkres:

Díra $35H8$; čep $35 s7$.

Tím je úloha vyřešena. Dělník si vyzvedne z výdejny náradí kalibry (válečkový $35 H8$, trmenový $35 s7$) a jimi díru a čep měří. Chceme-li vidět, jaké jsou v tomto případě vyčíslené mezní hodnoty, použijeme posledního řádku tabulky, rozsah od 30 do 50. U díry $H8$ čteme 0 a +39; značí to — 0 a +39 tisícín mm, tedy tento rozměr:

$$\text{Díra } 35 H8 = 35 \begin{matrix} +0,039, \\ -0,000, \end{matrix} \text{ t. j. } 35,000 \text{ až } 35,039 \text{ mm.}$$

U čepu pod $s7$ čteme $+68$ a $+43$; značí to 68 a 43 tisícín; obojí přičítáme, takže rozměr

$$\text{Čep } 35 \text{ } s7 = 35 \begin{array}{l} +0,068 \\ +0,043 \end{array}$$

Čep tedy může mít rozměr $35,043$ až $35,068$ mm; rozdíl mezi těmito dírami ($0,025$ mm) je výrobní tolerance (značená číslem 7).

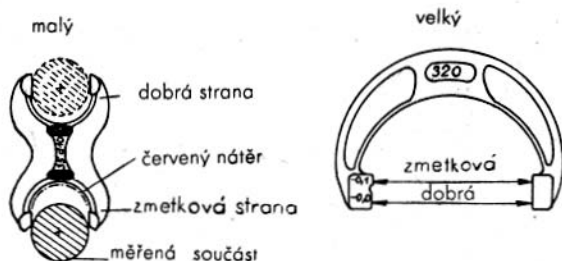
Příklad: Čep $20 \text{ } j7$ by zašel do díry $20 \text{ } H8$ posuvně; jeho průměr je

$$20 \begin{array}{l} +0,013 \\ -0,008 \end{array}$$

a může tedy ležet mezi rozměry $19,992$ až $20,013$ mm.

Jak se měří kalibrem

Rozměry, jejichž výrobní tolerance jsou dány značkami lícovací soustavy, se měří kalibry, které mají stejné značky jako míra na výkrese. Proto dílna musí mít na skladě obrovské množství kalibrů na běžné rozměry a uložení a konstrukční kancelář má seznam těchto kalibrů, aby nepředpisovala

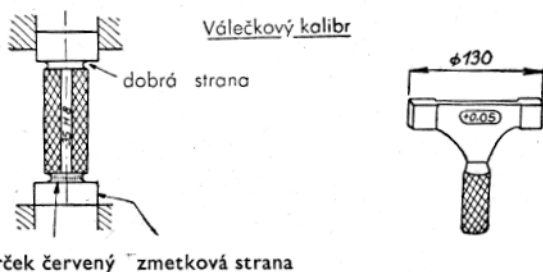


Obr. 110—111. Mezní kalibry třmenové na měření čepů.

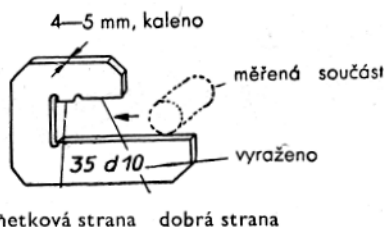
tolerované rozměry, na něž kalibry nejsou. Velké podniky mají takto v kalibrech investováno mnoho milionů korun.

Vnější rozměr měříme kalibrem *třmenovým* (obr. 110—111), díry a vnitřní rozměry kalibrem *válečkovým* (obr. 112). Kalibr má zpravidla dvě měřicí strany; dobrá musí jít vždy do součásti nebo přes ni bez násilí (součást na soustruhu musí být při měření v klidu!). Zmetková strana se nesmí dát vsunout do součásti nebo přes ni, smí nejvýš jen maličko zachytit. Pak je rozměr dobrý, leží v tolerancích. Zmetková strana kalibru je značena červeným nátěrem. Kalibry pro větší rozměry jsou upraveny jinak (obr. 111—113), aby nebyly příliš těžké. Měřicí plošky kalibrů jsou zakaleny, aby déle vydržely. Nikdy nesmíme kalibr tlačít násilím na součást, poškozují se tím a výsledek měření stejně je nepřesný.

Menší dílny si nemohou zařizovat na všechny rozměry kalibry z výkovků podle obr. 110—113; nahrazují je často jen kalenými měrkami z ocelového plechu (obr. 114). Prodloužená spodní čelist usnadní zasouvání součásti.

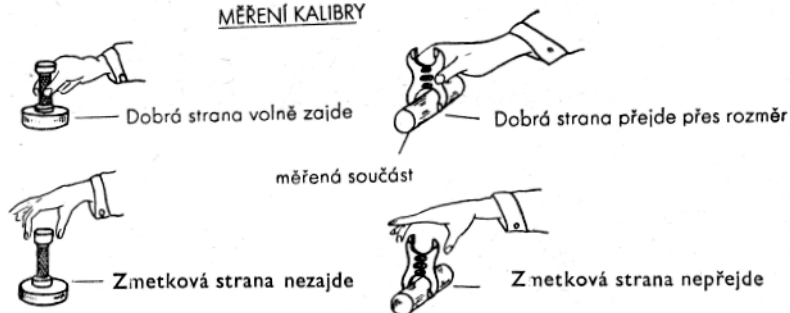


Obr. 112. Válečkový kalibr mezní. Obr. 113. Plochý kalibr, dobrá strana.



Obr. 114. Pomocné toleranční měřidlo.

MĚŘENÍ KALIBRY



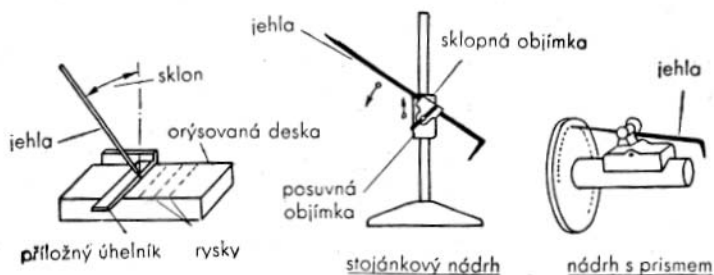
Obr. 115. Jak se měří kalibry.

Pro menší rozměry dodávají výkovky třmenových kalibrů speciální továrny; jsou pak výhodnější a někdy i levnější než měrka (obr. 114).

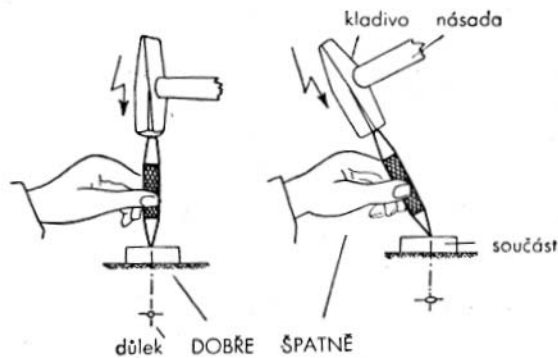
Při měření držíme kalibry podle obr. 115.

11. ORÝSOVÁNÍ

Materiál (výkovek nebo odlitek) se před obráběním *proměřuje*, aby se zjistilo, má-li správné rozměry; orýsováním nakreslíme obrysy součástí, podle nichž se bude zhruba obrábět. Podložkou při rýsování je rýsovačská



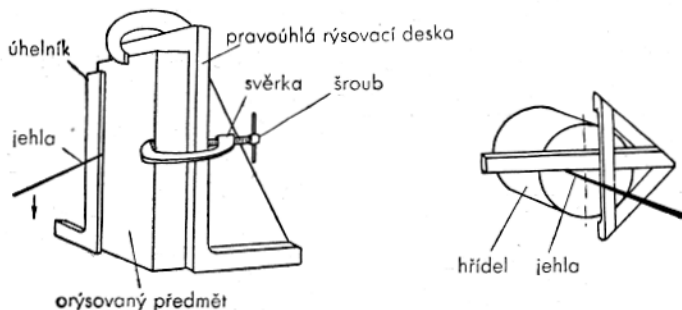
Obr. 116—117. Rýsovačské nářadí.



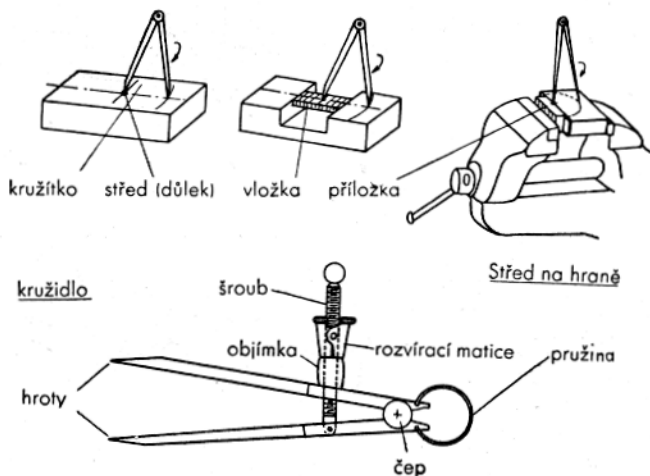
Obr. 118—119. Dobrý a špatný důlek.

deska; je to litinový, dokonale rovný stůl, na který součásti postavíme a podložíme, aby pevně stály. Rýsuje se ocelovou jehlou, která má kalený hrot. Zpravidla bývá jehla ve stojánku (obr. 116 až 117); vzniká tím *stojánkový nádrž*.

Aby čáry byly lépe znatelné, potíráme větší litinové součásti před orýsováním roztokem křídý ve vodě (ocelové součásti roztokem modré skalice). Po usušení se na povrchu utvoří bílý nebo hnědý povlak, na němž dobře vyniknou i jemné rysky.



Obr. 120—121. Příprava pro orýsování.



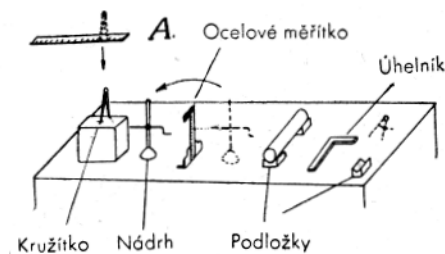
Obr. 122. Kružidlo a práce s ním.

Průběh čar, hlavně poloha středů a rohů se pojistí malými důlky, které se vyrábějí *důlčikem* (obr. 118). Jeho hrot nesmí být příliš špičatý, aby déle vydržel. Při práci se důlčik musí nasadit rovně, kolmo k povrchu; jinak by „rozešel“ důlek na stranu (obr. 119).

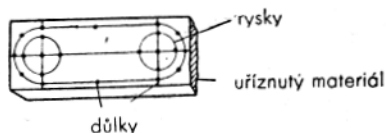
Rovné čáry se rýsují podle pravítek nebo úhelníků (obr. 116, 120), opřených buď o základní obrobenu plochu součástí, nebo o rýsovací desku.

Hledač středu (obr. 121) usnadní vyhledání středu na čelní ploše hřídelů (pro navrtání důlků k upínání do hrotů na soustruhu).

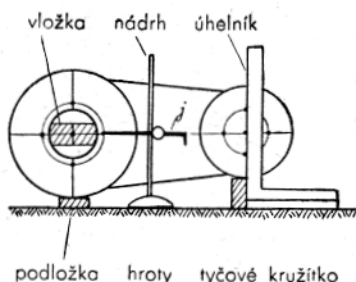
Kružnice a oblouky rýsujeme kružítkem (obr. 122). Kružítkem také přenášíme přesnější vzdálenosti, odměřené na ocelovém měřítku (obr. 123A).



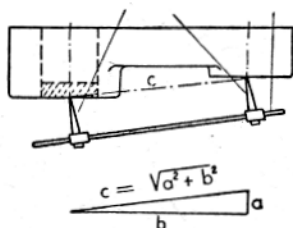
Obr. 123. Nářadí na rýsovací desce.



Obr. 124. Postup při orýsování.



podložka hrot tyčové kružítko

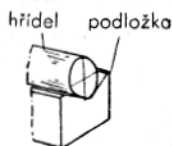


Obr. 125. Orýsování odlitku kliky.

Pružina drží ramena lepších kružidel stále rozevřená. Stahují se k sobě maticí šroubu. Pro rychlé rozvírání je matice rozvírací; sblížením hrotů se uvolní objímka, svírající matici na šroubu. Můžeme pak bez šroubování posouvat matici po závitě. Na obr. 124 je příklad orýsování táhla se dvěma dírami, na obr. 125 příklad orýsování kliky; vzdálenost c nutno vypočítat z rozměrů a , b a nanést kružítkem. Je-li $a = 10$, $b = 300$, je délka $c = 300,17$ mm.

Rýsovačské nářadí se má udržovat v nejlepším stavu. Hrany úhelníků a pravítek musíme chránit před poškozením; často ztrácejí přesnost už pádem na podlahu. Jehly se musí často brousit. U stojánkového nádrhu očistíme před prací vždy dosedací (spodní) plochu podstavce a dotáhneme pevně všechny šroubky, aby se jehla nepohnula. Úhelníky občas přezkoušíme podle nového úhelníku.

Důlky, číslice, značky razíme na dobře (tvrdě) podložených součástech různými razídlý s čísly a abecedou. Nejprve narýsujeme slabě čáru, aby

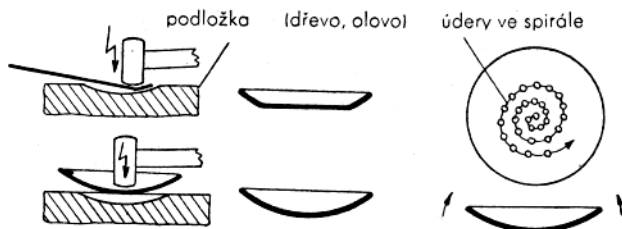


Obr. 126. Podložení hřídele při orýsování

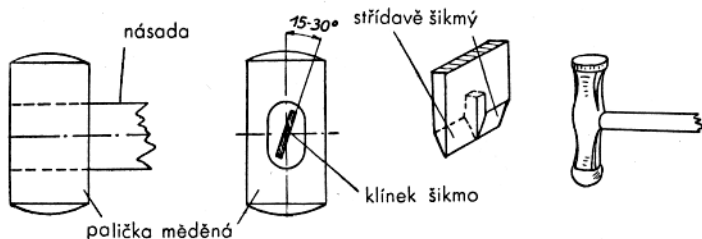
značka byla rovná. Kolmo k ploše (na čáru) písmeno nasadíme, malým ostrým úderem kladiva slabě vyrazíme a prohlédneme. Je-li rovne, nasadíme razidlo znovu a vyrazíme přiměřeně silnou ranou. Válcové části musí být podloženy pod místem, kde razíme, podobně jako na *obr. 126*.

12. VYKLEPÁVÁNÍ

Když klepneme na rovný plech oblou hlavou paličky a údery se ve spirále blíží k obvodu (*obr. 128*), vytvoří se z plechu mělká miska. Tento postup je příliš pracný; proto zpravidla vyklepáváme na podložce z tvrdého dřeva



Obr. 127—128. Vyklepávání na podložce a údery ve spirále.

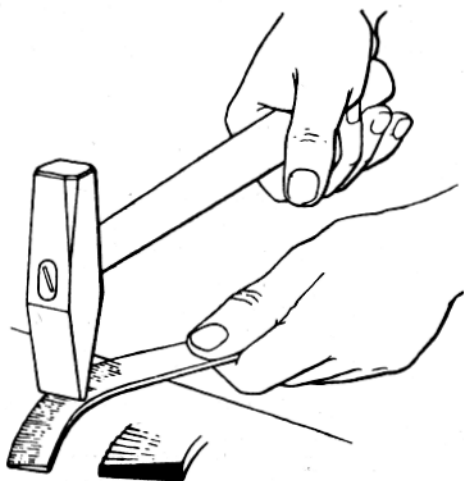


Obr. 129. Vyklepávací palička a její uklínování. Těpací kladívko na plech.

nebo olova (tlusté alespoň 10 cm) podle *obr. 127*. Nejprve vyklepáme okraj, potom střed. Dá se tak postupně vyklepát i hluboká nádoba. Levněji a rychleji se mohou tyto součásti vytlačit na kovotlačitelském soustruhu. Přesto nutno klepání nacvičit, neboť se někdy bez něho neobejdeme (u velkých součástích, v karosářství, při výrobě vzorků a plechových krytů). Složitější díly dnes raději svařujeme z částí; přechod poněkud zarovnáme klepáním a obrousíme, aby byl povrch čistý.

Palička z mědi, olova, dřeva nebo tvrdé gumy (*obr. 129*) je na násadě pojištěna šikmo naraženým ocelovým klínkem.

Vyrovnávání páskové oceli vyklepáním ukazuje obr. 130.

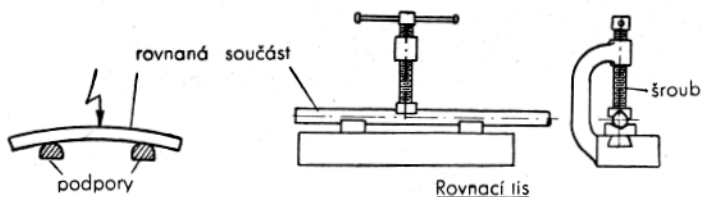


Obr. 130. Ohýbání páskové oceli na stojato vyklepáním jedné strany nosem kladiva.

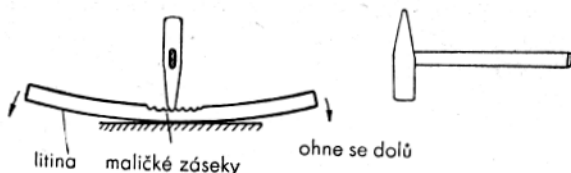
Můžeme pracovat buď za tepla, nebo za studena, je-li ocel měkká a ohyb mírný.

13. ROVNÁNÍ (VYROVNÁVÁNÍ)

Mírně pokrivené součásti se musí opatrně vyrovnat, aby se nepoškodil jejich povrch. Přiložením pravítka zjistíme křivost, součást položíme na tvrdou podložku a vyrovnáme ji paličkou (obr. 131). Protože bude pružit,



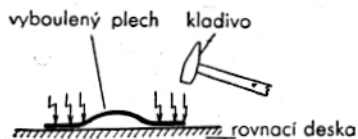
Obr. 131. Vyrovnávání prohnutím.



Obr. 132. Vyrovnávání záseky otupěným sekáčem.

musíme ji nepatrně prohnut dolů. Většinou rovnáme na malých rovnacích lisech (obr. 131), aby se součásti nepoškodily (hlavně delší kalené nástroje, které se při zakalení trochu pokrřivily).

Velké a dlouhé součásti s velkým průřezem, které se budou ještě dále obrábět, vyrovnáme velmi snadno malými záseky sekáčem podle obr. 132 na vyduté straně. Tento postup se osvědčuje hlavně u litinových součástí, které by se při použití jiného způsobu snadno zlomily. Záseky se prodlouží horní povrch, a tím se součást narovná.



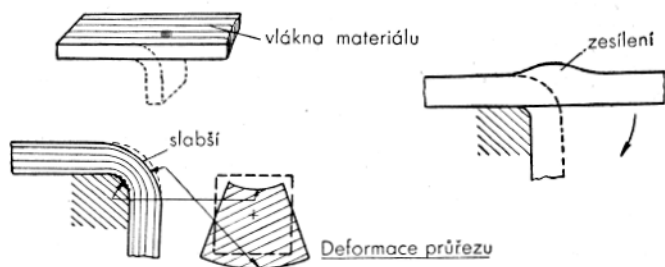
Obr. 133. Vyrovnávání plechu.

K vyrovnávání plechu je třeba zručnosti, neboť nesmíme nikdy tlouci přímo na křivá (vyboulená) místa, nýbrž vedle

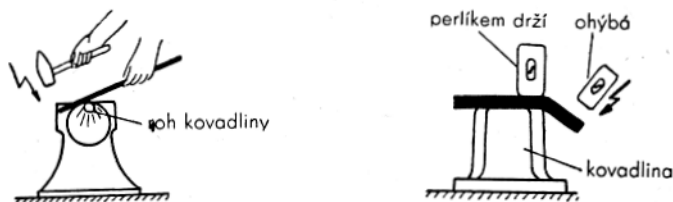
ních (*obr. 133*). Plochou kladiva klepneme kolem vybouleného místa; tím se plech napne a vyboulení se ztratí. Větší tabule plechu se rovnají strojně, řadou válečků, mezi nimiž se plech prohněte. Také drát se rovná mezi válečky nebo protažením průvlakem. V dílnách, kde se musí materiál častěji rovnat, se vyplatí speciální stroje, neboť ruční rovnání je drahé a nepřesné.

14. OHÝBÁNÍ

Ocel, kterou v dílně zpracujeme, je dodávána hutí vyválcovaná do vhodných tvarů (tyčí, plechu, úhelníků a j.). Válcuje se za tepla z velikých kusů, zvaných *ingoty*, které vzniknou litím oceli (na př. ze Siemens-Martinovy pece) do kovových forem, zvaných *kokily*. Postupným válcováním se v oceli



Obr. 134—135. Ohýbání přes roh.



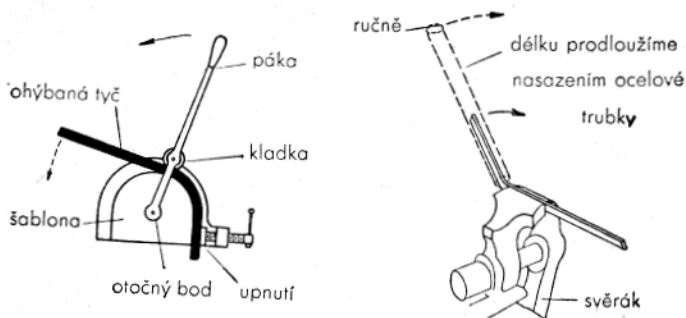
Obr. 136—137. Ohýbání na kovářině.

vytvoří *vláknitý sloh*; částice (krystaly) jsou prodlouženy ve směru délky (obr. 134). Při ohýbání musíme vždycky dbát, aby i v ohnuté součásti probíhala vlákna po délce. Ohnutím přes malý poloměr se vnější vlákna vytažují a součást se v ohybu zeslabí. Má-li průřez zůstat stejný jako v rovných koncích, musí se před ohnutím vykovat zesílení podle obr. 135. Je to drahé, a proto se tohoto způsobu užívá jen u důležitých součástí většího průřezu.

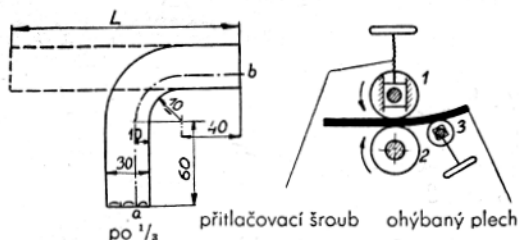
Tyčový materiál ohýbáme přes roh nebo hranu kovářiny podle obr. 136 a 137 za studena nebo za tepla. Má-li velký průřez a je-li krátký, nemůže se držet v ruce; buď se upíná do kovářského svěráku, nebo se přidržuje na kovářině perlíkem (který drží pomocník) podle obr. 137. Při větším počtu

stejných, součástí se materiál musí ohýbat podle šablony, nejlépe v pákovém přístroji, kladkou, podle obr. 138. Konec ohýbané tyče je upnut, pákou tyč ohneme; kladka zmenšuje tření.

Tyčový materiál menšího průřezu ohýbáme ručně ve svěráku (obr. 139). Je-li ohýbaný konec krátký, můžeme nasazením trubky délku pro ohyb



Obr. 138—139. Ruční ohýbání v přístroji a ve svěráku.



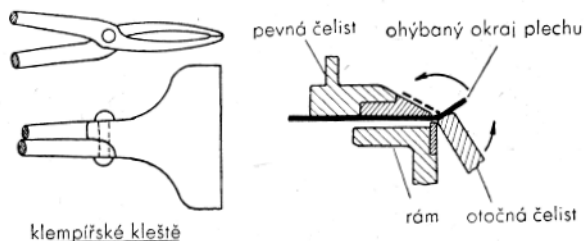
Obr. 140. Ohnutá součást. Obr. 141. Ohýbací válec.

zvětšit; tlustší a tvrdý materiál před ohýbáním ohřejeme. Ostřejší roh doklepneme mírnými údery kladivem nebo paličkou (u plechu). Přitom je dobře vložít do čelistí svěráku plechové vložky (obr. 34), aby byly chráněny hrany čelistí.

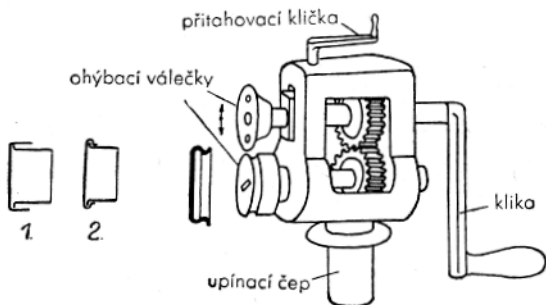
Délka použitého materiálu se počítá na vláknu v první třetině tloušťky, označeném a, b na obr. 140. Úhelník na obr. 140 musí mít délku $L = 60 + (\frac{1}{4} \text{ kruhu s poloměrem } 20) + 40 \text{ mm} = 60 + \frac{1}{4} \cdot 2\pi r + 40 = 60 + \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 20 + 40 = 60 + 31,4 + 40 = 131,4 \text{ mm}$; volíme asi 132 mm.

Plech v tabulích (tlustší) se při výrobě kotlů ohýbá jen strojně, mezi třemi válci (obr. 141). Válec 1, 2 jsou k sobě přitlačeny a podávají tabuli; válec 3 ji ohýbá.

Okraj plechu se ohýbá ručně, kleštěmi se širokou hubou (*obr. 142*) v klem-pířství, u větších tabulí ručními přehýbacími stroji (*obr. 143*). Plech je otočnou čelistí ohýbán kolem hrany pevné čelisti. V klem-pířství se používá lemovacích (obrubovacích) strojků (*obr. 144*) na výrobu obrub při dnech nádob, zaválcování drátů do okraje a j.



Obr. 142. Klem-pířské ohýbací kleště. Obr. 143. Ohýbačka na plech.



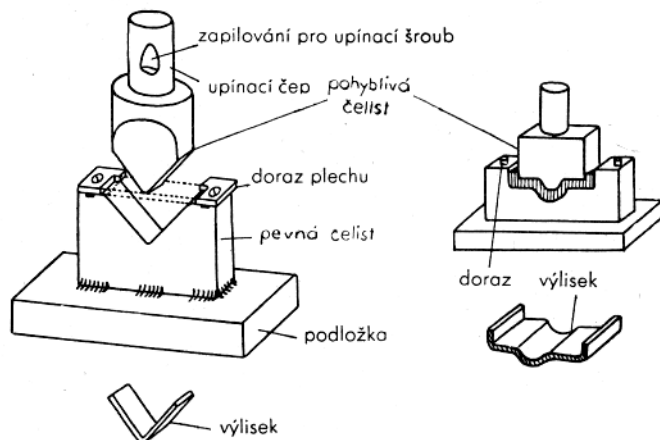
Obr. 144. Obrubovací strojek.

Větší počet stejných součástí ohýbáme v *ohýbacích* nástrojích (*obr. 145* a *146*), které pracují zpravidla na ručním lisu. Patrice je upnuta za čep do beranu, matrice je připnuta za okraje podložky na stůl lisu. Čím ostřeji vyrazíme rohy, tím přesnější je výlisek a tím méně pruží po vyjmutí z matrice. Patrice i matrice jsou kaleny a napuštěny.

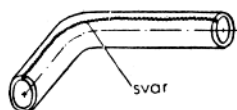
Trubky menších rozměrů a s tlustší stěnou (na př. říditka jízdního kola) ohýbáme za studena jako plné tyče. Do svěráku se upne tyč se zaobleným koncem, na niž se nastrčí ohýbaný kus trubky. Za druhý konec trubku trochu ohneme, maličko povytáhneme a opět ohneme. Tak se pokračuje, až je ohyb hotový. Malé měděné trubky se ohýbají jako dráty.

Při větším průměru a tenčí stěně by se průřez křivil; trubku musíme vyplnit na př. jemným, suchým pískem (konce ucpeme dřevěnými zátkami)

a v místě ohybu ji nahřejeme. Výhodnější je ohýbání za studena (povrch zůstane čistý); trubka se vyplní snadno tavitelným kovem nebo se do ní nasune hustě vinutá pružina z ocelového drátu. Dobře vyhovuje slitina



Obr. 145—146. Ohýbačky na lisy.

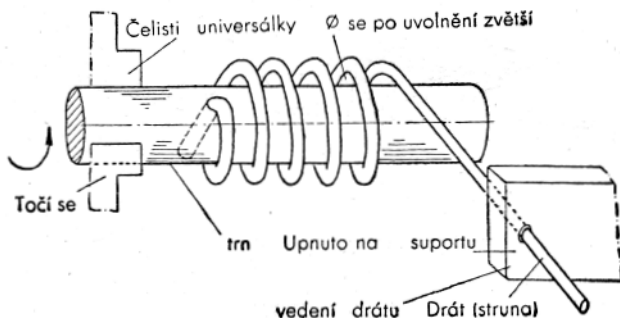


Obr. 147. Ohyb svařené trubky.

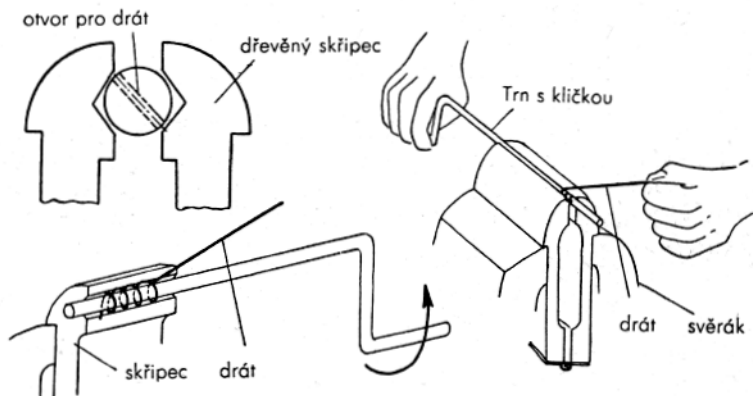
49,4% vismutu, 27,7% olova, 12,9% cínu, 10% kadmia, která se taví při 71 °C. Roztaví se tedy v teplé vodě, nalije se do trubky a po ohnutí se snadno vytaví teplou vodou nebo parou. Svařenou (závitovou) trubku (zvanou dříve plynová) nutno ohýbat podle obr. 147, aby byla ve svaru co nejméně namáhána.

15. VINUTÍ PRUŽIN

Pružiny se vinou z tažených ocelových drátů (strun) ve skřípci, v ručních přístrojích (*obr. 148 a*) nebo nejčastěji na soustruhu (s ručním otáčením vřetena). Pro pružinu se musí upravit trn, který má menší průřez, než je



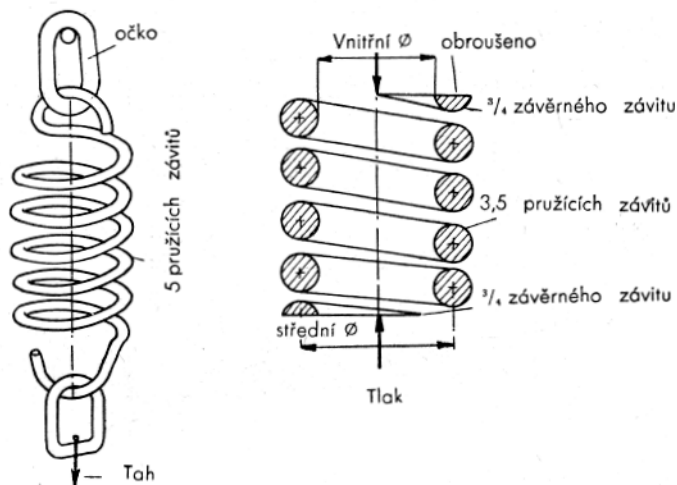
Obr. 148. Vinutí pružiny na soustruhu.



Obr. 148a. Vinutí pružiny ve skřípci, ručně.

vnitřní průměr vinuté pružiny (průměr pružiny se trochu zvětší). U konce trnu vyvrtáme díрку, do níž se drát zastrčí a ohne, aby držel. Trn upneme do skřípce ve svěráku nebo do skličidla na soustruhu (delší trny se upínají

mezi hroty). Do suportu upneme kousek oceli s drážkou nebo dírkou, jíž bude drát veden. Upravíme převody (výměnnými ozubenými koly nebo v převodovce soustruhu) tak, aby se stoupání pružiny rovnalo posuvu suportu. Zapneme automatický posuv a zvolna točíme vřeteníkem (ručně nebo zapojením předlohy, aby běžel pomalu); drát je přitom veden dírkou



Obr. 149—150. Tažná a tlačná pružina.

U tlačné nejsou poslední závity přihnuty.

v oceli na suportu a napínán rukou (mírným ohnutím), aby k trnu dobře přiléhal. Suport dá pružině rovnoměrné stoupání (obr. 148).

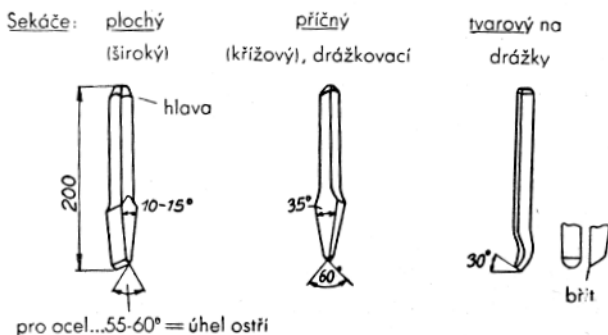
Při ručním vnutí ve svěráku (obr. 148 a) se první závity pružiny otisknou do dřevěného skřípce, čímž vznikne vedení pro drát (trn postupuje s pružinou). Je to vhodné jen pro tenké dráty, jinak vždy použijeme soustruhu.

Po navnutí předepsané délky drát odstříháme; předtím otočíme vřetenem o několik otáček zpět, aby se odstranilo napětí v pružině. U tažné pružiny upravíme na koncích očka pro závěs, u tlačné plochými kleštěmi přihneme poslední závity, aby seděly na sobě (obr. 149—150) a konce obrousíme do roviny kolmo k ose. Podle předpisu pak pružinu kalíme nebo napustíme, často jen v plynovém plameni (na př. na modrou barvu).

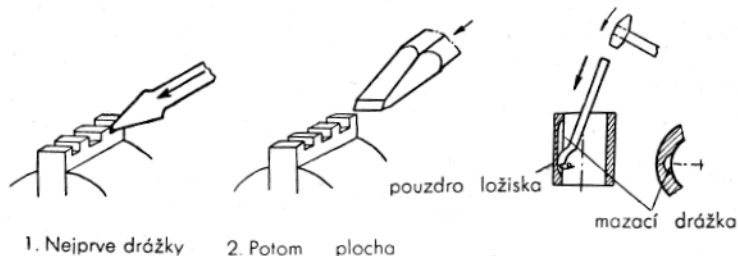
Závity tažné pružiny, není-li zatížena, mohou dosedat na sebe. Někdy se předpisuje, aby na sebe dosedly s *předpětím*, t. j. aby tlačily na sebe, takže délka pružiny se nemění, dokud tah nepřestoupí velikost předpětí. Dosáhneme toho tím, že drát pružiny při vnutí na soustruhu současně zkrucujeme po délce (kolem osy, točíme jím).

16. SEKÁNÍ

Dříve se ve strojárnách větší plochy obráběly (zarovnávaly) sekáním, protože nebyly vhodné hoblovačí stroje. Sekání je pomalá a namáhavá práce, jež vyžaduje zručnosti. Dnes se ho používá jen tam, kde nelze volit jiný způsob obrábění (k přeseknutí materiálu, při vysekávání nepravidelných drážek a dutin, při usekávání nýtové hlavy a odsekávání nerovností na odlitku a pod.). Dobrý nástrojař a montér musí proto umět zručně sekat.



Obr. 151. Sekáče.

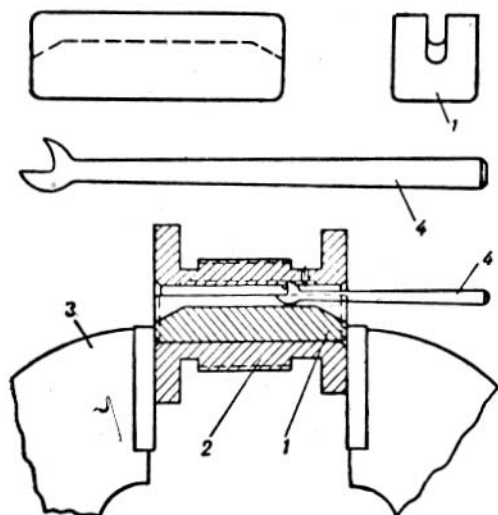


Obr. 152—154. Postup při sekání.

žek a dutin, při usekávání nýtové hlavy a odsekávání nerovností na odlitku a pod.). Dobrý nástrojař a montér musí proto umět zručně sekat.

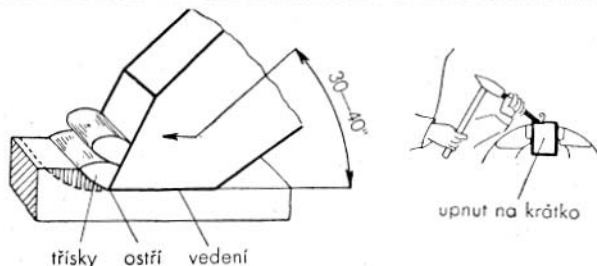
Sekáče. Vyrábějí se ze speciální, zvláště houževnaté oceli, u nás na př. Poldi Tenax N, která se dodává už ve vhodném průřezu (tyče, obdélný průřez se zaoblenými užšími hranami). Tvar sekáče se vyklová podle obr. 151.

Hlava je zaoblena, aby se údery kladiva příliš neštěpila, a zůstane měkká; ostří se kalí a popouští na žlutou barvu (viz oddíl 30, Kalení). Příčným sekáčem se vysekávají úzké drážky a dokončují se rohy hranatých děr. Plochým



Obr. 154a. Sekáč na mazací drážky v pouzdrch podle zlepšovaciho návrhu s. Tomaševského, SSSR.

Do pouzdra se vloží vedení 1. Pouzdro 2, v němž sekáme drážku, je upnuto ve svěráku 3. Sekáč má tvar 4. Jeho nakláněním postupně zvětšujeme hloubku drážky. Protože je sekáč při práci veden vložkou 1, je práce velmi snadná a může ji konat i méně kvalifikovaný dělník

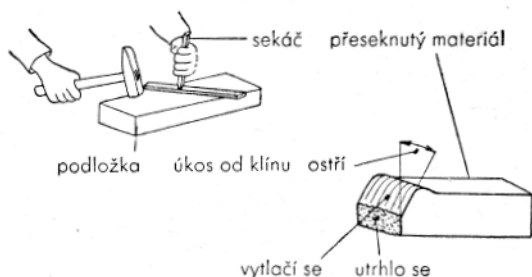


Obr. 155. Poloha sekáče při práci.

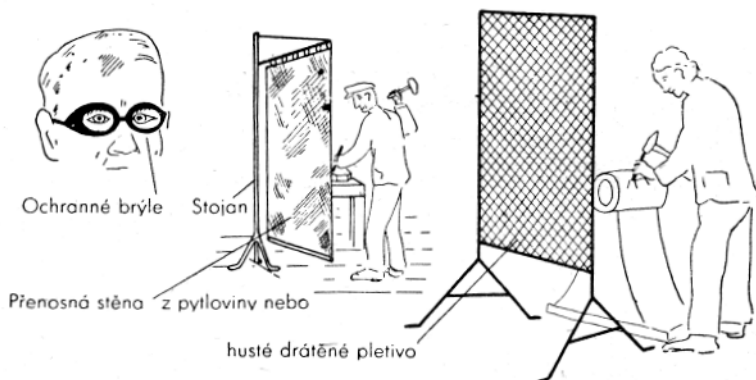
sekáčem se širokým ostřím se povrch zarovnává (obr. 153). Sekání na nepřístupném místě se usnadní vhodným ohnutím konce sekáče (obr. 154, 154a). Při odsekávání tlustší vrstvy vždy nejprve příčným sekáčem probere drážky, aby se práce plochým sekáčem usnadnila (obr. 152 a 153).

Při práci musí být sekáč skloněn v takovém úhlu, aby klouzal (byl veden)

po jedné plošce břitů (*obr. 155*). Kdyby byl postaven téměř kolmo k povrchu, břit by se zasekl a pokazil by povrch. Sekaná součást musí být upnuta na krátko a pevně, aby nevyletěla. Sekáč se při práci zahřívá a musí se občas chladit namočením do řepkového nebo vrtacího oleje (emulze vody, mýdla a oleje, viz oddíl 20, Vrtání). Držení sekáče při přesekávání je znázorněno na *obr. 155 a*.



Obr. 155a. Přesekávání materiálu.



Obr. 156. Ochranná zařízení při sekání.

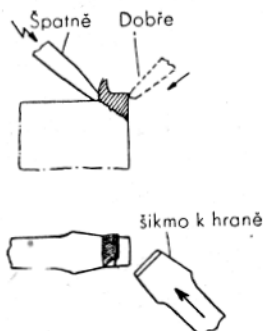
Abychom zabránili úrazům, nosíme při sekání ochranné brýle a sekáme proti stěně nebo aspoň cloně z pytloviny nebo drátěného pletiva (*obr. 156*), aby odletující třísky nikoho neporanily.

Při dosekávání na hraně je lépe sekát s druhé strany (*obr. 157*), aby se hrana nevylomila.

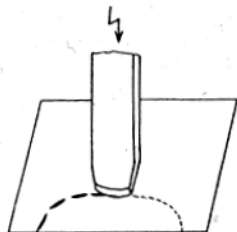
Plech a tenké součásti sekáme ve svěráku podle *obr. 157 a*. Kalená vložka v čelistech svěráku tvoří opěrný břit; sekáč je mírně nakloněn, aby ploška jeho břitů klouzala po svěráku. Odpad se kříví. Křivý obrys vysekáme sekáčem se zaobleným ostřím (*obr. 157 b*), aby tvořil kratší záseky,

ž které se dají spojit v plynulou křivku, narýsovanou na povrchu plechu (viz oddíl 11, Orýsování).

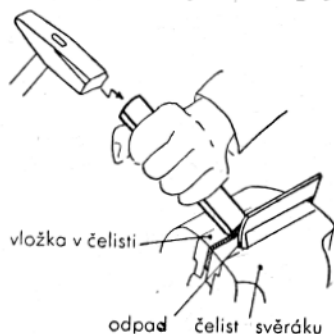
Otvory v tlustším materiálu před vysekáváním odvrtáme; u obvodu vyvrtáme řadu děr (obr. 157 c), načež sekáčem odsekáme zbylá úzká spojovací



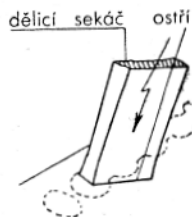
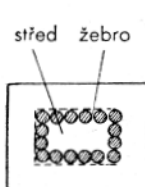
Obr. 157. Sekání u hrany.



Obr. 157b. Sekání plechu.



Obr. 157a. Sekání plechu ve svěráku.



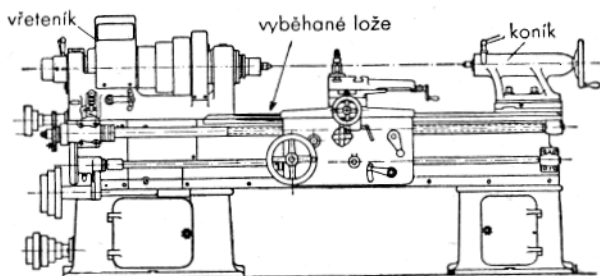
Obr. 157c. Vysekání předvrtaného otvoru.

žebra (můstky) mezi děrami, takže střed vypadne. Díru pak dokončíme zhruba osekáním a na čisto opilováním. Tak se zhotoví řezné otvory ve střížnicích stříhacích nástrojů (obr. 180). K prosekání žebor se nejlépe hodí plochý sekáč, který nemá klínový břit, nýbrž má místo ostří plošku (t. zv. dělicí sekáč), viz obr. 157 c vpravo.

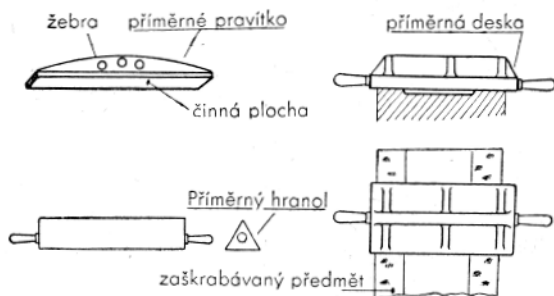
Postup při výrobě sekáče je znázorněn na obr. 328.

17. ZAŠKRABÁVÁNÍ, TUŠÍROVÁNÍ

Pilovaná nebo strojně obráběná plocha není nikdy dokonale rovná; jsou v ní rýhy po břitě nože, nepravidelné vlny, způsobené chvěním nástrojů. Nerovnosti se odstraní ručním *odškrabáním* nástrojem, zvaným *škrabák*.



Obr. 158. Soustruh s vyběhaným ložem.



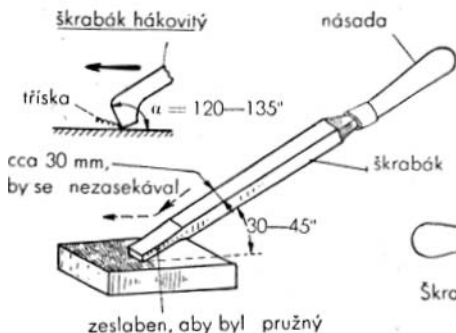
Obr. 159. Příměrné pravítko.

Obr. 160. Příměrný hranol. Obr. 161. Příměrná deska.

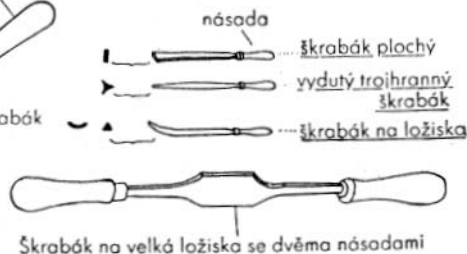
Je to namáhavá a drahá práce, proto se stále více nahrazuje jemným obráběním na strojích, hlavně broušením, hlazením a přehlazováním (t. zv. superfiniš). Ručně dnes zaškrabáváme jen důležité plochy, které nemůžeme jinak vyrovnat, tedy hlavně styčné plochy, jež se po sobě pohybují. Často se zaškrabává vedení na obráběcích strojích; lože soustruhu (obr. 158) se

nejvíce vyběhá blízko vřeteníku; opraví se (vyrovná) novým zaškrabáním po celé délce. Až do úchylek 0,2 mm se vyplatí škrabání, jinak je lépe celé lože nejprve přehoblovat a pak zaškrabat.

Styčné plochy se mají dotýkat po velkém povrchu — vlastně ve velkém množství bodů, neboť naprosto rovnou plochu vytvoříme jen velmi obtížně.



Obr. 162. Plochý škrabák.



Obr. 163. Škrabáky.

Dokonalost styku se měří počtem styčných bodů na čtverci, jehož jedna strana měří 1 palec (= 25 mm), někdy též 2 palce (= 50 mm).

Hrubé zaškrabání, 3 až 4 styčná místa na ploše 25 × 25 mm.

Jemné zaškrabání, 10 až 12 styčných míst na ploše 25 × 25 mm.

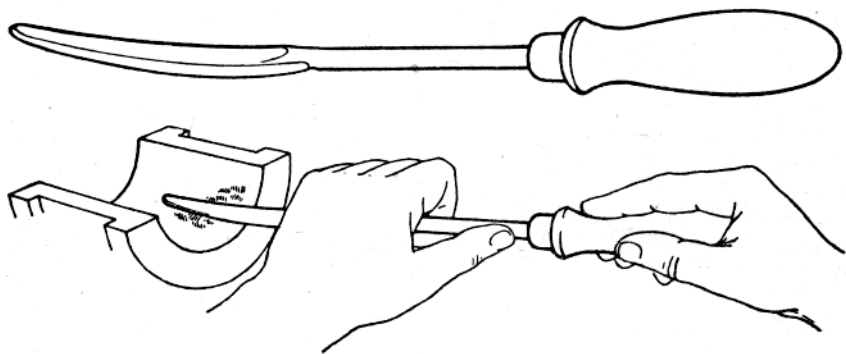
Velmi jemné zaškrabání, 20 až 24 styků na ploše 25 × 25 mm.

Proměrování rovné plochy. Jak je blíže vyloženo v odd. 10, proměřujeme rovinnost ploch průměrným pravítkem, deskou nebo hranolem (obr. 159 až 161). Povrch desky velmi jemně natřeme barvou (pro nejpřesnější práce pařížskou modří, pro obyčejné práce sazemí rozdělanými v oleji). Přiložíme ji na měřený povrch a mírně jí kroužíme. Vyšší místa součásti se obarví a budou se pak škrabat. Tento postup nazýváme *tušírování* (přiměřování). Po práci musíme desku vždy omýt hadříkem napuštěným v oleji a přikrýt dřevěným víkem, aby se nepoškodila. Nesmí nikdy spadnout na zem ani ležet na hraně tvrdého předmětu.

Škrabák. Zpravidla bývá zhotoven ze starého, opotřebovaného pilníku (obr. 162). Je broušen do ostrých hran, obtažených na kamínku, ostří však nesmíme srážet. Rovné plochy se škrabou plochými škrabáky, na zakřivené plochy a pánve ložisek se používá trojhranných škrabáků (obr. 163) a pro velké pánve ložisek škrabáků se dvěma násadami.

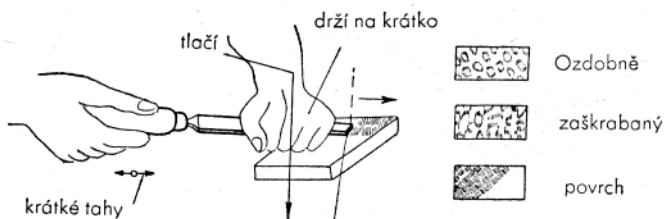
Škrabání. Zaškrabávaná plocha musí být naposled obrobena s ubíráním jemných třísek; nesmí být broušena, protože škrabák by klouzal. Plochý škrabák držíme podle obr. 164. Levou rukou na něj musíme silně tlačit, takže zaškrabávání je velmi namáhavé. Škrabák je skloněn k ploše asi pod

úhlem 45° . Při práci se občas namáčí do vrtacího oleje nebo do petroleje. Nejprve srovnáme celou plochu silnými tahy směrem šipky (obr. 162). Při zpátečním pohybu škrabák zvedneme, aby se neotupil. Potom tupým ocelovým nástrojem setřeme s celé plochy piliny, třísky a jemné otřepty a ometeme ji štětcem, abychom mohli proměřovat (třísky by poškrábaly průměr-



Obr. 163a. Zaskrabávání pánve ložiska.

Levou rukou na škrabák tlačíme při pohybu vpřed, při pohybu zpět škrabák odlehčíme.



na čele je po otupení broušen a obtažen na kamínku s olejem

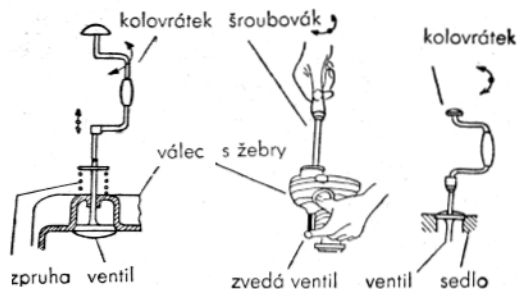
Obr. 164. Držení škrabáku. Obr. 165. Zdobení škrabákem.

nou desku). Nabarvenou průměrnou deskou nebo pravítkem po povrchu několikrát mírně zakroužíme a opatrně ji zvedneme. Obarvená místa (vyvýšeniny) nyní škrabeme na hrubo. Potom povrch opět očistíme a proměříme, až se ve čtverci 25×25 mm budou objevovat jen asi 3 až 4 dotyky. Je-li třeba dosáhnout ještě větší přesnosti, škrabeme dále. Škrabanou plochu nesmíme nikdy čistit smirkovým plátnem, protože se tím poškodí a uvolněný smírek součást odře. Škrabaná plocha musí být vhodně osvětlena, aby svým leskem neoslňovala (obr. 30).

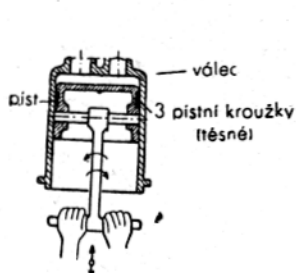
Povrch je tím lépe zaskrabán, čím rovnoměrněji je zabarvení rozděleno po celé ploše. Nakonec se povrch ozdobí, zpravidla škrabákem podle obr. 165; plocha tím dostává příjemný vzhled, ale není to jen ozdoba. Vytvoří se

rovnoměrné, velmi jemné drážky, jež *zachycují mazací olej* a jsou velmi důležité. Kromě toho se podle setření ozdobného škrabání po čase *pozná místní opotřebení* zaškrabané plochy. Je však třeba pamatovat na to, že tyto ozdoby nejsou u spolehlivým znakem přesnosti, neboť se dají zaškrabat i na nerovné ploše.

Zaškrabávání ložisek. Když neleží hřídel na celé pánvi, zahřívá se při práci a ložisko se může zadřít. Proto se má při montáži zjistit, jak hřídel dosedá.



Obr. 166. Zabrúšování ventilů výbušných motorů.



Obr. 167. Zabrúšování pístu ve válci.

Hřídel jemně nabarvíme, opatrně vložíme do ložiska, úplně přitáhneme víko a pak hřídelem otočíme. Vyvýšená místa pánve, která se obarvila, odstraníme škrabáky (obr. 163a) jako u rovných ploch. Zároveň také srazíme ostré hrany na mazacích drážkách. *Srážení hran* u obráběných součástí se jmenuje „apretura“; provede se škrabákem nebo pilníkem (jemným), čistě, aby nekazilo vzhled.

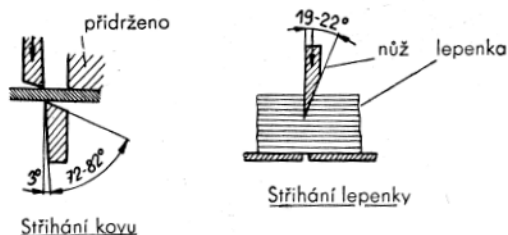
Zabrúšování

Malé plochy se dosti často místo škrabání zabrušují na sebe smirkem, rozdělaným s olejem; tento způsob se hodí jen pro součásti, které na sebe nehybně (bez pohybu) dosedají, neboť smírek se usazuje v jemných pórech a pohybující se plochy by poškrábal. Tak se v menších opravnách zabrušují na př. ventily výbušných motorů (obr. 166), které musí na sedlo dosedat velmi přesně, aby těsnily a předávaly sedlu teplo (chladily se). Ventil otáčíme šroubovákem nebo lépe kolovrátkem střídavě doprava a doleva, při čemž se ventil na koncích otáček zvedne, aby se na dosedací plochu vtáhla brusná pasta. Je to zdoluhavá a namáhavá práce.

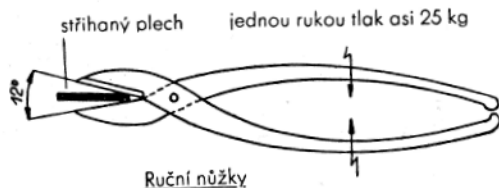
Na obr. 167 je znázorněno zabrušování pístu ve válci výbušného motoru (v podstatě zabrušování těsnících pístních kroužků, protože píst má se zřetelem na roztahování teplem několik desetin milimetru vůle). Pístem otáčíme a pohybujeme ve směru osy.

18. STŘÍHÁNÍ

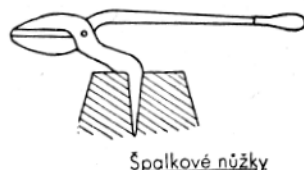
Materiál stříháme dvěma noži, které se proti sobě posunou podle *obr. 168*. Podbroušením nožů o 3° se zmenší tření. Buď jsou oba nože posuvné (ruční nůžky, *obr. 169*), nebo jeden stojí a pohybuje jen druhým (špalkové a pákové nůžky, *obr. 170—171*). Ruční nůžky začínají stříhat při otevření nej-



Obr. 168. Podstata stříhání.



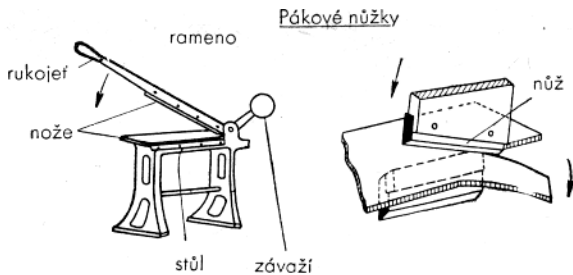
Obr. 169. Ruční zámečnické nůžky.



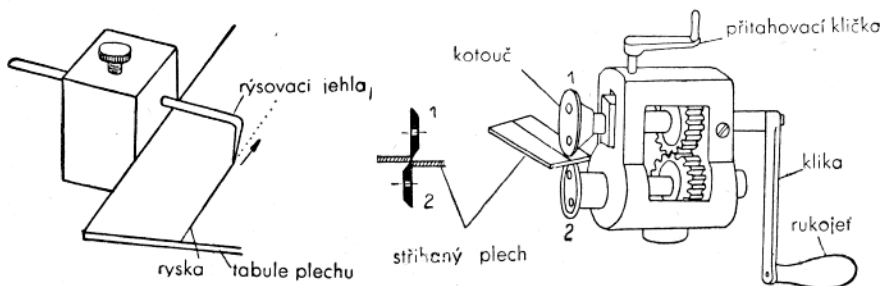
Obr. 170. Stolní nůžky (špalkové).

výše 12° ; při větším rozevření (tlustém materiálu) stříhaná součást vyklouzne. Plech přes 1,5 mm tloušťky se těmito nůžkami stříhá už obtížně. Stříháme-li pásy z tabule ručně, narýsuje na plech polohu řezu podle *obr. 172* rýsovací jehlou, upnutou v držáku, který je veden podél hrany plechu. U tabulových nůžek není orýsování nutné, stačí nařídít vhodně dorazy tabule plechu.

Pákové (tabulové) nůžky mají spodní nůž rovný, horní zpravidla zakřivený na otočném ramenu, aby při stříhání vznikal menší odpor. Nevýhodou je, že se stříhaný materiál křiví (*obr. 171*). U lepších konstrukcí (pákových nůžek se strojním pohonem) bývá proto plech přidržován, aby zůstal rovný.

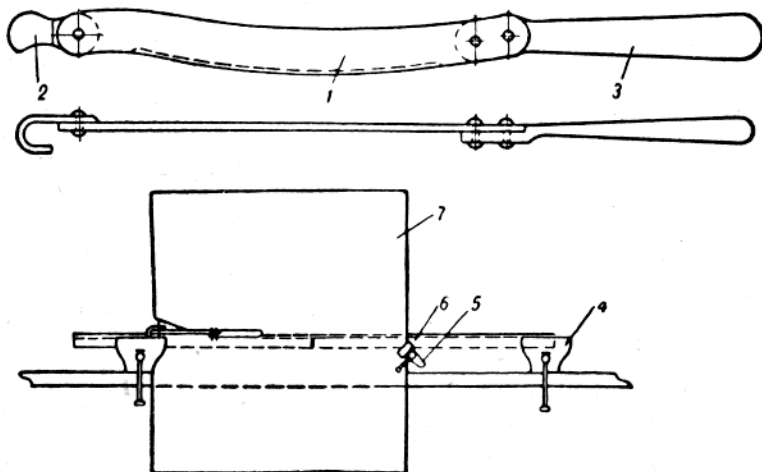


Obr. 171. Pákové nůžky a jejich práce.



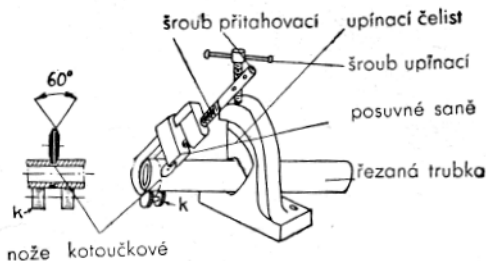
Obr. 172. Orýsování tabule pro ruční stříhání.

Obr. 173. Kotoučové nůžky.

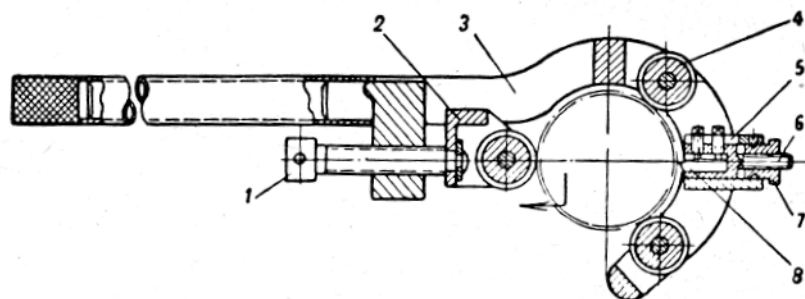


Obr. 172a. Nůž na stříhání tabule plechu (sovětský zlepšovací návrh), jehož lze použít na mosaz a hliník do tloušťky plechu 3 mm a v silnější úpravě i na ocel. 1 — nůž, 2 — opěrné ucho, 3 — rukojeť, 4 — dva svěráky, do nichž se upne úhelník 6, podle kterého stříháme, 5 — svěrka, 7 — tabule stříhaného plechu.

Závaží vyvažuje rameno s nožem, aby zůstávalo v horní poloze. Na pákových nůžkách nesmíme stříhat krátké součásti velkého průměru, protože nože by byly nepříznivě namáhány a mohly by prasknout a vyštípnout se.



Obr. 174. Přístroj na řezání trubek kotouči. Trubku drží svěrák na trubky.



Obr. 174a. Řezák na trubky podle konstrukce novátora A. Misjuta.

V této velikosti vyhověl pro trubky průměru 80 až 108 mm. Stěna trubky se prořizne nožem 8, což je nejméně dvakrát rychlejší než řezání kotoučovým nožem; 1 — regulační šroub; 2 — saně opěrné kladky; 3 — třmen; 4 — opěrné kladky; 5 — vedení čepu, v němž je upnut nůž 8; 6 — čep s nožem; 7 — matice k regulaci polohy nože; takto řežeme trubky jen jednotlivě, na př. při montáži. V dílnách se trubka řeže strojní pilou, která má výkon mnohem větší než tento ruční řezák.

Vždy se snažíme stříhat co nejbliž u otočného ramena. Náhradou pákových nůžek může být nůž podle obr. 172a.

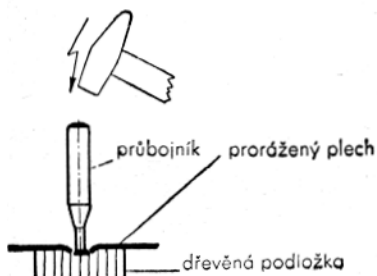
✂ **Kotoučové nůžky (obr. 173).** Kotoučové nůžky stříhají hlavně pásy a nepravdělné výstřihy (v klempířství dna nádob). Horní kotouč se může i s hřídelem a ozubeným kolem zvedat a spouštět přitahovací kličkou, aby se mohl seřídít, když se jeho průměr ostřením zmenší.

Řezák na trubky (obr. 174) přeřizne trubku kotoučovými noži, vtlačovanými do záběru přitahováním šroubu, tlačícího posuvné saně. Držák s kotouči se otáčí kolem trubky. Pohyb usnadní opěrné kladičky *k*. Kde takový přístroj nemáme, musíme trubky řezat ruční pilkou s velmi jemnými zuby (viz oddíl 8, Řezání). Ještě lépe pracuje řezák s nožem (obr. 174a).

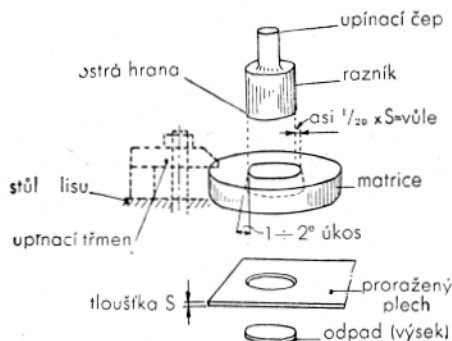
Broušení (ostření) nožů k nůžkám je popsáno v odd. 32 (obr. 345 — 346).

19. DĚROVÁNÍ (PRORÁŽENÍ)

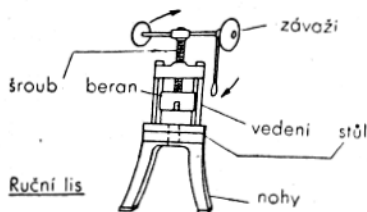
Tenký plech se špatně vrtá (vzniká větší, neokrouhlá díra). Malé díry v něm prorážíme průbojníkem (obr. 175) na dřevěné nebo olověné podložce (nečisté kraje se musí opílovat) nebo stříhacím nástrojem podle obr. 176, 180,



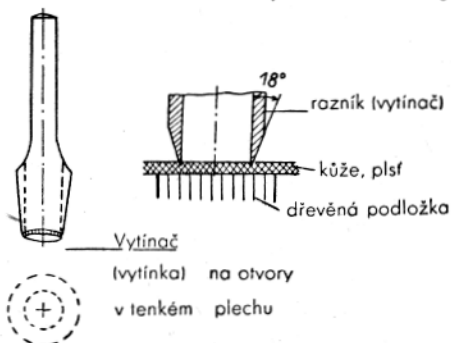
Obr. 175. Prorážení plechu na dřevěné podložce.



Obr. 176. Stříhací nástroj na kruhové díry.



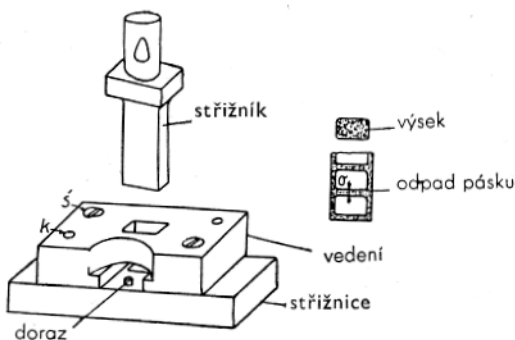
Obr. 177. Ruční lis.



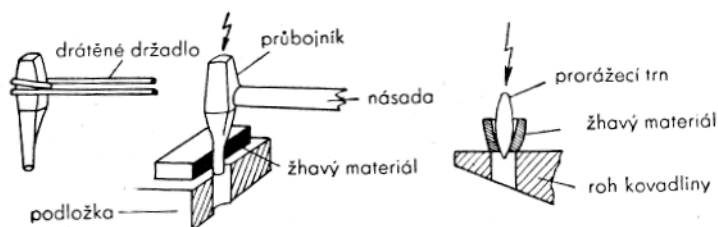
Obr. 178—179. Vysekávač (vytínač).

v probíječce nebo na ručním lisu (obr. 177). Stříhací nástroj je tvořen střížníkem, který se za čep upne do beranu lisu, a střížnicí, připnutou třmeny (šrouby) ke stolu lisu. Aby se plech tloušťky s čistě prostříhl, má střížník

ve střížnici vůli, rovnou asi $\frac{1}{20}$ tloušťky s . Střížník na vystřížení díry průměru 60 mm v plechu tlustém 2 mm bude mít průměr 60 a střížnice bude mít průměr $60 + \frac{1}{20} \times 2 = 60 + 0,1 = 60,1$ milimetru. Průměr prostřížené díry se shoduje s průměrem střížníku, nesouhlasí s průměrem střížnice. Díra ve



Obr. 180. Stříhač nástroj s vedením.



Obr. 181—182. Prorážení za tepla.

střížnici je rozšířena směrem dolů o $1-2^\circ$, aby odpad (výsek) padal lépe dolů. Řezná hrana střížnice a střížníku má být ostrá, protože jinak se tvoří na okraji stříhaného otvoru otřep, nesprávně zvaný grot.

Kůže, plst, lepenka a j. se stříhají vysekávačem podle obr. 178-9, na dřevěné nebo fibrové podložce.

Za tepla se proráží tlustší materiál průbojníkem podle obr. 181, nad dírou v podložce nebo kovadlině (viz Kování, průbojná deska). Tlustý materiál prorážíme s obou stran. Pod průbojník, který občas vyjme a chladíme ve vodě, se sype roztlučené uhlí; vznikají tím plyny, které usnadní vytažení průbojníku (někdy samy vyrazí průbojník ven). Drátěné držadlo, pevně narážené na průbojník (zachyceno v drážce), je lepší než dřevěná násada, která se snadno poškodí a uvolní. V dutých součástech se často proráží malá díra a trnem se rozšíří (obr. 182), aby se ušetřil materiál.

Při vrtání se vrták otáčí kolem své osy (pohyb do řezu) a současně se posouvá do materiálu (posuv, t. j. pohyb do záběru). Rychlost otáčení (*řezná rychlost*) je dána počtem otáček za minutu nebo t. zv. obvodovou rychlostí na největším průměru vrtáku. Obvod kružnice je $\pi \cdot d$, kde π je Ludolfovo číslo (3,1416) a d je průměr. Za jednu otáčku uběhne bod na obvodu dráhu $\pi \cdot d$; za n otáček za minutu uběhne dráhu $\pi \cdot d \cdot n$.

Rychlost = dráha : časem, za který bod dráhu uběhne. Zde dráha = $\pi \cdot d \cdot n$, čas = jedna minuta, takže rychlost na obvodu vrtáku $v = \pi \cdot d \cdot n$.

Příklad. Vrták má průměr $d = 10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$ a počet otáček za minutu $n = 1000$. Ve střední oceli, asi ČSN 11500, řeže rychlostí

$$v = \pi \cdot d \cdot n = 3,14 \cdot 0,01 \cdot 1000 = 31,4 \text{ m za minutu.}$$

Při ručním vrtání takové rychlosti nedosáhneme; strojně vrtáme i mnohem většími rychlostmi (viz dále).

Posuv (pohyb do záběru) se zpravidla udává v mm/ot. Je to vzdálenost, o kterou se za jednu otáčku posune vrták, vnikající do materiálu. Vhodné posuvy pro vrtání různých materiálů jsou uvedeny dále.

V dílnách se často chybí tím, že se jedním vrtákem vrtá vše, třeba ocel i hliník nebo dřevo. To je známka hrubé nedbalosti, jíž trpí nástroje i výrobky. Musíme mít nejméně dva druhy vrtáků, jeden na tvrdý a křehký materiál a druhý na měkký, houževnatý materiál; jejich břity jsou přizpůsobeny vrtanému materiálu a značně se různí (*obr. 187*).

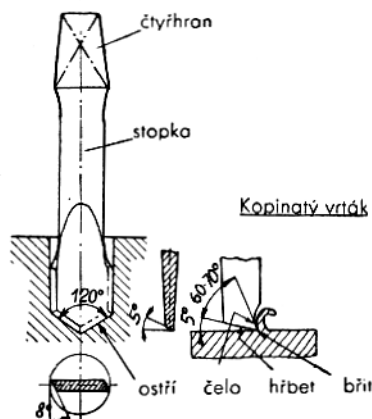
Protože hrot vrtáku není zcela přesně v ose, vrtá i dobře broušený šroubovitý vrták díru nepřesnou, o něco větší (říká se, že vrták rozhazuje). Z praxe platí:

Průměr vrtáku d v milimetrech		5	10	20	30
Vrtaná díra je větší	v měkké oceli o	0,15	0,2	0,22	0,25
	v tvrdé oceli o	0,12	0,14	0,18	0,22
	v hliníku o	0,45	0,75	1,00	1,15

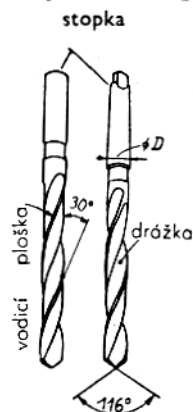
Příklad. Abychom vyvrtali do měkké oceli pokud možno přesnou díru průměru 10 mm, volíme vrták o 0,2 mm menší, tedy 9,8 mm. Pro díru 20 mm v lehkých slitinách (hliník, elektron) volíme vrták s průměrem 19 mm. Platí to ovšem jen přibližně; přesná díra se musí dokončit výstružníkem (viz oddíl 21).

Kopinatý vrták (obr. 183)

Má dva břity, svírající tupou špičku s vrcholovým úhlem 120° až 90° . Špička musí ležet co nejpřesněji v podélné ose vrtáku. Břity mají být stejně dlouhé a stejně skloněné; jinak je vrtaná díra nerovná a je větší než průměr (viz oddíl 21).



Obr. 183. Kopinatý vrták.



Obr. 184. Šroubovitý vrták.

vrtáku. Čtyřhranem na stopce je vrták nasazen do unášecí hlavy vrtacího přístroje nebo do vřetena vrtačky. Stopka může být válcová, kuželová nebo jehlanová.

Předností kopinatého vrtáku je, že se dá snadno vykovat z ploché oceli a nabrousit od ruky (v kovárně).

Vadou je, že vrtá pomalu, nečistě, není dobře veden v díře, ostří se rychle otupí, hlavně však *nevrtá přesné a rovné díry*. Lépe se osvědčuje při vrtání na soustruhu, kdy je upnut jako nůž v suportu a vrtaná součást se otáčí.

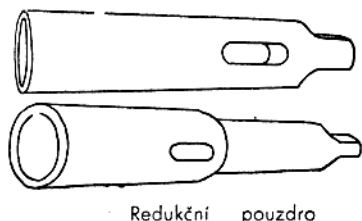
Dnes se kopinatých vrtáků používá jen výjimečně k vrtání hlubokých, malých děr při opravách strojů a j. Byly vytlačeny mnohem lepšími a lacinými vrtáky šroubovitými.

Příklad výroby kopinatého vrtáku z nástrojové oceli POLDI č. 2, čtyřhran 20×20 mm: Konec tyče ohřejeme v koksu nebo v dřevěném uhlí na žlutočervený žár (1000°C) a vykováme břit: pak ohřejeme druhý konec a vykováme čtyřhran. Celý vrták stejnoměrně ohřejeme asi na 700° (nejlépe v peci), t. j. na tmavočervený žár, a necháme jej vychladnout v popelu. Břit zhruba

přibrousíme a ohřejeme jej ve výhni na délku asi 4 cm do temně červeného žáru (760 °C) a zakalíme jej svisle do vody (pohybujeme jím nahoru a dolů, potápíme jen konec v délce asi 3 cm). Rychle osmirkujeme plátnem a pozorujeme popouštěcí barvy, které se na povrchu ukazují. Až naběhne barva světle žlutá, hodíme vrták do vody. Na břitů nesmí jemný pilník zachytit. Potom nástroj ostříme na čisto.

Šroubovitý vrták (obr. 184)

Tento vrták se vyrábí ve speciálních továrnách na samočinných strojích. Drážky jsou zpravidla vyfrézovány z tyčí, výjimečně vytvořeny zkroucením ploché nebo profilové oceli. Malé vrtáčky mají válcovou stopku a upínají se na vrtačce do skličidla. Větší vrtáky mají stopku kuželovou (obr. 184). Všeobecně se na celém světě používá kužele Morseova v několika velikostech. Kuželová stopka zajde přesně do kuželové dutiny vřetena vrtačky a drží v něm jen třením; proto se dutina ve vřetenu musí před uložením vrtáku vytříť (prstem) a povrch stopky nesmí být poškozen nebo znečištěn. Vrták nasadíme do vřetena mírným naražením rukou. Když je ve vřetenu větší kužel než na vrtáku, nasadíme na vrták redukční pouzdro (obr. 185). Rozměry kuželů jsou uvedeny v další tabulce (obr. 184 a 190).



Obr. 185. Redukční pouzdra do vřetena vrtačky.

Kužel	Morseův					
Číslo	0	1	2	3	4	5
$\varnothing D$ v m/m	9,05	12,07	17,78	23,83	31,27	44,40

Správně broušený hrot vrtáku je znázorněn na obr. 186. Hřbet je podbroušen, aby se netřel na dně díry. Vrták je v díře veden úzkou ploškou, zvanou fasetka (obr. 184), aby měl co nejmenší tření. Z téhož důvodu je průměr směrem k násadě kuželovitě zúžen (podle \varnothing vrtáku o 0,04 až 0,15 na 100 mm délky). Hlavní břity jsou na špičce spojeny příčným břitem, který neřeže, nýbrž jen materiál žmolí a tím zvětšuje potřebný osový tlak. Proto se někdy větší vrtáky ve hrotu *zašpičatí*, t. j. úzkým kotoučem se příčný břit podbroušením vhodně zkrátí (obr. 339). Vybroušení (zašpičatění) musí být s obou stran stejné. U menších vrtáků to není nutné.

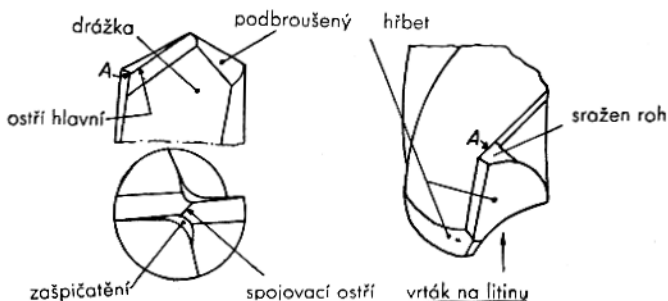
Nejvýhodnější vrcholový úhel (obr. 184 a 187) je pro různý materiál různý. V zásadě volíme:

Pro ocel a litinu úhel 116 nebo 118°, šroubovice pod 25°.

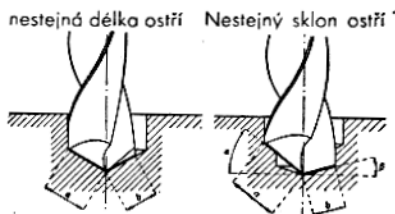
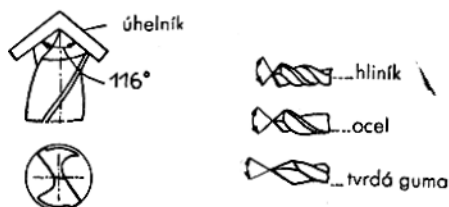
Pro hliník úhel 130 až 140°, šroubovice má stoupání malé (45°).

Pro tvrdou pryž a umělé hmoty 30 až 50° (obr. 187), táhlá šroubovice (10°).

Pro mosaz a bronz úhel 120 až 130°, táhlá šroubovice (10°).



Obr. 186. Hrot šroubovitého vrtáku.



Obr. 187. Tvary vrtáků pro různé hmoty. Obr. 188. Chyby v ostření vrtáků.

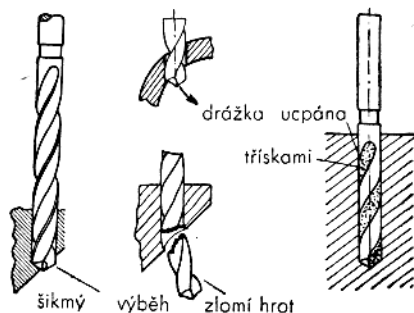
Nejčastější chyby, které se vyskytují při ostření vrtáků, jsou znázorněny na obr. 188 (podrobněji je ostření popsáno v oddílu 32, obr. 338). Neregulární délka nebo různý sklon ostří působí nepravidelné zvětšení vrtané díry. Na obr. 189 jsou ukázány příčiny lomu vrtáků. Aby se vrták nelámал, musí být splněny tyto podmínky:

1. Vrták má být upnut a veden pouzdem.
2. Má být dobře naostřen.
3. Vřeteno vrtačky nesmí mít vůli.
4. Stojan stroje musí být tuhý, bez vůle ve vedení, aby nepružil.
5. Součást musí být pevně přitažena na stůl.
6. Větší díry se mají nejprve předběžně vyvrtat menším vrtákem.

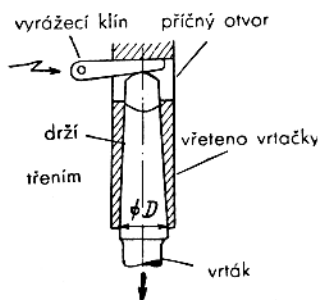
Omačká-li se příčný (spojovací) břit, značí to, že je vrták špatně kalen (změkl třeba vyhřátím při ostření). Nejvíc se opotřebí roh *A* (obr. 186), v němž je největší řezná rychlost. Obroušením tohoto rohu do zaobleného přechodu se značně prodlouží trvanlivost vrtáku. Trvanlivost vrtáků se velmi značně zvětší elektrojiskrovým zpevněním hran, popsáním v oddílu č. 33.

Postup při vrtání

Stopku vrtáku očistíme a rukou zaklepeme do vřetena. Spustíme stroj a podíváme se, zdali vrták „nehází“, není-li nasazen křivě. Při vrtání hlubších děr občas vyjedeme z díry a vrták očistíme. Součásti, zejména malé,



Obr. 189. Proč se láme šroubovitý vrták.



Obr. 190. Vyrážení vrtáku z vřetena vrtáčky paličkou a klínem.

se vždycky musí upínat do svěráku; držíme je na př. též svěrkou (obr. 45, 46) a jen velké kusy držíme rukou. Třísky odstraňujeme jen štětcem, nikdy prstem (nebezpečí úrazu).

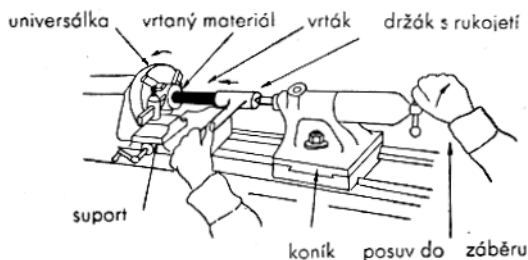
Tření se vrták zahřívá; proto musí být chlazen a mazán. Nejčastěji se maže *emulsi vrtacího oleje* (nesprávně zvanou mýdlová voda), která obsahuje minerální olej s přísadkou lihu a jiných látek, ředěný vlažnou vodou. Zpravidla je při ředění asi 15krát až 20krát více vody než oleje. V jedné z největších strojíren na světě se spotřebuje ročně 1,5 milionu hektolitřů vrtacího oleje tohoto složení:

- 102 l parafinového oleje;
- 15 l kyseliny olejové;
- 7,6 l lihu;

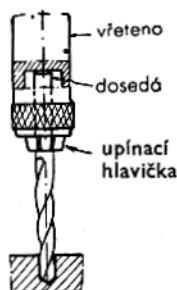
3,8 l roztoku žíravé (kaustické) sody hustoty 31 °Bé (tak se určuje hustota kyselin, měřená hustoměrem). Ředěno s vodou v poměru 1 : 24. Líh a soda právě pomáhají, aby se olej míchal s vodou a nesrážel se na povrchu.

Litinu obyčejně vrtáme za sucha, nebo se třísky odfukují stlačeným vzduchem. Po vrtání vyrazíme vrták z vřetena *paličkou* a klínem podle *obr. 190*.

Přesnější díry vrtáme raději šroubovitým vrtákem na soustruhu podle *obr. 191*. Vrták v držáku je přidržován ručně na hraně suportu. Je to nutné,



Obr. 191. Vrtání na soustruhu.



Obr. 192. Upnutí malého vrtáčku upínací hlavičkou.

neboť při dovrátání by skočil dopředu, vyklouzl by z hrotu koníku a mohl by se zlomit. Díru předvrtanou na soustruhu vyvrtáme nožem nebo výhrubníkem.

Hledíme vždy vzít na krátkou díru krátký (starší) vrták, dlouhé a nové vrtáky necháváme na hluboké díry. Vrták s válcovou stopkou musí vždy dosednout až na dno vybrání ve skličidle (*obr. 192*); jinak by se při práci zatlačoval dál, a tím by se poškodilo skličidlo i stopka vrtáku.

Volba řezné rychlosti a posuvu

Doporučené řezné rychlosti na obvodu vrtáku v metrech za minutu a posuvy (pohyby do záběru) na 1 otáčku vrtáku v mm jsou uvedeny v tabulce řezných rychlostí a posuvů (str. 105).

Na vrtačce musíme podle řezné rychlosti nastavit otáčky vrtáku. Počet otáček pro řeznou rychlost v můžeme snadno vypočítat ($n = v : 3,14 d$, jak už bylo vyloženo). Výpočet usnadní tabulka na str. 106, kde můžeme podle průměru vrtáku a řezné rychlosti najít hned otáčky.

Také můžeme používat diagramů podle *obr. 193*.

Příklady: 1. Běžná ocel střední jakosti má pevnost v tahu 60 kg/mm^2 . Máme v ní vrtat díru průměru $d = 22 \text{ mm}$ šroubovitým vrtákem z rychlořezné oceli.

V tabulce řezných rychlostí a posuvů najdeme, že nejvhodnější řezná rychlost je $v = 30 \text{ m/min}$ a posuv vrtáku je $0,25 \text{ mm}$ na 1 otáčku.

Řezné rychlosti a posuvy vrtáků.

Vrtaný materiál	Řezná rychlost m za min a posuv mm na 1 ot	Průměr vrtáku D mm									Chladičí prostředek
		2	3-6	6-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-60	
Uhlíkové oceli do 50 kg/mm ²	m/min.	25 (12)	30 (14)	30 (14)	35 (15)	35 (15)	35 (14)	30 (14)	30 (12)	25 (12)	Emulze vrtacího oleje
	mm/ot.	0,03 (0,03)	0,08 (0,05)	0,15 (0,08)	0,20 (0,12)	0,25 (0,16)	0,30 (0,20)	0,30 (0,22)	0,35 (0,25)	0,40 (0,27)	
Uhlíkové oceli pevnosti přes 50-70 kg/mm ²	m/min	20 (9)	25 (10)	25 (10)	30 (11)	30 (11)	30 (10)	25 (10)	25 (10)	20 (9)	Emulze vrtacího oleje
	mm/ot.	0,03 (0,03)	0,08 (0,05)	0,12 (0,08)	0,16 (0,12)	0,20 (0,16)	0,25 (0,20)	0,30 (0,22)	0,35 (0,25)	0,40 (0,27)	
Šedá litina pevností 12-18 kg/mm ²	m/min	20 (10)	25 (12)	30 (12)	35 (13)	35 (13)	30 (12)	25 (12)	25 (10)	20 (9)	Bez chlazení nebo stlačený vzduch
	mm/ot.	0,06 (0,05)	0,15 (0,08)	0,20 (0,12)	0,25 (0,16)	0,30 (0,20)	0,35 (0,24)	0,40 (0,28)	0,50 (0,35)	0,60 (0,40)	
Šedá litina pevností 18-30 kg/mm ²	m/min	12 (5)	16 (6)	18 (6)	20 (7)	20 (7)	18 (6)	16 (6)	16 (5)	14 (5)	Bez chlazení nebo stlačený vzduch nebo petrolej
	mm/ot.	0,03 (0,02)	0,08 (0,04)	0,12 (0,07)	0,16 (0,10)	0,20 (0,13)	0,25 (0,16)	0,30 (0,16)	0,35 (0,18)	0,40 (0,20)	
Tvrdá mosaz	m/min	35 (20)	45 (25)	55 (30)	55 (30)	55 (30)	55 (25)	50 (25)	50 (20)	40 (20)	Bez chlazení nebo emulze vrtacího oleje
	mm/ot.	0,04 (0,03)	0,10 (0,08)	0,16 (0,12)	0,22 (0,14)	0,30 (0,16)	0,35 (0,18)	0,35 (0,18)	0,40 (0,20)	0,45 (0,22)	
Slitiny hliníku*) pevnosti do 30 kg/mm ²	m/min	70 (50)	120 (60)	160 (70)	160 (70)	160 (70)	140 (60)	120 (60)	120 (60)	100 (50)	Emulze vrtacího oleje nebo petrolej nebo řepkový olej
	mm/ot.	0,08 (0,07)	0,12 (0,14)	0,18 (0,20)	0,25 (0,28)	0,30 (0,30)	0,40 (0,32)	0,45 (0,35)	0,55 (0,38)	0,65 (0,42)	

*) Údaje o řez. rychlosti, posuvu a mazání se nevztahují na slitiny hořčíku.

Hodnota bez závorek platí pro vrtáky rychlořezné, hodnoty v závorkách pro vrtáky z nástrojové oceli uhlíkové. Na př.: v oceli s pevností 60 kg/mm² řeže vrták průměru 22 mm z rychlořezné oceli rychlostí asi 30 m za min a může mít posuv 0,25 mm za otáčku.

Z tabulky pro převod řezných rychlostí na otáčky zjistíme, že vrták průměru 22 mm má při rychlosti 30 m/min 434 ot/min. Bude tedy posuv za minutu $434 \times 0,25 = 108,5$ mm. Za jednu minutu se vyvrtá díra 108,5 mm hluboká.

Vrták chladíme při práci emulzí vrtacího oleje.

Na vypočítané nejbližší nižší otáčky nařídíme stroj. Stejně nařídíme velikost posuvu. Při ručním posuvu, který bývá menší než nejvýhodnější posuv z tabulky řezných rychlostí a posuvů, mohou být otáčky i o něco větší, než jsme vypočítali.

2. Výpočet otáček podle diagramu na obr. 193. Řezná rychlost v m za

Kezná rychlost m za min.

Průměr
vrátaku
D
mm

		5	6	7	9	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	100	120	140	160	
		Počet otáček za min.																						
1	1591	1909	2228	2864	3182	3819	4455	5092	5728	6365	7956	9548	11139	12730	14322	15913	19096	22278	31826	38216	44586	50955		
2	786	955	1114	1432	1591	1910	2228	2546	2864	3183	3979	4774	5570	6366	7162	7957	9549	11141	15915	19108	22293	25477		
3	530	636	742	954	1060	1273	1485	1697	1909	2122	2652	3183	3713	4244	4774	5305	6365	7427	10611	12739	14862	16985		
4	397	477	556	716	795	954	1113	1272	1431	1591	1989	2387	2785	3184	3581	3976	4774	5570	7955	9554	11146	12738		
5	318	381	445	572	636	763	891	1018	1145	1273	1591	1909	2228	2546	2864	3183	3819	4459	6365	7643	8917	10191		
6	265	318	371	477	530	636	742	849	955	1061	1326	1591	1856	2122	2387	2652	3182	3713	5305	6370	7430	8492		
7	227	272	318	409	454	545	636	727	818	909	1136	1364	1591	1818	2045	2272	2727	3182	4545	5460	6370	7279		
8	198	238	278	358	397	477	557	636	716	796	994	1193	1392	1592	1790	1989	2387	2785	3977	4777	5573	6389		
9	176	212	247	318	353	424	495	565	636	707	884	1060	1237	1414	1591	1768	2121	2475	3536	4264	4954	5661		
10	159	190	222	286	318	381	445	509	572	637	795	954	1114	1273	1432	1591	1909	2228	3182	3821	4458	5095		
11	144	173	202	260	289	347	405	463	520	578	723	868	1012	1157	1302	1446	1736	2025	2893	3474	4055	4632		
12	137	159	185	238	265	318	371	424	477	530	663	795	928	1061	1193	1326	1591	1856	2652	3184	3713	4246		
14	113	136	159	204	227	272	318	363	409	454	568	682	796	909	1022	1136	1363	1591	2272	2730	3184	3639		
16	90	119	139	179	198	238	278	318	358	398	497	596	696	796	895	994	1193	1329	1988	2388	2784	3184		
18	88	106	123	159	176	212	247	282	318	353	442	530	618	707	795	884	1060	1237	1768	2123	2476	2830		
20	79	95	111	143	159	190	222	254	286	318	398	477	557	636	716	796	954	1114	1591	1910	2229	2547		
22	72	86	101	130	144	173	202	231	260	289	361	434	506	578	651	723	868	1012	1446	1737	2026	2316		
24	66	79	92	119	132	159	185	212	236	265	331	397	464	530	596	663	795	928	1327	1592	1857	2123		
26	61	73	85	110	122	146	171	195	220	244	306	367	428	489	551	612	734	857	1224	1473	1714	1960		
28	68	79	102	113	136	159	181	204	227	284	341	398	454	511	568	681	795	1136	1364	1592	1820			
30	63	74	95	106	127	148	164	191	212	265	318	371	424	477	530	636	743	1061	1273	1486	1670			
32	69	89	99	119	139	154	179	199	248	298	348	398	447	497	596	696	896	994	1194	1393	1592			
36	61	79	88	106	123	141	159	176	221	265	309	353	397	442	530	618	884	1061	1238	1415				
40	71	79	95	111	127	143	159	199	238	278	318	358	398	442	530	618	884	1061	1238	1415				
46	62	69	83	96	110	124	138	173	207	242	276	311	346	414	484	557	795	955	1114	1270				
50	63	76	89	101	114	127	159	190	222	254	296	318	380	444	518	636	891	1019						

vteřinu se rovná $v : 60$. Rychlosti $v = 40$ m/min přísluší rychlost $40 : 60 = 0,66$ m/s.

Na svislé stupnici diagramu je průměr v mm, na vodorovné řezná rychlost v mm/s, na šikmých čarách čteme příslušné otáčky.

Pro průměr 10 mm při 1000 ot/min je rychlost 0,52 m/s.

Pro rychlost 0,63 m/s a průměr vrtáku 20 mm je $n = 600$ ot/min (na diagramu čárkováno).

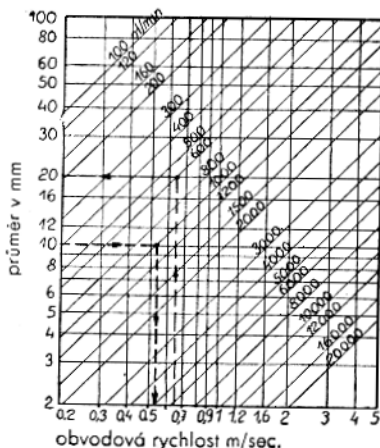
3. Ve strojní oceli pevnosti 60 až 70 kg/mm² (ČSN 11600) budeme vrtat díru průměru 12 mm. Vrták je rychlořezný. V tabulce řezných rychlostí a posuvů najdeme, že pro rozsah průměrů 10 až 15 mm a pro uhlíkovou ocel pevnosti 50 až 70 kg/mm² je:

řezná rychlost: 30 m/min,

posuv 0,16 mm za 1 otáčku vrtáku,

mazání: emulze vrtacího oleje.

Z tabulky pro převod řezných rychlostí na otáčky najdeme, že pro průměr 12 mm a řeznou rychlost 30 m/min jsou otáčky vrtáku 795 ot/min. Na stroji zařadíme nejbližší nižší otáčky.



Obr. 193. Diagram pro výpočet obvodové rychlosti.

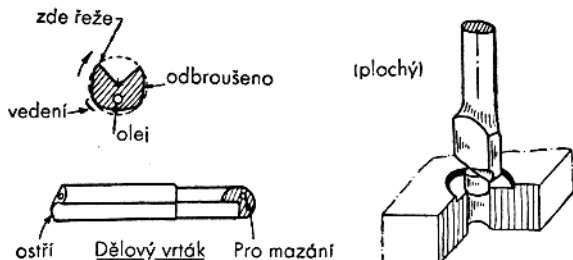
Vrtáky s břity ze slinitých karbidů

Spékáním a slisováním práškové směsi karbidů kovů wolframu a titanu a j. (jako v keramice) byly v posledních letech vyrobeny t. zv. slinité karbidy. Při řezání jsou asi 10krát výkonnější než rychlořezná ocel. Měly různé názvy: Diadur (výrobek Poldiny hutě), Widia a j. Nyní se k jejich označení používá normovaných značek (S1, S2, G1 atd.). Prodávají se v destičkách normalizovaných tvarů, které se zpravidla připájejí na břit na tvrdo (mosazí). Protože tímto vybráním pro destičku je hrot vrtáku zeslaben, snáší vrták jen malé posuvy (asi 0,04 mm na 1 otáčku), ale zato veliké rychlosti. Může se pak vrtat tvrdá ocel, třeba i zakalená, sklo, kámen a j. Ostření těchto vrtáků je obtížné, vyžadují zvláštních brusných kotoučů (zpravidla zelené barvy). Použijeme jich jen tam, kde nemůžeme vrtat díru jinak.

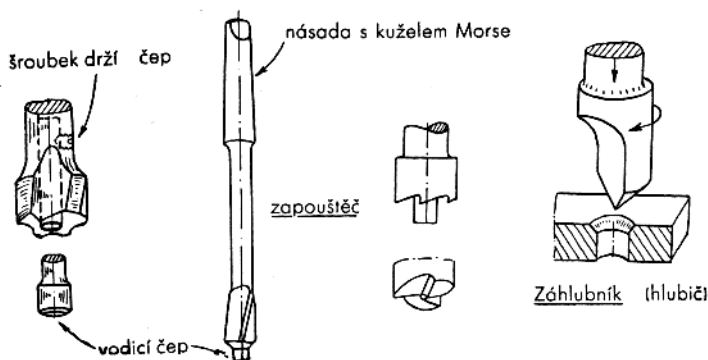
Zlomený vrták s úspěchem znovu svaříme elektricky, na tupo; stačí též nasadit na zlomené místo objímku z trubky a spájet na měkko. Touto objímkou se může též k ulomenému konci vrtáku, který by ještě stačil vrtat krátké díry, nastavit nová násada.

Zvláštní druhy vrtáků

Normální šroubovitý vrták má dvě drážky. Se třemi drážkami se dělají vrtáky na rozšíření předlité díry v litině a vrtání v lehkých slitinách; takový vrták je silnější v jádře a snese tedy větší zatížení.



Obr. 194—195. Dělový vrták a plochý záhlubník.



Obr. 196—198. Záhlubník.

Dlouhé díry se vrtají t. zv. *dělovým vrtákem* (obr. 194—195), který má jen jeden břit; při práci vrták zpravidla stojí a otáčí se předmět. Obvykle je vrták provrtán a dírkou je tlačěn k břitu olej, který vyplavuje třísky (t. zv. vrták splachovací). Dělovým byl nazván proto, že se jím vrtají dělové hlavně.

Záhlubníky (obr. 195, 196) mají dvě nebo více ostří. Obvykle jsou vedeny v díře čepem, který se někdy dělá výměnný (obr. 196). Záhlubník se třemi nebo více zuby se také jmenuje záhlubník srovnávací, když má ostří jen na čelní ploše (obr. 197). Zarovnávají se jím dosedací plochy náliček pro matice šroubů.

Kuželový záhlubník podle obr. 198 se jmenuje hlubič; mívá úhel špičky

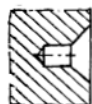
60, 90 a 120° podle potřeby; sráží ostrý okraj děr a vytváří otvor pro zapuštěnou hlavu šroubů a nýtů.

Krátký malý vrtáček průměru 2–3 mm se jmenuje *navrtník*.

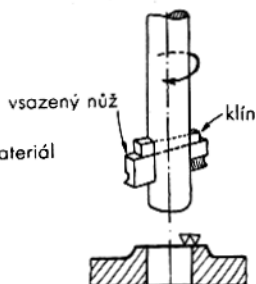
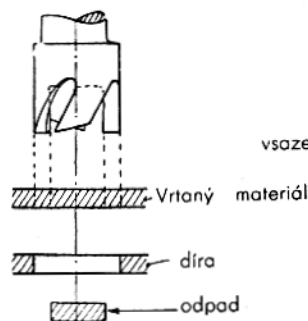
V úpravě podle *obr. 199* je vhodný jako středící vrták na dülky pro upínací hroty soustruhu.

Dutý vrták (korunový vrták, čelní vyvrtávák, *obr. 200*) řeže jen v mezikruží, střed vypadne. Hodí se na velké díry a k odstraňování zlomených šroubů (*obr. 202*).

Navrtaný důlek

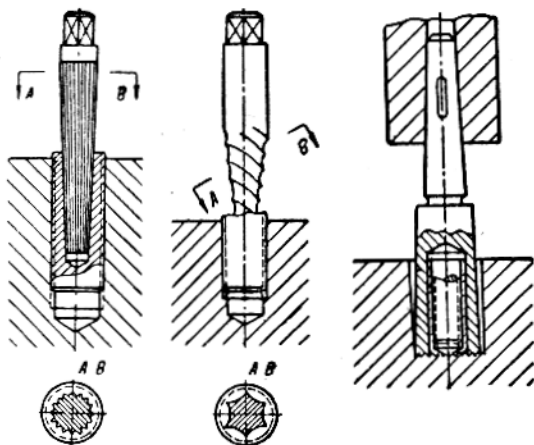


Středící vrták



Obr. 199. Středící vrták pro navrtávání.

Obr. 200—201. Korunový vrták a vyvrtávací tyč s nožem.



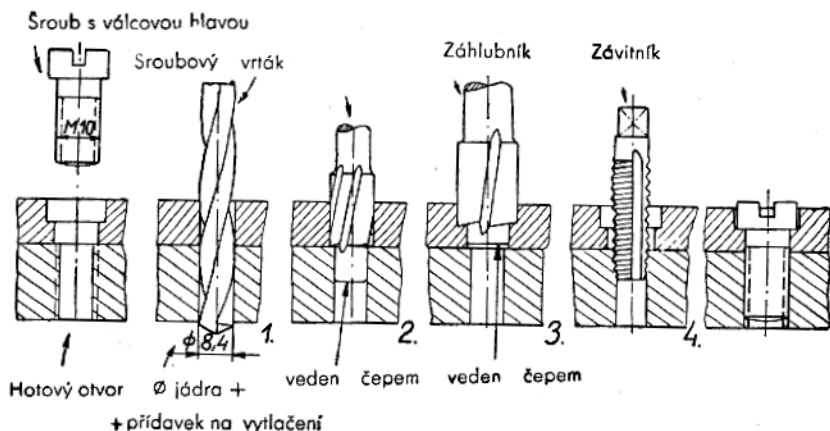
Obr. 202. Odstranění zbytku závrtného šroubu, ulomeného v díře (vlevo a uprostřed navrtáním, naražením čepu a vytočením, vpravo obvrtáním). Do větší díry se vyřízne závit a zatáhne vložka.

Vyvrtávací (nožová) *tyč* (*obr. 201* vpravo) má vsazený nůž, držený klínem nebo šroubem.

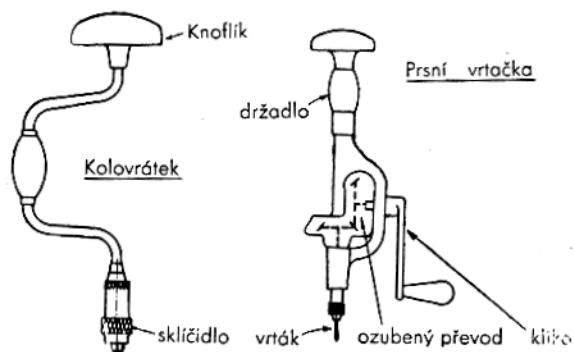
Příklad: Na *obr. 203* je postupem 1–2–3–4 značeno vrtání a řezání závitu v díře pro šroub se zapuštěnou válcovou hlavou.

Vrtačky

Ručních vrtaček se dnes téměř vůbec nepoužívá; i na špatně přístupných místech vrtáme přenosnými vrtačkami, poháněnými elektromotorem, ohebným hřídelem nebo stlačeným vzduchem.

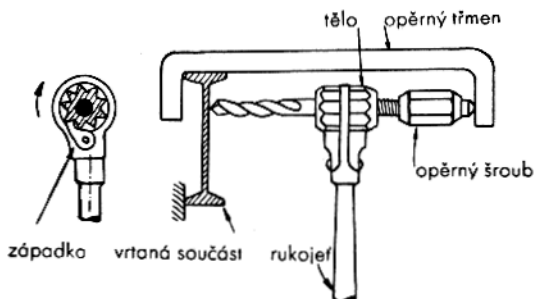


Obr. 203. Vrtání díry pro šroub se zapuštěnou válcovou hlavou.

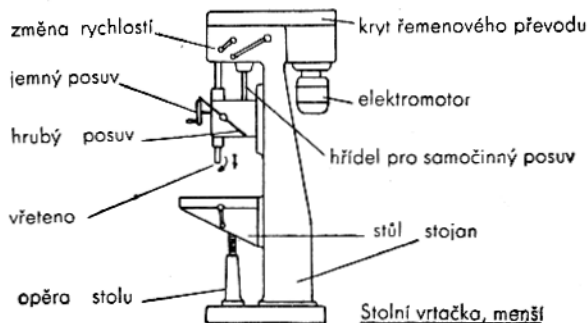
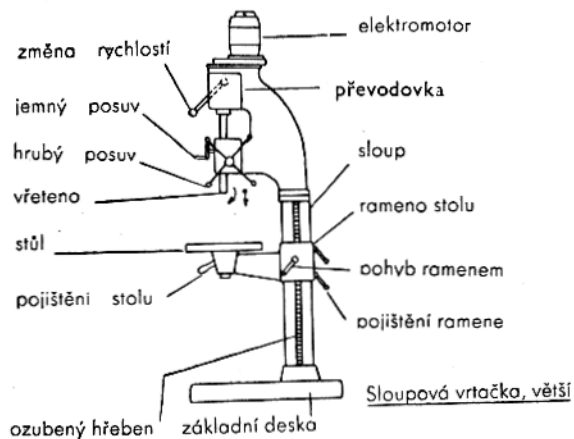


Obr. 204—205. Kolovrátek a prsní vrtačka.

Kolovrátkem (obr. 204) se mohou vrtat i větší díry kopinatým nebo šroubovým vrtákem. Levou rukou nebo ramenem tlačíme na knoflík, vrták je upnut v upínací hlavice. Rychleji vrtá t. zv. prsní vrtačka (obr. 205) s klikou a ozubenými koly. Při vrtání tlačíme na knoflík ramenem, vahou celého těla.



Obr. 206—207. Vrtání I-nosníku řehtačkou.



Obr. 208. Sloupová a stolní vrtačka.

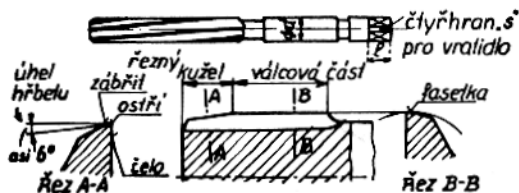
Při vrtání na nepřístupných místech, kam se žádnou vrtačkou nemůžeme, používáme *řehtaček* (obr. 206—207). V jejich těle je na jedné straně upnut vrták, na druhé opěrný šroub, který se opírá o třmen a tím posouvá vrták do záběru (při otáčení). Tělem točíme jedním směrem západkou na ramenu rukojeti; při zpětném pohybu západka přeskočí přes zuby.

Strojních vrtaček je veliké množství. Dva základní typy jsou na obr. 208. Poháněny jsou přímo elektromotorem (u starších strojů řemenem od transmise a předlohy). Po každém vrtání, dřív než vrtačku opustíte, *očistěte stůl* od třísek; je to jeden z těch drobných znaků, podle nichž se pozná svědomitý dělník.

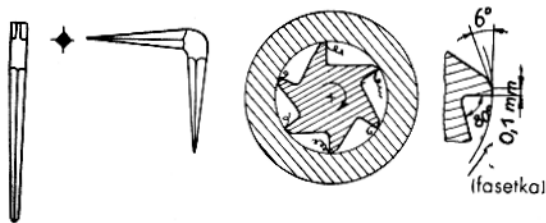
Při vrtání je nebezpečí úrazu zvětšeno tím, že se malý předmět, přidržovaný rukou, začne otáčet. Proto upínáme menší součásti do svěráku na stole vrtačky nebo je aspoň zajistíme proti otáčení. Mohou se opírat o šroub, vložený na př. do upínací drážky ve stole. Rukou se nemá předmět nikdy přidržovat, nemůžeme-li jej držet na delším konci. Proti třískám chráníme oči ochrannými brýlemi nebo průhledným štítem. Abychom se o třísky neporanili, smetáme je vždy jen kartáčem nebo štětcem.

21. VYSTRUŽOVÁNÍ

Vrtaná díra není zcela hladká ani přesná; často se musí ještě vystružit nástrojem zvaným *výstružník* (obr. 209). Díra se vystruží buď ručně (při tom otáčíme výstružník vratidlem, obr. 214, nasazeným na čtyřhran stopky), nebo na strojích (zpravidla na vrtačce nebo na soustruhu, kde je předmět upnut a pomalu se točí, kdežto výstružník je opřen hrotem koníku a stojí).



Obr. 209. Ruční výstružník a jeho zuby.



Obr. 210—211. Ruční výstružník přímý a úhlový.

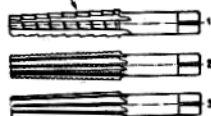
Ruční výstružník má táhlý řezný kužel, aby pomaleji zabíral (obr. 209). Pro hrubou úpravu stačí ruční výstružníky podle obr. 210, které povrch díry ohladí.

Drážky (zuby) výstružníků se dnes dělají většinou rovné, se sudým počtem zubů (aby se mohl měřit průměr) v nestejném dělení (malé odchylky asi o 5°; zabrání se tím chvění výstružníku při práci). Zuby ubírají jen nepatrnou třísku, spíše škrabou; do průměrů 10, 30, 70 mm se v oceli nechává jako přídavek pro vystružování vrstvička 0,1, 0,3 a 0,7 mm tlustá.

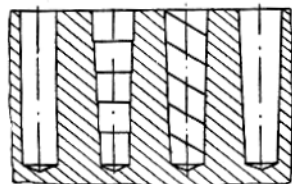
Pozor na to, že šroubovitý vrták musí mít menší průměr, než bude mít díra (viz oddíl 20). Výstružníky se ostří jen na řezném kuželu. Při ostření

zubů necháme na obvodu zábřit 0,2 až 0,4 mm (*obr. 209*). Válcová část jen výstružník vede a ponechává se na ní *fasetka* široká 0,25 až 0,4 mm (úzká vodící válcová ploška); pak teprve se zub podbrousí v úhlu asi 6° , aby nedřel v díře (*obr. 211 a 209*). Obvykle nejprve hrubujeme díru výhrubníkem na hrubo a pak teprve přesným výstružníkem na čisto. K vystružení kuželové díry (pro nástrojové kužely) se musí zpravidla použít tři výstružníky

zuby šikmo podsousruženy



Obr. 212. Sada výstružníků na kuželovou díru nástrojových kuželů.



Obr. 213. Postup při vystružování kuželové díry pro nástrojové kužely.



Obr. 214. Vratidlo pro čtyřhran výstružníků.

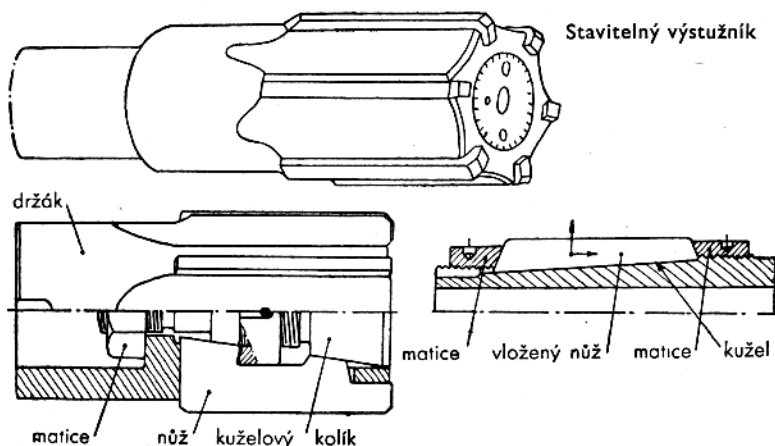
podle *obr. 212 až 213*. První z nich díru hrubuje, druhý hladí, třetí začistí na míru. Na díry pro kolíky (1 : 50) stačí jeden kuželový výstružník (*obr. 210*).

Vedle výstružníků frézovaných z jednoho kusu se u větších průměrů používá t. zv. stavitelných výstružníků se *vsazenými noži* (*obr. 215–216*). Posuvem matice nebo zatlačením rozpínacího kuželového kolíku se může nařídit v rozsahu asi 3 mm přesný průměr (podle kontrolního kroužku). Úprava je drahá, proto se někdy dělají z jednoho kusu i výstružníky stavitelné (rozpínací). Jsou rozříznuty po délce a mohou se až o 0,3 mm roztáhnout kuželovým kolíkem.

Hladkost vystružené díry velmi záleží na *mazání* výstružníku. Ocel mazeme řepkovým nebo vrtacím olejem (viz *Vrtání*). Litinu vystružíme za sucha nebo při mazání řepkovým olejem; stejně mosaz, bronz. Hliník se musí mazat petrolejem nebo terpentínem. Elektron (lehká slitina hořčíku) se maže čtyřprocentním vodním roztokem fluoridu sodného nebo se pracuje za sucha. Bakelit, fibr vystružíme za sucha.

Výstružníkem se už při jeho zavádění do předvrtané díry musí točit, aby se nezasekly hrany. Tlačíme do záběru jen mírně. *Nikdy* nesmíme výstružníkem točit nazpátek, ani při vytahování, protože by se mohl ulomit břit vzpříčenými třískami. Při vystružování na strojích se vždy musí upravit výkyvné uložení výstružníku, aby sledoval předvrtanou díru a neztěšil ji rozhozením.

Výstružníky se mají vždy ostřit strojně (nikdy od ruky), aby všechny zuby zabíraly stejně. Rozměr vystružené díry se mění podle toho, jakou kapalinou mažeme a jaký materiál se řeže. Tyž nástroj vyvrtá díru jiného průměru v křehké litém a jiného v houževnaté oceli. Při mazání řepkovým



Obr. 215—216. Stavitelné výstružníky.

olejem je průměr díry větší než při mazání vrtacím olejem. Proto mažeme nové výstružníky vrtacím olejem a teprve po opotřebení je mažeme řepkovým olejem. Při průměru díry 15 mm ve střední oceli vzniká vlivem mazání rozdíl 0,005 mm (půl setiny mm). Po ostření se břit lehce obtáhne (lapuje) jemným kamínkem (brouskem) na čele i na zábřitu. Srazí se jehla na ostří a dosáhne se hladšího povrchu.

Rozměry nástrojových čtyřhranů (obr. 209)

Čep $\varnothing d$	od	4,54	5,09	5,8	6,54	7,34	8,28	9,47	10,68
	do	5,08	5,79	6,53	7,33	8,27	9,46	10,67	12
Čtyřhran	s	3,8	4,3	4,9	5,5	6,2	7	8	9
Délka	l	7	7	8	8	9	10	11	12
Čep $\varnothing d$	od	12,01	13,34	14,68	16,01	17,34	19,34	21,34	
	do	13,33	14,67	16	17,33	19,33	21,33	24	
Čtyřhran	s	10	11	12	13	14,5	16	18	
Délka	l	13	14	15	16	17	19	21	

Při vystružování lehkých slitin někdy nástroj při práci píská; zabrání tomu šroubovitě ostří. U pravořezných nástrojů (při pohledu od vřetena režou ve smyslu, jímž se točí hodinové ručičky) má ostří vždy levou šroubovici.

Ve slepé díře (se dnem) zbývá po náběhu výstružníku kuželový přechod. Proto raději vystružujeme slepé díry výstružníky, které mají na rozdíl od ručních jen krátký rezný kužel pod úhlem 45° (vlastně sraženou hranu).

Ostří výstružníků se musí chránit před poškozením aspoň pouzdry (trubičkami) z lepenky, nastrčenými na zuby. Nejlépe je uložit výstružníky na dřevěných podložkách, což je přehlednější.

Díra ve vratidle je o 0,05 až 0,1 mm větší než rozměr čtyřhranu.

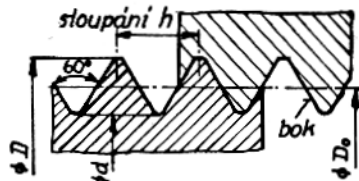
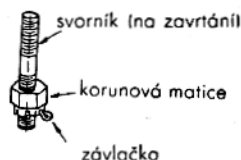
Příklad: Máme vystružit díru průměru 20 mm v měkké oceli. Jak je uvedeno v tabulce v oddílu 20, Vrtání, volíme pro tento případ vrták o 0,22 mm menší, než bude hotová díra. Příklad pro vystružování necháme asi 0,18 mm.

Průměr šroubovitého vrtáku $d = 20 - (0,22 + 0,18) = 20 - 0,4 = 19,6$ mm.

Vystružování děr je drahé a zdlouhavé. Proto v hromadné výrobě obrábíme přesné a hladké díry jiným způsobem (na př. protahováním na protahovače, protlačováním kuličky, jemným rychlostním vyvrtáváním a j.). Trvanlivost břitů výstružníků se podstatně zvýší vložkami ze slinutých karbidů.

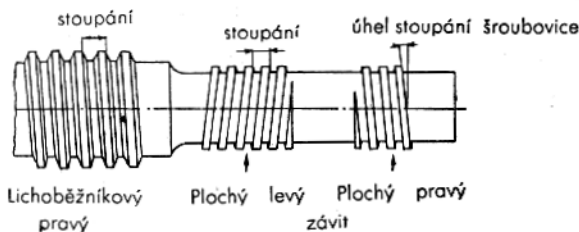
22. RUČNÍ ŘEZÁNÍ ZÁVITŮ

Závit řezeme buď na spojovacích šroubech (základní tvar a názvy na obr. 217—218), nebo na pohybových šroubech (na př. u svěráku). Podle toho má různý tvar. Nejčastější je normální závit metrický (značený *M*) podle obr. 219, jehož se dnes stále častěji používá místo starších závitů



Obr. 217—218. Šroub s hlavou a závrtný šroub.

Obr. 219. Průřez metrickým závitěm.



Obr. 220. Lichoběžníkový a plochý závit.

Whitworthových (podobných metrickému, ale s vrcholovým úhlem 55° a s průměry v palcích, značenými *W*; 1 palec = 25,4 mm; $\frac{1}{2}$ palce = 12,7 mm; $\frac{1}{4}$ palce = $\frac{1}{4}$ " = 6,35 mm). Zvlášt' namáhané závity mají průřez lichoběžníkový; pohybové šrouby mívají zpravidla závit lichoběžníkový, někdy též pravoúhlý.

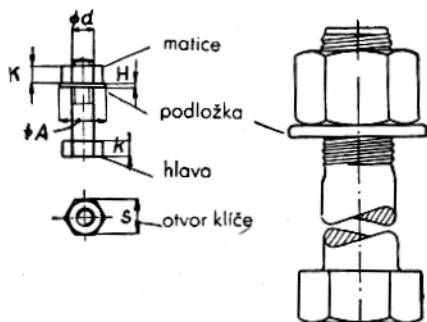
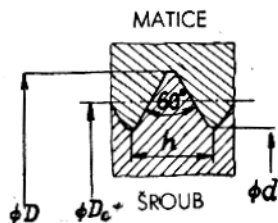
Když se šroub nebo matice zašroubovává ve směru pohybu hodinových ručiček, má závit pravý. Levý závit se při otáčení tímto směrem vyšroubuje; vyrábí se jen výjimečně a značí se *L* nebo „Levý“ (obr. 220).

Závit správně nese, jen když dosedá na matici v boku, na ploše. Nesprávný

závit (obr. 221) sedí jen na hrotech, má boční vřlí. Hroty se omačkají a matice bude na šroubu volná.

Rozteč závitu je vzdálenost dvou sousedních profilů a rovná se stoupání závitu (obr. 219, 220), pokud je závit jednoduchý. Výjimečně se někdy reže i několikachodý závit (na rychlé přitažení, hlavně u pohybových šroubů); na šroubu je vyříznuto současně několik závitů (obr. 222) a stoupání je pak násobkem rozteče a počtu chodů závitu (na př. 2 chody, rozteč 3 mm, stoupání = $2 \times 3 = 6$ mm).

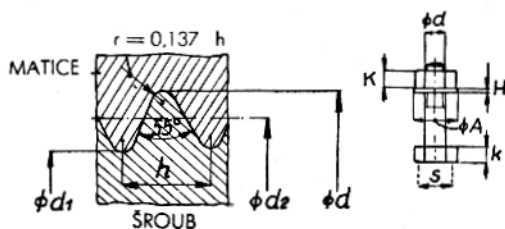
Uvádíme tabulku nejdůležitějších metrických a Whitworthových závitů a důležitější rozměry šroubů s těmito závity.



Metrický závit řady A
Příklad značení: M 20

Šroub					Matice			Vrták díry		Podložka		
Velký průměr D mm	Malý průměr d mm	Střední průměr D _c mm	Stoupání h mm	Výška hlavy k mm	Velký průměr D mm	Malý průměr d mm	Výška K mm	Otvor klíče s mm	Křehký materiál litina mm	Tažný materiál ocel mm	Vnější průměr A mm	Tloušťka H mm
5	3,96	4,48	0,8	3,5	5	3,96	4	9	4,1	4,2	11	1
6	4,70	5,35	1	4,5	6	4,70	5	10	4,8	5	12	1,5
8	6,38	7,19	1,25	5,5	8	6,38	6,5	14	6,5	6,7	17	2
10	8,05	9,03	1,5	7	10	8,05	8	17	8,2	8,4	21	2,5
12	9,73	10,86	1,75	8	12	9,73	9,5	19	9,9	10	24	3
16	13,40	14,70	2	10,5	16	13,40	13	24	13,5	13,75	30	3
20	16,75	18,38	2,5	13	20	16,75	16	30	17	17,25	36	4
24	20,10	22,05	3	15	24	20,10	18	36	20,5	20,75	44	4
30	20,45	27,73	3,5	19	30	25,45	22	46	25,75	26	56	5

Ve sloupci „Vrták díry“ je uveden průměr vrtáku, jímž předvrtáme díru v matici pro řezání příslušného závitu. Za křehký materiál se považuje litina, bronz, mosaz; tažným materiálem je mýněna ocel, měď, zinek, lehké kovy a slitiny. Závitu W se užívá jen při opravách starých strojů.



Whitworthův závit

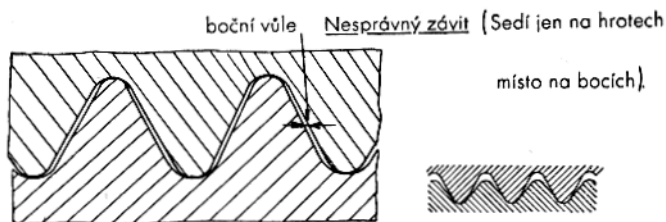
Příklad značení: W 1/2''

Šroub							Matice		Vrták díry		Podložka	
Označení, průměr d palců	Velký průměr d mm	Malý průměr d_1 mm	Střední průměr d_2 mm	Stoupání h mm	Počet obodů na 1 palec	Výška hlavy k mm	Výška K mm	Otvor klíče s mm	Křehký materiál litina mm	Tažný materiál ocel mm	Vnější průměr A mm	Tloušťka H mm
1/4	6,35	4,72	5,537	1,27	20	5	5	11	5	5,1	14	1,5
5/16	7,94	6,13	7,034	1,41	18	6	6	14	6,4	6,5	18	2
3/8	9,53	7,49	8,509	1,59	16	7	7	17	7,7	7,9	21	2,5
1/2	12,70	9,99	11,345	2,12	12	9	9	22	10,25	10,5	28	3
5/8	15,88	12,92	14,397	2,31	11	11	11	27	13,25	13,5	34	3
3/4	19,05	15,80	17,424	2,54	10	13	13	32	16,25	16,5	40	4
7/8	22,22	18,61	20,419	2,82	9	16	16	36	19	19,25	45	4
1	25,40	21,33	23,368	3,18	8	18	19	41	21,75	22	52	5
1 1/4	31,75	27,10	29,428	3,63	7	22	23	50	27,5	27,75	62	5

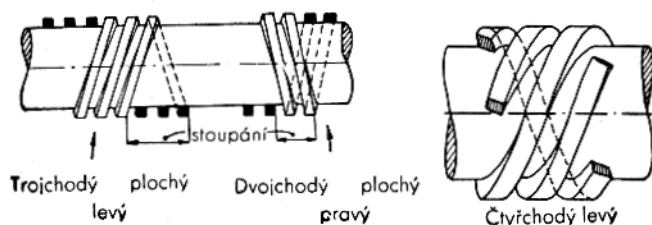
Řezání závitů v díře

Závit v díře řežeme *závitníky* (obr. 223). Jsou to vlastně šrouby, přerušené drážkami, aby vznikla ostří. Podélné drážky bývají zpravidla rovné, výjimečně ve šroubovici. Mohli bychom tak sice vyříznout hotový závit najednou (u matic tak zvaným maticovým závitníkem, který je delší), zpravidla však řežeme závit postupně třemi závitníky, jež tvoří sadu (obr. 223) a značí se jednou až třemi drážkami u čtyřhranu. Práce jednotlivých

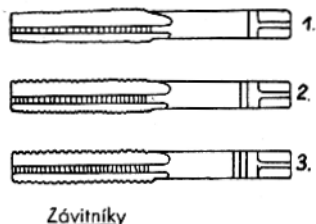
závitníků je rozdělena podle *obr. 225*; čáry 1 až 3 značí, kolik materiálu závitník ubírá. Závitníky ubírají někdy třísky podle *obr. 226*. Kuželovitý výběh na konci není doříznut. Slepá díra (se dnem) nemůže proto mít závit v celé hloubce, kdežto průběžná díra ano (prořízneme ji celým závitníkem).



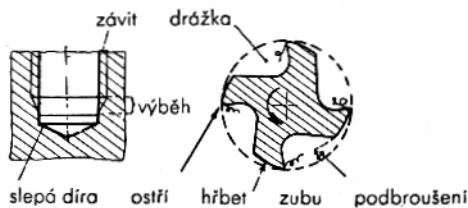
Obr. 221. Nesprávný závit.



Obr. 222. Několikachodý závit plochý.



Obr. 223. Sada závitníků.



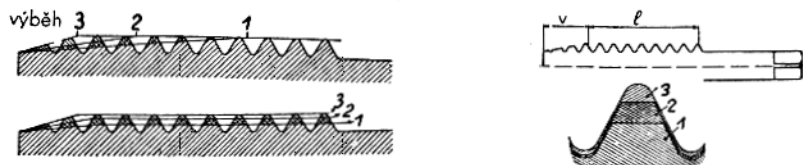
Obr. 224. Slepá díra a průřez závitníkem.

Řezným kuželem se závitník opatrně a rovně nasadí do předvrtané díry (*obr. 227*). Průměr děr pro různé závity je uveden v tabulce závitů. Na čtyřhran se nasazuje vratidlo (*obr. 228*), jímž se závitník otáčí. Aby zuby nedřely hřbetem v díře (*obr. 224*), jsou na řezném kuželi podbroušeny. Nejčastěji má závitník čtyři drážky; velké závitníky mívají i osm drážek.

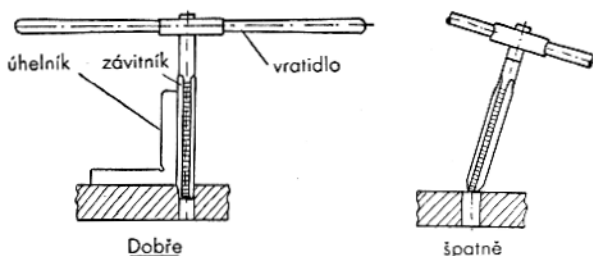
Závitník se musí při práci dobře *mazat*. Nejlépe vyhovují živočišné tuky, směs 10% práškové tuhy s 90% loje, nebo řepkový olej. Horší je už vrtac

olej, zcela špatný je strojní olej (závit se trhá). V litině mažeme petrolejem. Díra pro závit musí být vyvrtána přesně podle uvedené tabulky. Kdyby byla větší, byl by závit neúplný; při menší díře se závitník zlomí.

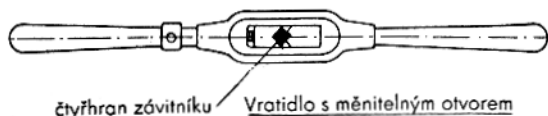
Vratidlem pomalu otáčíme; přitom musíme dávat pozor, aby závitník stál rovně (obr. 227). Při větším odporu závitníkem maličko otočíme zpět,



Obr. 225—226. Různá broušení závitníků.



Obr. 227. Správné a špatné nasazení závitníku.



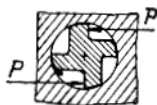
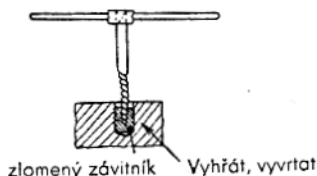
Obr. 228. Stavitelné vratidlo pro různé čtyřhrany.

namázneme jej řepkovým olejem a opět točíme vpřed. Tím se uvolňují třísky. Další závitník se musí opatrně zavést do vyříznuté drážky.

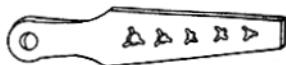
Zvláštní druh závitníku na výrobu závitových čelistí se jmenuje *čelistník*. Má větší průměr než šroub. Používá se ho jen v továrnách na závitorezné nástroje.

Zlomený závitník, pokud nevězí hluboko v díře, odstraníme úderem na boky podle obr. 230 (ocelovými tyčkami, jimiž mají tlouci dva dělníci současně ve směrech *P*, nejprve zlehka, aby se shodli v taktu úderů, pak většími rannami). Tluče-li jen jeden, zadře často závitník ještě více do stěny. Závitník zlomený hlouběji v díře se pokusíme uvolnit zředěnou kyselinou dusičnou (5 dílů vody na jeden díl kyseliny). Zpravidla se tímto naleptáním uvolní

a může se vyšroubovat. Díru je nutno vypláchnout. Nepomáhá-li to, nezbyvá než součást s ulomeným závitníkem vyhrát, navrtat do závitníku díрку a vyšroubovat jej podle obr. 229. Vyhřívání je často nebezpečné, zvláště zahřejeme-li plamenem jen malé místo na větší součásti; vznikají



Závitové želičko



Obr. 229—230. Vyjmutí zlomeného závitníku.

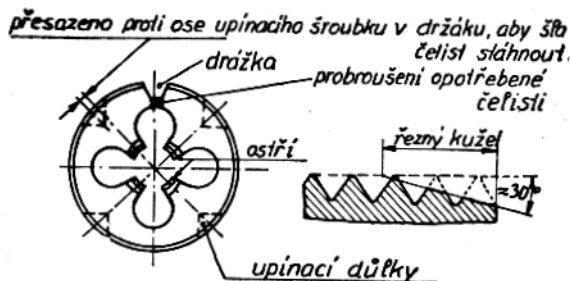
Obr. 231. Desková závitnice

tím velká vnitřní pnutí, která součást křiví a mohou být příčinou poruch. Moderním způsobem se zlomený závitník, vrták a pod. odstraňuje z díry rozrušením elektrickými jiskrami (výboji), t. zv. vyjiskřovačem.

O ostření závitníků pojednáme v oddíle 32.

Řezání závitu na dřívku

Ručně se nepodaří na dřívku vyříznout přesný závit; má-li závit „běžet“ s povrchem dřívku (být rovný a soustředný s osou dřívku), musí se řezat na soustruhu. Ručně řezaných závitů můžeme použít jen pro podřadnější, hlavně spojovací šrouby, řezané příležitostně (v malém); ve větším množství

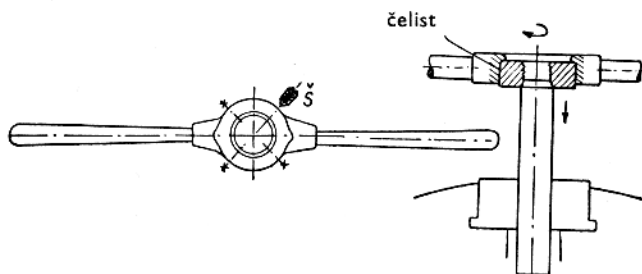


Obr. 232. Kruhá závitová čelist (závitnice) a její řezný kužel.

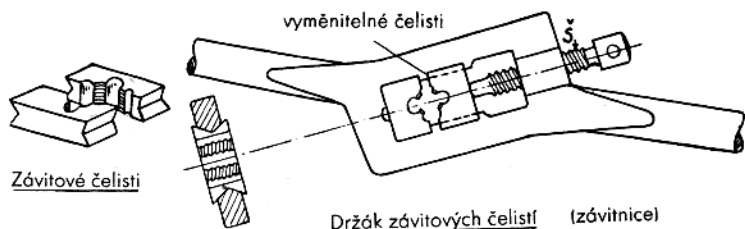
se šrouby vyrábějí na automatech nebo šroubořezech levněji a přesněji než při ručním řezání.

Asi do průměru 8 mm se používá na méně přesné práce deskových závitnic (závitových želiček), (obr. 231). Jednou deskovou závitnicí se reže vždy několik závitů. Závit se spíše jen vytlačuje a proto se musí volit průměr dřívku o několik desetin milimetru menší.

Ručně nebo strojně (na př. na revolverech) řeže se závit závitovou kruhovou čelistí čili *závitnicí* (očkem, *obr. 232 a 233*). Je to v podstatě matice, jejíž závit je proříznut podélnými drážkami, aby vznikly břity. Na obou stranách má řezný kužel, aby se ostří zařezávalo postupně. Menší čelisti



Obr. 233. Vratidlo na kruhové závitové čelisti.



Obr. 234—235. Kosé závitové čelisti s vratidlem.

mají na obvodu tři, větší čtyři upínací důlky pro upnutí do vratidel (*obr. 233*). Nové čelisti se dodávají zpravidla nerozříznuté. Po částečném opotřebení by řezaly již příliš velké závity. Aby se daly nastavit na správný rozměr, proříznou se úzkým brusným kotoučem v drážce na obvodu. Při upínání do vratidel se pak může průměr závitu u rozříznutých čelistí v malých mezích měnit.

Konec dřívku je kuželovitý, aby se mohla závitnice dobře nasunout. Špičky závitu se trochu vytlačují, a tím se zvětšuje vnější průměr závitu; proto někdy volíme průměr dřívku o několik desetin milimetru menší, než má být průměr závitu (u průměru 12 mm asi o 0,1 mm). Závitnici tlačíme podle *obr. 233* mírně na dřív a zvolna jí točíme. Jakmile zachytí, stačí jen točit, zašroubovává se dál sama. Dobře *mažeme* řepkovým olejem (strojní olej škodí). Jde-li závitnice ztuhla, pohneme jí trochu zpět a hned opět vpřed, aby se uvolnily třísky. První vyříznutý závit u rozříznuté čelisti proměříme, a to hlavně na bočním průměru (viz oddíl Měření závitů, 10), a když není správný, nařídíme rozměr závitnice. Rozměry závitů jsou uvedeny v tabulce.

Ručně řežeme závit často také *kosými závitovými čelistmi* (obr. 234 a 235). Kosé čelisti se mnohem lépe ostří než kruhové (závitová očka), (viz oddíl 32), proto mohou lépe řezat. Nemají začátek závitu kuželovitě zbrousen. Upínají se vyměnitelně do vratidel; aby se dělník nemusel při práci jejich vyměňováním stále zdržovat, bývá vratidlo delší a je v něm upnuta řada čelistí za sebou. Má to význam jen u menších průměrů. Kosými závitovými čelistmi se řežou běžné průměry od 3 do 52 mm.

Dřík upneme do svěráku. Povolíme šroub *š* ve vratidle (obr. 235), nasadíme čelisti na dřík a dotáhneme je šroubem, aby se při otáčení vyřízla první tříška závitu. Vyřízneme ji po celé délce, vyšroubujeme čelisti zpět, přitáhneme znovu šroub *š* a řežeme novou tříšku. Tak se postupně vyřízne celý závit. Mažeme opět řepkovým olejem, lojem nebo strojním olejem.

Závit na trubkách (závitových, zvaných dříve plynové a používaných v instalatérství) se řeže *řezacími hlavami* (závitnicemi), v nichž je několik čelistí (nožů), které se mohou vyjímat, aby se mohly dobře ostřit. Po doříznutí se hlava nešroubuje zpět, ale rozevře se vhodným zařízením a sejme přes závit. Také pro závitové čelisti se vyrábějí vratidla, u nichž se čelist po doříznutí závitu uvolní, vysune ze závitu a přetáhne přes šroub bez zdlouhavého šroubování zpět. Při řezání dlouhých závitů se tím uspoří čas.

O *měření* závitů viz oddíl 10, Měření, obr. 99—101.

Hutě dodávají ocel buď ve velikých prokovaných kusech (na největší součásti), nebo válcovanou na běžné obchodní tvary (tyče obdélného a kruhového průřezu, desky, plechy a profily, na př. úhelníky, kolejnice a j.). Jednoduché součásti se vyrábějí z plných kusů; přebytečný materiál se odstraňuje obráběním (soustružením, hoblováním a j.). U členitějších součástí, kde by se obráběním muselo odstranit mnoho materiálu, se součást vykává. Dostaneme tím výkovek, který se pak na strojích obrábí dále. Některé plochy mohou zůstat neobrobena.

Výjimečně se malé součásti kovají *za studena*; je to na příklad ražení. Tak se razí písmena pro psací stroje a kalibrují menší výkovky. Větší výkovky kováme za tepla, neboť ohřátím na 1100 stupňů Celsia se pevnost oceli asi dvacetkrát zmenší. Materiál se ohřívá ve výhni, v ohřívacích pecích nebo elektrickým proudem. Ková se buď *volně* (kladivem na kovadlině, na bucharu), nebo v *zápustkách*, někdy úplně uzavřených, v nichž je žhavý materiál stlačován. Podle použitého zařízení kováme ručně (údery kladiv), strojně rázy (údery) bucharů, pomalým (klidným) tlakem lisů, kovacími válci a j. Nečistoty a vady oceli (síra, vměšky) zhoršují jakost výkovku. Kovací teplota se řídí podle druhu oceli. Určuje ji huť vyrábějící ocel.

Teplotu uhlíkové (obyčejné) oceli určíme zhruba podle barvy.

Barva: červená ve tmě	teplota: 500 °C
třešňově červená	teplota: 900 °C
jasně žlutá	teplota: 1200 °C
jasně bílá	teplota: 1300 °C

Prokováním se materiál prohněte a vytlačí se vměšky, které v něm zbyly. Tím stoupá pevnost a houževnatost. Čím dokonaleji je ocel prokována, tím jemnější má sloh (zrna, krystaly) a lepší uspořádání vláken a tím je hodnotnější.

Správnou teplotu pro kování oceli odhaduje kovář většinou podle barvy (u nových ohřívacích pecí s olejovým, plynovým nebo elektrickým topením jsou žároměry, k ohřevu pro ruční kování se jich však téměř nikdy nepoužívá). U lehkých slitin se pozná teplota podle stopy (čáry), kterou zanechá ohříváný materiál na kusu smrkového dřeva (přes dřevo přejedeme hranou materiálu); ková se asi při těchto teplotách (pro jednotlivé značky materiálů udává přesný rozsah teplot vyrábějící huť):

Kovaný materiál	Kovací teplota ve °C	Barva materiálu nebo čáry na smrkovém dřevě
Měkká stavební ocel . . .	700 až 1300	temně červená až bílá
Běžná nástrojová ocel . .	750 až 1000	třešňově červená až žlutá
Rychlořezná ocel	1000 až 1200	temně až jasně žlutá
Dural	360 až 450	jasně až temně hnědá
Slitiny hořčíku	320 až 350	jasně hnědá
Téměř čistý hliník	300 až 550	jasně hnědá až černá

Množství materiálu na výkovek. Na opal vznikající při ohřevu a na to, aby měl výkovek vyražené (t. j. správně zpracované) hrany, přidáváme k váze součásti asi $\frac{1}{5}$ (t. j. 20%), čímž dostaneme váhu materiálu, ze kterého začneme kovat. Na součást, vážící 2 kg, vezmeme tedy $2 \text{ kg} + (2 \text{ kg} : 5) = 2 \text{ kg} + 0,4 \text{ kg} = 2,4 \text{ kg}$ materiálu.

Podobně postupujeme při výpočtu délky původního materiálu, nutné k vytvoření zeslabené (osazené), vytažené nebo napěchované součásti.

Příklad. Původní tyč má čtvercový průřez $3 \times 3 \text{ cm}$, tedy plochu $3 \cdot 3 = 9 \text{ cm}^2 = F$. Má se osadit na průřez $1 \times 3 \text{ cm}$ v délce $l = 10 \text{ cm}$ (viz obr. 251B), tedy na plochu $F_1 = 1 \cdot 3 = 3 \text{ cm}^2$. Objem osazeného konce $V = F_1 \cdot l = 3 \text{ cm}^2 \times 10 \text{ cm} = 30 \text{ cm}^3$.

Potřebná délka původní tyče, která má stejný objem, by byla $h = V : F = 30 \text{ cm}^3 : 9 \text{ cm}^2 = 3,3 \text{ cm}$; k tomu přídavek $\frac{1}{5}$, t. j. $3,3 : 5 = \text{asi } 0,6 \text{ cm}$, takže celková délka, potřebná k vytvoření osazeného konce

$$h = 3,3 + 0,6 = 3,9 \text{ cm, volíme } 4 \text{ cm (obr. 251 A).$$

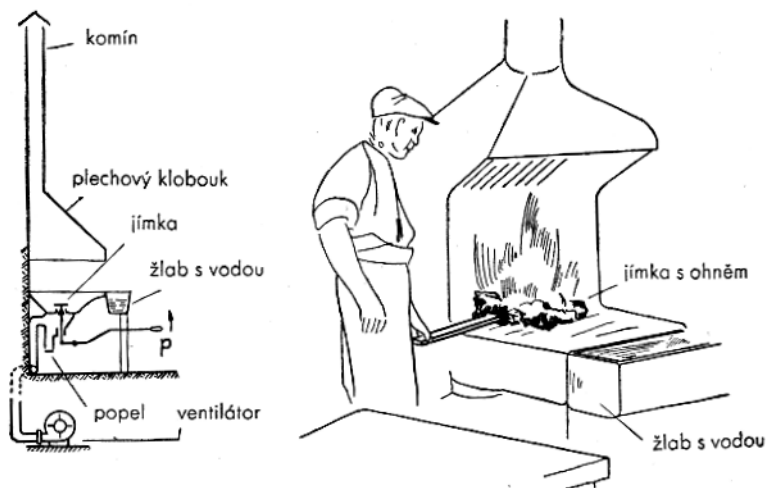
Ohřev materiálu

Menší a střední kusy se ohřívají v kovářských výhních; velké kusy, které se budou kovat strojně, ohříváme v pálcích (zděných) pecích.

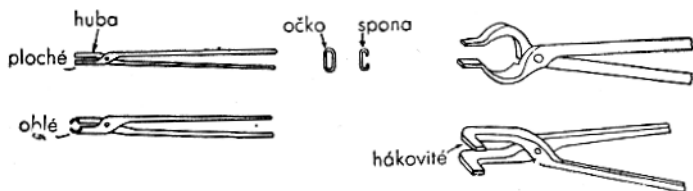
Na obr. 236 je novější stabilní výheň (nepřenosná, z oceli). Do jímký, v níž hoří oheň, se spodem vhná vzduch ventilátorem (ve starých kovárnách měchem, viz obr. 26). Proud vzduchu se řídí pákou p , přivírající otvor na dně jímký. Vody ve žlabu je třeba na kropení a vlhčení uhlí a k ochlazení kleští. Zpravidla bývá vedle žlabu na vodu ještě žlab na uhlí. Plechový klobok (lapač kouře) zachycuje a odvádí kouř.

Ve výhních se topí nejčastěji kovářským uhlím; je to spékavé kamenné uhlí, značené „orech 2“. Větší kusy lze zahřívát *koksem* (bez kouře, pozvolna); nástroje a choulostivé součásti ohříváme někdy *dřevěným uhlím* (je čisté, ale dává menší žár), není-li v dílně vhodnější elektrická nebo plynová pec.

Materiál se na povrchu spaluje, vzniká opal (okuje); proto hledíme omezit ohřívání a snažíme se vykovat součást na jedno ohřátí. Nikdy však nesmíme kovat součást vychladlou. Žár ve výhni musí vycházet ze středu ohně, ne s povrchu; proto musí být *pod* ohřívanou součástí vrstva uhlí a povrch se kropí vodou (slaměným víchem nebo proutím v drátěné násadě).



Obr. 236. Stabilní (nepřenosná) kovářská výheň.



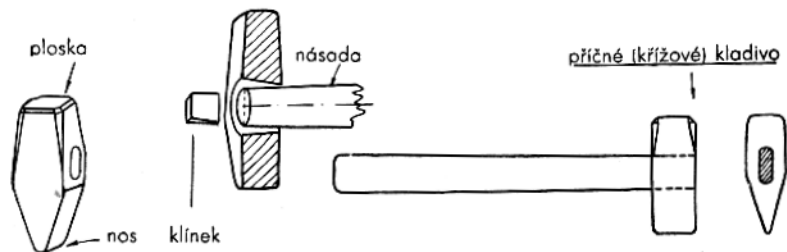
Obr. 237. Kovářské kleště. Huba má tvar podle materiálu.

Kovářské uhlí se nejprve *speče* v souvislou kúru, která hoří zevnitř a zabraňuje vyzařování tepla do okolí. Vnější povrch je pokropen, aby nehořel; je ovšem nutno kropit jen přiměřeně a dbát také o to, aby nevznikaly zbytečné plameny, ohřívající vzduch v kovárně. Když kúra prohořela, srazí ji kovář bodcem nebo pohrabáčem (háčkem) stranou na ohřívaný předmět a přidá navrch lopatkou nové uhlí. Tak se dostává ve styk s ohřívanou ocelí jen vyhořelé uhlí, žhavé a zbavené síry (což je velmi důležité). Kúru je třeba včas srazit, aby ocel byla stále ve styku s uhlím; zmenší se tím opal a ušetří se palivo.

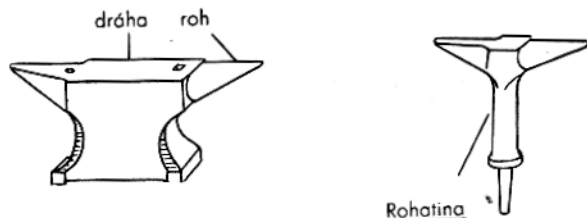
Menší kusy drží kovář při ohřívání v kleštích (obr. 237). Aby nemusel rukojeti stále svírat v ruku, stáhne je nasunutým očkem nebo sponou. Do ohně jsou kleště zasunuty tak, aby se co nejméně ohřívaly. Delší součásti se do ohně vkládají bez kleští (obr. 236).

Kovářské nástroje

Ruční kladiva (obr. 238) váží asi 2 kg. Přitlukací kladivo (perlík) váží až 20 kg (dvojruční; postoj při práci viz na obr. 26). Lepší kladiva jsou z houževnaté nástrojové oceli. Má-li nos směr násady (obr. 239), jmenuje se kla-



Obr. 238—239. Ruční kladiva.



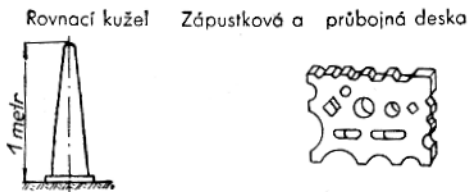
Obr. 240—241. Kovadliny.

divo příčné (křížové), protože dělník, který jím ková, stojí napříč ke kovadlině. Ploska kladiva (dráha) je mírně vypouklá.

Násada z tvrdého dřeva musí být dobře zaklínována ocelovým klínem (viz též obr. 129, klínování paličky).

Kovadliny jsou lité nebo kované z oceli (obr. 240); vrchní plocha, zvaná dráha, bývá k nim přivařena z tvrdé oceli. Stojí buď na špalku (starší způsob), na sudu s pískem nebo na betonovém základu (podloženy kůží) tak, aby dráha byla asi $\frac{3}{4}$ m nad podlahou kovárny. Jeden roh kovadliny má průřez kruhový, druhý obdélný. V dráze je čtvercový a kruhový otvor. Do čtvercového se vsazují menší nástroje (obr. 244), nad kruhovým prorážíme díry.

Rohatina (obr. 241) je malá, vysoká kovadlina, zaražená obvykle ve špalku, na které se ohýbá plech (viz obr. 28). *Rovnačích kužele* (obr. 242, viz též obr. 26) se používá při kování a rovnání obručí, *zápustkové desky* (obr. 243) při prorážení a ručním kování v zápustce (na př. při kování čtyřhranu či šestihranné hlavy na tyči). Různé drobnější nástroje jsou uvedeny na obr. 244. Drátěné drážadlo, nakreslené u sekáče, je lepší než dřevěná násada, která se snadno uvolní a poškodí. Očkem je na sekáč pevně naraženo a zapadne do kruhové drážky na sekáči. Použití sedlíku při osazování je znázorněno na obr. 250, použití sekáčů na obr. 253.



Obr. 242—243. Rovnačích kužele a zápustkové deska.

Kovářské stroje

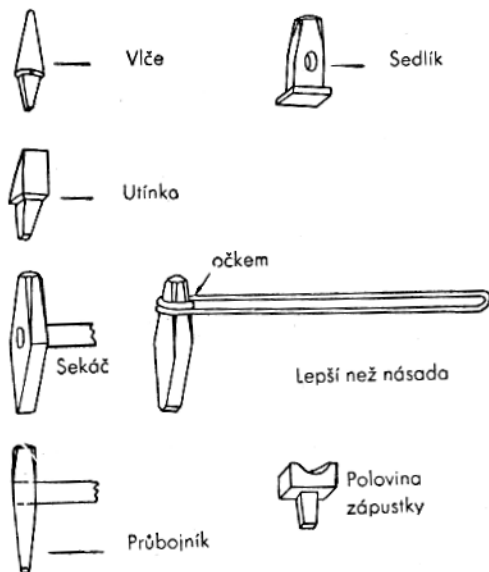
Větší výkovky nemůžeme kovat ručně. Kovají se proto na strojích, zvaných buchary; na největší součásti použijeme kovacího lisu, poháněného parou nebo kapalinou (voda, olej), vháněnou do pohybového ústrojí pod velkým tlakem (hydraulické lisy). Často se strojně kovají i drobné součásti, aby práce byla rychlejší a přesnější.

V malé kovárně je dnes nejrozšířenější *vzduchový buchar* podle obr. 245 (pneumatický).

Pohybem pístu 1 ve válci je střídavě zředován a stlačován vzduch a šoupátkovým rozvodem se proud vzduchu přenáší na píst 2, který je zdvihán a srážen dolů. Šoupátka ovládáme spouštěcí nožní pákou.

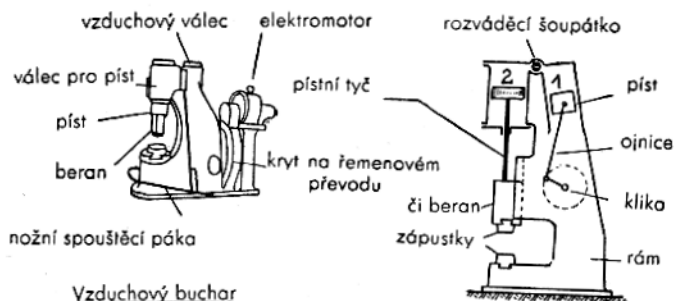
Pro větší úder a pro kování v zápustkách (seriová výroba stejných výkovků) se lépe hodí *parní zápustkový buchar* (parní kladivo, obr. 246). Beran je pístní tyčí připojen k pístu parního válce.

Píst je zvedán i srážen dolů tlakem páry (někdy stlačeného vzduchu). Rychlost a síla úderů se ovládá ruční pákou.

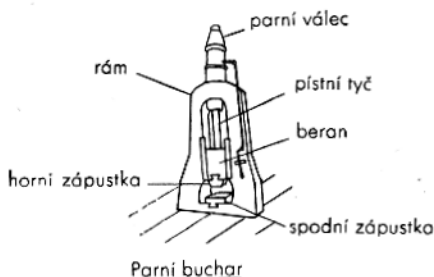


Obr. 244. Různé kovářské nástroje.

Buchary zpracují materiál rázem, což je výhodně, neboť prokovávají součásti i do hloubky. Mají veliké základy, ale přesto otrásají okolím. Proto se pro největší výkovky stavějí hydraulické kovací lis, tlačící na materiál



Obr. 245. Vzduchový buchar.



Obr. 246. Větší parní buchar.

bez rázu, zvolna. Byly již postaveny lis pro tlaky až 25 milionů kg. Setkáme se s nimi jen ve velkých kovárnách; k obsluze takového lisu je zapotřebí manipulátorů, jeřábů nebo mnoha dělníků.

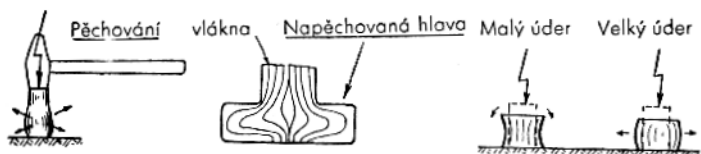
Postup při ručním kování

Ohřátý materiál zbaví kovář strusky, opalu a přilepených kousků uhlí úderem o kovadlinu a oškrábnutím kladivem. Sám kovář ručním kladivem, pomocník podle potřeby přitlouká (obr. 26). Místo, kde má pomocník kovat, označí kovář malým úderem. Pomocník řídí sílu svého úderu podle úderu kováře (když kovář ková slabými ranami, musí také pomocník přitloukat slabě). Zaťuká-li kovář kladivem několikrát vedle výkovku na kovadlinu, značí to, že pomocník má ustát v práci; kovář zarovná nebo dokončí součást ručním kladivem. Nikdy nesmí nečekaně vzít součást s kovadliny; po-

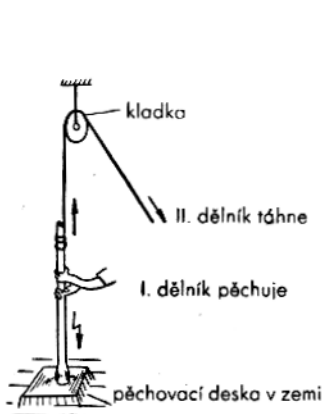
mocník by uhodil perlíkem na kovadlinu a odskočením perlíku může vzniknout úraz.

Větší kusy, které by při dlouhém kování vychladly, musí se kovat ve třech. Kovář opět součást drží, obrací a ková ručním kladivem, dva pomocníci přitloukají. Vyžaduje to zručnost, které lze nabýt jen praxí.

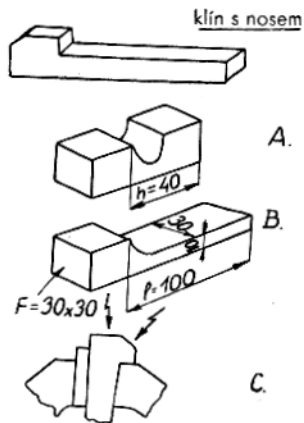
Pěchování. Krátké součásti (obr. 247) se pěchují na kovadlině, drženy v kleštích, delší (obr. 248) na pěchovací desce v zemi kovářny. Ohřívají se jen místa, kde se má materiál napěchovat (okolí se chladí vodou), zejména



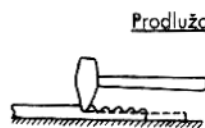
Obr. 247. Podstata pěchování.



Obr. 248. Pěchování na konci dlouhé tyče.



Obr. 251. Kování klínu s nosem.



Prodlužování



Osazování

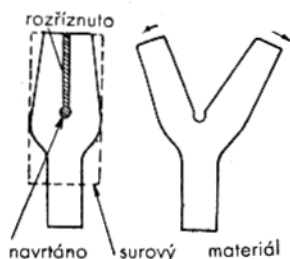
jednostranné



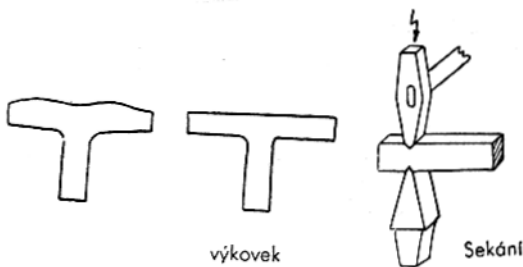
oboustranné

Obr. 249—250. Prodlužování a osazování.

když se pěchuje uprostřed délky. Napěchovaná hlava (na př. u šroubu) je pevnější než hlava vysoustružená z plné tyče, protože vlákna materiálu probíhají příznivě podle tvaru průřezu (u soustružené rovně po délce). Zásadně se však snažíme pěchovat co nejméně; raději volíme původní materiál



Obr. 252. Kování součásti tvaru T.



Obr. 253. Sekání sekáčem a utínkou.

tlustší a vykováme na něm slabší části prodlužováním, které je rychlé a snadné.

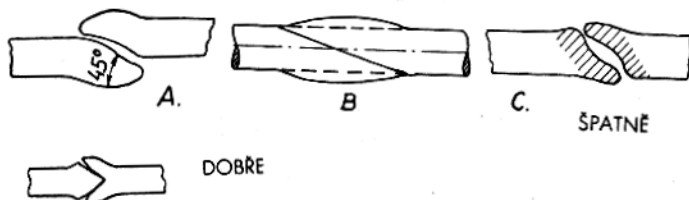
Prodlužování (obr. 249). Aby se práce urychlila, vykováme nosem kladiva záruby; pomocník přitlouká ploskou perlíku, čímž záruby ihned vyrovnává. Povrch se pak může ohladit sedlíkem podle obr. 250 (= osazování). Na obr. 251 je znázorněn postup při kování klínu s nosem, na obr. 252 kování součásti tvaru T z jednoho kusu (dostí obtížný výkovek, který bychom jinak těžko zhotovili). Na obr. 253 je znázorněno sekání za tepla nebo za studena. Ohýbání a prorážení je podrobněji probráno v oddílech 14 a 19.

Svařování v ohni, s přelátováním (obr. 254)

Můžeme tak svařovat jen měkkou ocel. Tvrdší a pevnější oceli (kalitelné) se v ohni velmi špatně svařují a někdy se to vůbec nezdaří. Zvláště dobře se svařuje t. zv. *svářková ocel*, vyrobená v pálcích pecích (pudlování); tato ocel se však již téměř nevyrábí.

Svařované konce nutno nejprve upravit podle obr. 254 A. Nesmí mezi nimi vznikat štěrbina (obr. 254 C); tam by se ocel nespojila. Oba konce ohřejeme do bílého žáru (pozor, aby se nespálily). Někdy se žhavé konce rychle posypávají boraxem (který byl vypálen do červena na plechu a po zchladnutí roztlučen); borax vytvoří s okujemi snadno tavitelnou strusku, jež se úderem o kovadlinu odrazí a povrch zůstane čistý. Očištěné konce složí kovář na sebe podle A ostrými údery, aby se plochy všude spojily, a rychle kovář do tvaru B. Pak teprve se materiál proková silnými údery perlíkem, aby se ze spáry vytlačila struska. V zápustce se nakonec tyč vyková na stejný průměr, jaký má plný materiál.

Musí se pracovat velmi *rychle* a čistě, jinak materiál zchladne, nespojí se a pak nezbyvá než konce rozseknout, očistit a svařovat znovu. Svařování v ohni je z nejstarších kovářských umění, které dnes téměř zaniklo. Konce



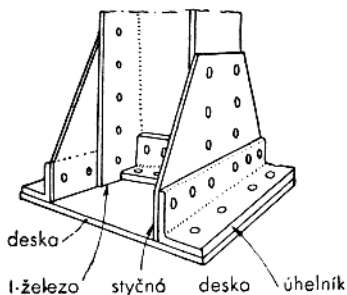
Obr. 254. Svařování z ohně.

pro svar se musí zvolna ohřát do bílého žáru, aby se probřály i zevnitř a nespálil se přitom povrch. Při rychlém ohřátí je povrch správně teplý, ale vnitřek je chladnější; svar se nezdaří. Pod ohřívanou součástí musí být silná vrstva žhavého uhlí, aby se k povrchu oceli nedostal kyslík.

Nýty spojují součásti nerozebíratelně (obr. 255) na rozdíl od šroubů, jimiž se součásti spojují rozebíratelně. Trvalý most se proto nýtuje, dočasný (vojenský) je sešroubován.

Nýty se lisují za studena (do průměru 12 mm) nebo za tepla (větší) na automatických strojích (60 až 80 kusů za minutu) z měkké plávkové nýtové oceli (ČSN 10341 až 10451). Pro zvláštní práce se používá nýtů z niklové oceli, mědi, hliníku, mosazi a j.

Nýtovaná patka sloupu



Obr. 255. Nýtovaná patka sloupu (ocelové konstrukce).

Prostřižená díra je skoro stejně hladká jako vrtaná a je lacinější; má však nepatrně poškozené hrany a povrch, a proto bývají u důležitějších konstrukcí předepsány díry vrtané. Ostří (hranu) díry stačí srážít; větší srážení hrany záhlubníkem (obr. 256) není nutné a spíše škodí (nýt se křiví) a zdražuje zbytečně výrobu.

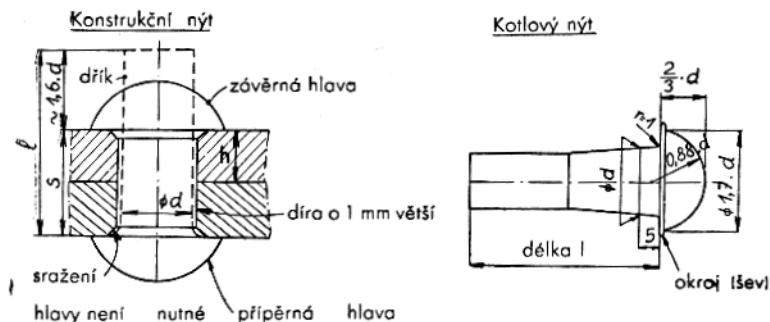
Hrubé nýty konstrukční a kotlové mají průměry od 10 až do 42 mm a jsou odstupňovány po 2, větší po 3 mm. U lokomotiv se používá obrobenejších nýtů průměru 20, 23 a 26 mm. Normy předepisují, že díra pro nýt má být o 1 mm větší než průměr surového nýtu. Hrubý nýt konstrukční nebo kotlový má průměry 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22... mm; díry pro nýt a zatažený (zanýtovaný) nýt mají průměry 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23... mm.

Rozdělení nýtů

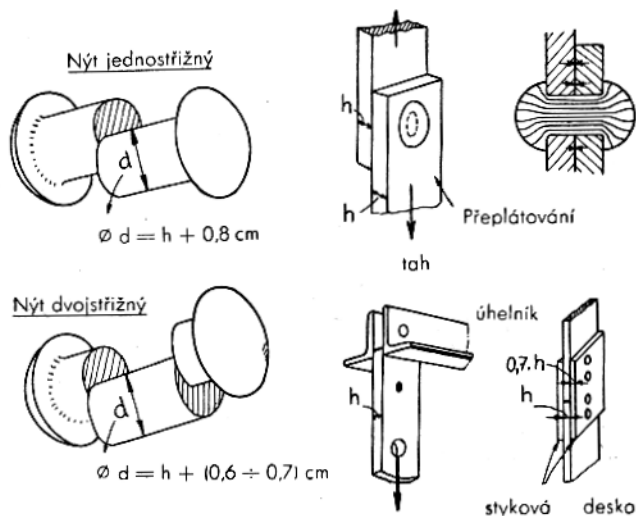
Zhruba můžeme nýty rozdělit do těchto skupin:

1. Nýty *kotlové* (nýtování pevné a nepropustné) od 10 do 42 mm.

2. Nýty *konstrukční* (mostové, nýtování pevné), od 10 do 42 mm.
3. Nýty *sudové* (nýtování nepropustné), od 3,4 do 16 mm.
4. Nýty *drobné* (řemeslné), na př. do mříží a plechu, do 9 mm.



Obr. 256—257. Konstrukční a kotlový nýt.

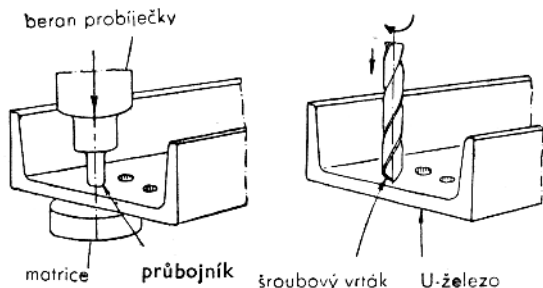


Obr. 258—259. Nýt jednostřížný a dvojitřížný.

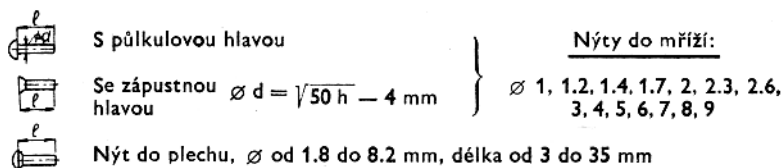
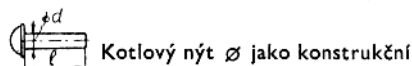
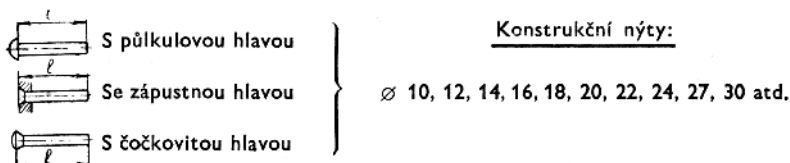
Základní tvary a názvy jsou uvedeny na obr. 261 a na obr. 256—257. Všimněme si, jak se měří délka nýtu (u zapuštěného i s hlavou). Zapuštěnými hlavami se plech příliš zeslabuje a práce se zdraží; proto jich použijeme jen tam, kde hlava opravdu překáží. Délka nýtu je dána tloušťkou

spojujových plechů a délkou, potřebnou k vytvoření závěrné hlavy a k rozpěchování nýtu ve větší díře. Označme délku nýtu l (obr. 256). Platí asi:

Průměr $d =$ 10 14 16 20 24
 Délka $l = 1,34 \cdot s + 11$ $1,26 \cdot s + 15$ $1,24 \cdot s + 17$ $1,27 \cdot s + 19$ $1,23 \cdot s + 23$ mm



Obr. 260. Vrtání a prorážení díry na nýt.



Obr. 261. Návrhy a rozměry různých nýtů.

Oba spojované plechy jsou na př. 10 mm tlusté, tedy $s = 2 \cdot 10 = 20$ mm. Délka nýtu l závisí na průměru; nýty budou jednostřížné. Podle obr. 258 je při tloušťce plechu $h = s/2 = 1$ cm průměr nýtu $d = h + 0,8$ cm = $= 1 + 0,8 = 1,8$, volen 20 mm. Délka nýtu $l = 1,27 \cdot s + 19 = 1,27 \cdot 20 + 19 = 25,4 + 19 = 44,4 \approx 45$ mm. V rozpisce objednávané nýty $\varnothing 20 \times 45$, na výkrese zakótujeme díry pro nýty $20 + 1 = 21$ mm.

Nýty do mříží jsou vlastně pokračováním řady nýtů konstrukčních pro tenké plechy. Mají průměry podle obr. 261. V označení se musí uvést průměr i délka, tedy na př.: Ocelový nýt s půlkulovou hlavou 6×20 .

Nýty do plechy se značí na př. takto: Ocelový nýt s čokovitou hlavou 5×16 . Dříve se značily nepřehledně čísla (od tří nul až po č. 16, tedy na př. dvojnulka, šestka a j.).

Dnes je značíme jen rozměry:

Staré značení	Nové značení	Staré značení	Nové značení
000	$1,8 \times 3$	8	$4,6 \times 14$
00	2×4	9	5×16
0	2×5	10	$5,5 \times 18$
1	$2,2 \times 6$	11	6×20
2	$2,5 \times 7$	12	$6,5 \times 23$
3	$2,8 \times 8$	13	7×26
4	$3,1 \times 9$	14	$7,5 \times 29$
5	$3,4 \times 10$	15	$8,2 \times 32$
6	$3,8 \times 11$	16	$8,2 \times 35$
7	$4,2 \times 12,5$		

Spojujeme na příklad dva plechy tloušťky $h = 2$ mm. Průměr nýtu podle vzorce uvedeného na obr. 261 volíme

$$d = \sqrt{50 \cdot h} - 4 \text{ mm} = \sqrt{50 \cdot 2} - 4 = \sqrt{100} - 4 = 10 - 4 = 6 \text{ mm.}$$

Délka nýtu pro vytvoření hlavy podle obr. 256 je asi $1,6 \times d = 1,6 \times 6 = 9,6 \approx 10$ mm, takže celková délka nýtu

$$l = 2 \cdot h + 10 = 2 \cdot 2 + 10 = 4 + 10 = 14 \text{ mm.}$$

Objednáme buď nýty do mříží (ocelový nýt s půlkulovou hlavou 6×14), nebo nýty do plechu (ocelový nýt s čokovitou hlavou 5×16 , staré značení číslo 9); zde nutno volit menší průměr, protože nýt 6×20 by byl příliš dlouhý, musily by se ustrihnout konce. Někdy se tomu nevyhne; proto mívají v plechárnách na stříhání nýtů zvláštní nůžky nebo štípací kleště.

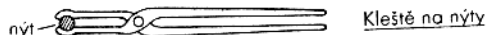
Nýty s plochou hlavou kulovou (dříve nýty do sudů) značí se opět průměrem a délkou. Podobají se tvarem nýtu s půlkulovou hlavou, jen hlava je nižší. Příklad značení: Ocelový nýt s plochou hlavou 6×12 . Vyrábějí se v průměrech (v závorce uvedeno staré značení):

3,4 (000); 3,8 (00); 4,6 (0); 5,5 (1); 6 (2); 6,5 (3);
 7,5 (č. 4 mělo 7,6); 8,2 (5); 8,8 (6); 10 (7); 11 (8); 12 (9);
 13 (10); 14 (11); 15 (12); 16 (13).

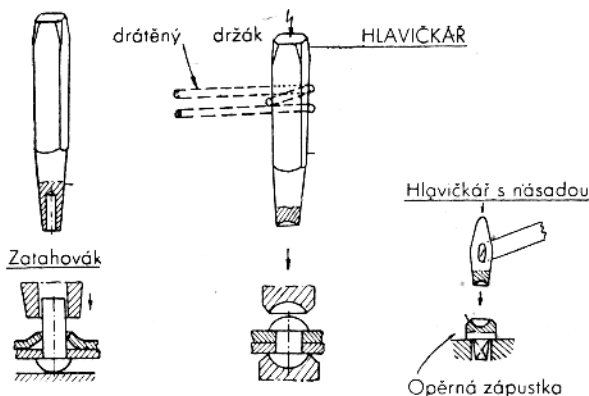
Na př. nýt podle starého značení číslo 7 má průměr 10 mm; délka se zjistí a předepíše podle uvedeného příkladu, jen na vytvoření hlavy můžeme přidávat asi $1,4 \times d$ i méně (protože je plochá).

Nýtování

Za studena se nýtují nýty asi do průměru 8 mm; ručně se nýtuje do průměru 25 mm. Většinou nýtujeme za tepla, t. j. konec nýtu se ohřeje v koksově nebo plynové peči nebo v kovářském ohni, ve výhni (na montážích), viz Ko-



Obr. 262. Kleště na žhavé nýty.



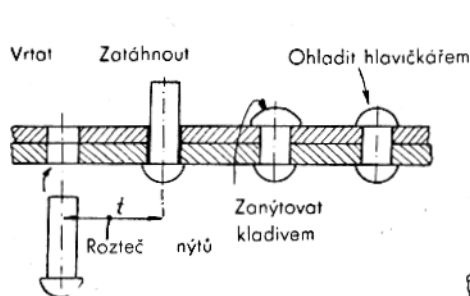
Obr. 263, 265. Zatahovák a hlavičkář.

vání. Kleště na nýty jsou upraveny podle obr. 262. Pomocník ohřívající nýty hází žhavé nýty dělníkovi pracujícím třeba vysoko na ocelové konstrukci. Ten je chytá do drátěné sítě, což vyžaduje značné zručnosti. Pícka na ohřívání nýtů má být malá, přenosná (na př. bubínek s dírami ve stěně pro nastřkání nýtů), aby se mohla umístit co nejbliž u pracoviště.

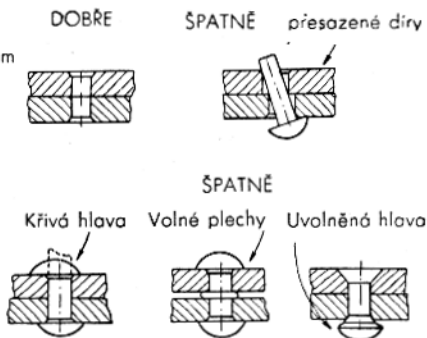
Chladnoucí nýt se smršťuje; tím stáhne plechy pevně na sebe a v nýtu vznikne velké napětí v tahu. Smrští se také objemově, takže už nedosedá plně na stěny díry. Nýtovaný spoj je dobrý jen tehdy, když je mezi plechy velké tření. Proto na sebe plechy musí před nýtováním *tvrdě* dosednout. Kdyby dosedly jen pružně, nezpůsobí malé stažení nýtem dostatečné tření a spoj není těsný. Proto se před nýtováním musí plechy k sobě dorazit t. zv. *zatahovákem* (obr. 263); pro dobrou práci je zatahovák nezbytný.

Nýt se nesmí příliš ohřívát, protože pak hned po zanýtování povolí v hlavě ještě žhavé (měkké). Je nutno nýtovat tímto postupem (obr. 264):

Plechý po vložení nýtu rychle zatáhneme k sobě (tvrdě); pak tlučeme na nýt větším kladivem, aby se napěchoval ve směru osy a vytvořila se přibližně hlava; hlavu ohladíme hlavičkářem (obr. 265), na který tlučeme perlíkem (těžké kladivo). Velmi často se používá pneumatických kladiv (ovládaných stlačeným vzduchem) nebo mechanických nýtovacích strojů. Zde se musí



Obr. 264. Postup při spojování plechu nýtem.



Obr. 266. Chyby při nýtování.

po skončení práce hlava nýtu podržet hlavičkářem nýtovačky (pod tlakem) asi 10—15 vteřin, aby mohla vychladnout a byla dost pevná. Aby se mohlo pracovat rychleji, dělají se hlavičkáře s chlazením. Tato důležitá okolnost je málo známá; obyčejně pouští dělník ještě žhavou hlavu, spoj se uvolní a je špatný. Zkoušky ukázaly, že teplota nýtu nemá větší vliv na jakost spoje. Více ohřátý nýt se jen nýtuje menší silou.

V předpisech pro nýtování kotlů se strojně nýtované spáry považují za lepší než ručně nýtované, protože při strojním nýtování se plechy dobře stáhnou na sebe. Nýtování pneumatickými kladivy se podobá ručnímu a nebývá úředním předpisem uznáno za nýtování strojní.

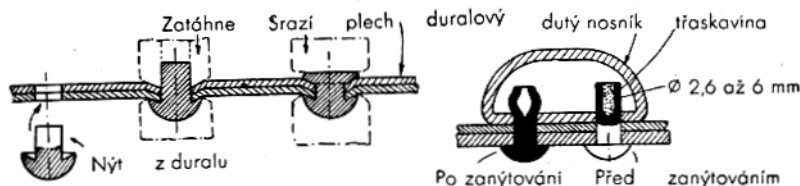
Když byl nýt stlačen (napěchován) příliš velkou silou, roztahuje nebezpečně díru v plechu. Poznáme to na hotovém spoji podle toho, že kolem hlavy odprýskají okuje a na povrchu vzniká hustá síť jemných rysek.

Na obr. 266 jsou ukázky špatně zanýtovaných nýtů. Nezbyvá než hlavu useknout, nýt vyrazit, vystružit (začistit) díru a zanýtovat znovu.

Nýtování tenkých plechů (v letectví)

Na čtyřmotorovém celokovovém letadle je asi milion nýtů; na jejich nýtování se spotřebuje 70% času potřebného k montáži letadla. Průměry nýtků jsou 3—5 mm, plechy jsou tlusté 0,5 až 1 mm. Jsou z hliníkových slitin (hlavně z duralu) a nýtují se za studena postupem znázorněným na obr. 267. Tvárnost nýtků se značně zvětší tím, že je asi 15 minut ohříváme v solné

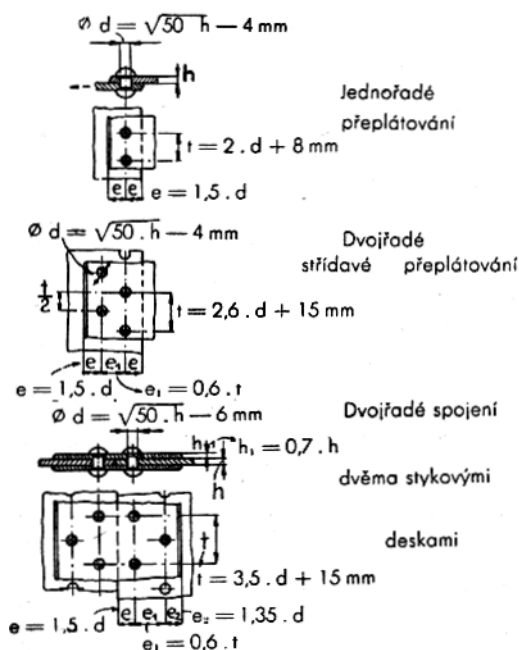
lázni, teplé 500 °C, a pak je prudce ochladíme ve vodě. Musí se ihned zpracovat, protože asi za 3 hodiny opět ztvrdnou. To je zvláštní vlastnost dur-aluminia (duralu), že se časem zpevňuje.



Obr. 267—268. Nýtování tenkých plechů v letectví.

Na nepřístupných místech (u dutých profilů) je zavedeno nýtování výbuchem (obr. 268). Dřík nýtů je navrtán a naplněn třaskavinou. Elektrickým ohřátím asi na 130 °C třaskavina vybuchne a vytvoří hlavu roztažením dříku.

Lehké slitiny, hlavně plechy, značně trpí jemnými ryskami. Proto na nich nesmíme rýsovat jehlou a používáme jen tužky. Také důlky se smějí vyřázet jen ve středech budoucích děr. Díra je asi o 0,1 mm větší než průměr nýtu.



Obr. 269. Příklady nýtovaných spojů.

Nýtování vodních nádrží, kominů a trub

Nýty menšího průřezu než 1 cm se nýtují za studena. U nádrže na olej musí být řada nýtů hustší [rozteč (vzdálenost) mezi nýty musí být menší]. Nádrže se dnes vyrábějí z plechu tlustého 2,5 až 8 mm, nejčastěji svařováním, zřídka nýtováním. Stěny se vyztuží nanýtovanými úhelníky (asi 45 . 45 . 5 mm). Průměr nýtů volíme nejméně 8 mm; dno o 1—2 mm tlustší než stěna. Plech do tloušťky 6 mm se neztužuje (netemuje), viz dále, nýbrž utěsní se plátnem nebo konopím. Rozteč nýtů (obr. 264) = $3 \times d + 0,5 \text{ cm} = t$ (obr. 269).

Komíny z plechu 3–8 mm tlustého se nýtují z kuželovitých skruží, navlečených do sebe tak, aby zevně nezatékalo do švů. Zpravidla je nejvyšší skruž z plechu 3 mm, nejspodnější z plechu až 8 mm. Rozteč nýtů asi $5 \times d$, tedy u nýtu průměru $d = 8$ mm stačí nýty ve vzdálenosti $5 \times 8 = 40$ mm od sebe.

Příklady nýtovaných spojů u kotelů (obr. 269)

Uvedeme přibližné vzorce, jak se určí z tloušťky plechu h průměr nýtů a vzdálenost nýtů od kraje. Přeložením okrajů plechů přes sebe vzniká spoj *přesažený* (přeplátováním). Jindy se okraje plechů k sobě tupě srazí a překryjí se stykovými deskami.

Příklad: Máme spojit dva plechy tloušťky $h = 10$ mm. Protože přeplátovaný spoj je zatížením křiven, volíme dvojřadé spojení se stykovými deskami podle obr. 269.

Tloušťka plechu $h = 10$ mm.

Tloušťka stykové desky $h_1 = 0,7 \cdot h = 0,7 \cdot 10 = 7$ mm.

Průměr nýtů $d = \sqrt{50 \cdot h} - 6 = \sqrt{50 \cdot 10} - 6 = \sqrt{500} - 6 = 22,4 - 6 = 16,4$ mm, volíme nýt s průměrem 16 mm.

Rozteč nýtů $t = 3,5 \cdot d + 15 = 3,5 \cdot 16 + 15 = 56 + 15 = 71$ mm, volíme 70 mm.

Vzdálenost od kraje $e = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 16 = 24$ mm.

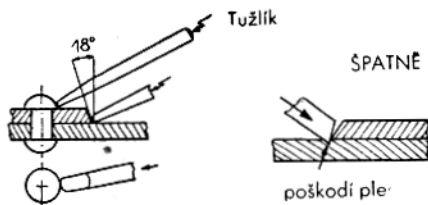
Vzdálenost řad nýtů $e_1 = 0,6 \cdot t = 0,6 \cdot 70 = 42$ mm.

Vzdálenost od kraje $e_2 = 1,35 \cdot d = 1,35 \cdot 16 = 21,6$, volíme 22 mm.

Tím jsou určeny všechny rozměry. Narýsujeme na plech rozdělení nýtů, vyvrtáme nýtové díry s průměrem $16 + 1 = 17$ mm, okraj nepatrně srazíme a nýtujeme za tepla.

Ztužování (temování)

Nepropustnost nýtového spoje se zlepšuje ztužováním (temováním) okrajů plechu a někdy i nýtových hlav (obr. 270), aby na př. z parního kotle neunikala pára nebo aby pod okraj nevnikaly nečistoty. Proto bývá



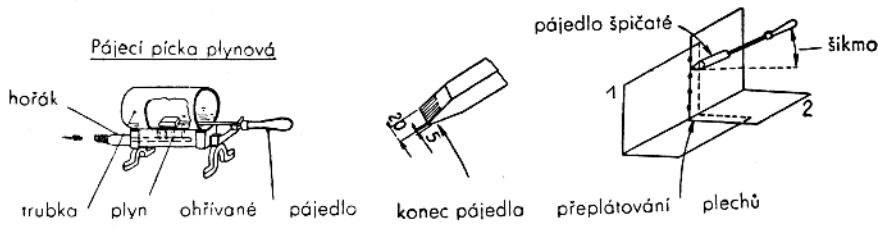
Obr. 270. Tužení (temování).

hrana plechu zkosená asi o 18° . Tenčí plechy se těsní vložkami (na př. plátnem s miniem nebo papírem, u plechu 5 mm tlustého). Nástroj na ztužování se jmenuje *tužlík*. Jeho konec se musí zaoblit, aby nepoškodil stěnu. Někdy se výjimečně ztužují i hrany plechů u mostů, aby pod ně nevnikala voda.

Při pájení (nesprávný název letování) se kovy spojí třetím, snadněji tavitelným kovem, zvaným pájka, aniž se přitom taví. Tím se pájení liší od svařování, při němž se spojované kovy taví. Pájka může být měkká (s bodem tavení pod 500°) a tvrdá (taví se při vyšší teplotě). Podle toho dělíme pájení na dvě skupiny.

1. Pájení měkkými pájkami

Základním pravidlem, proti němuž se často chybuje, je nahřát součásti, ne pájku; pájka sama zateče do spáry mezi součástmi. Je zcela nesprávné, když se kape roztavená pájka do spáry mezi studenými součástmi. Součásti



Obr. 271. Plynová pájecí píčka. Obr. 272—273. Pájedlo a spájení svislé spáry.

se zpravidla nahřejí přiložením pájedla (ohřátým kusem mědi na držadle, viz dále obr. 273).

Aby pájka přilnula, musí být povrch kovu úplně čistý (bez mastnoty) a nesmí se při pájení oxidovat (spalovat). Používá se proto pájecích vodiček, prášků nebo past. Nejrozšířenější způsob je rozpustit zinek v kyselině solné; do kyseliny ve skleněné nádobě nastříháme zinkový plech a počkáme tak dlouho, až se přestanou tvořit bublinky, t. j. neuniká plyn vodík, který se vyvíjí rozkladem kyseliny. Vznikne sloučenina zvaná chlorid zinečnatý. Ten se někdy kupuje v litých tyčinkách a rozpouští se ve čtyřnásobném množství vody. Lze ho použít při pájení obyčejného plechu, zinku, mědi, mosazi, ale vždy jen tam, kde se dá jeho zbytek po pájení čistě otřít (osušit).

Součásti, které nelze dobře očistit, omýt a otřít (na př. dráty v rozhlasovém přístroji, elektrotechnické přístroje), nemůžeme pájecí vodičkou pá-

jet, protože její zbytky by ničily povrch. Nutno použít kalafuny (zbytky jsou neškodné), rozpuštěné v lihu nebo v benzolu v hustou tekutinu, která se nanáší na pájené místo dřívkem. Kalafuny se používá též při pájení cínového plechu, lesklé mědi, olova.

Pájecí pasty či prášky se prodávají už připravené (na př. kašovitá pasta tinol a j.). Účinkují stejně jako vodička (čistí povrch, zabrání spalování).



Obr. 274—275. Kladívkové pájedlo a škrabky.

Měkké pájky jsou zpravidla slitiny cínu a olova. Podle normy ČSN z r. 1943 mají měkké pájky tyto značky: SnL 25, SnL 30, SnL 33, SnL 40, SnL 50, SnL 55, SnL 60, SnL 90. Jejich názvy se čtou: Pájka měkká 25, 30 atd. Číslo ve značce určuje obsah cínu v procentech. Nádoby na pokrmy můžeme pájet jen pájkou, obsahující méně než 10% olova. Měkké pájky se dodávají v blocích, deskách, pásech, foliích, tyčích, drátech, v trubičkách s tavidlem, v prášku, v kuličkách z prášku a z tavidla.

Značka je na pájce odlita nebo vyražena. Dále se používá stejně pevných, ale tvrdších pájek s přídavkem antimonu (pájky antimonové), na př. tohoto složení: 6,9% cínu; 83,8% olova; 9,3% antimonu a zvláštních, velmi snadno tavitelných slitin (na př. kov Woodův,¹⁾ obsahující 13% cínu, 26% olova, 48% vismutu, 13% kadmia, taje při 70 °C, tedy už v teplé vodě). Čím více cínu pájka obsahuje, tím je lepší, ale také dražší.

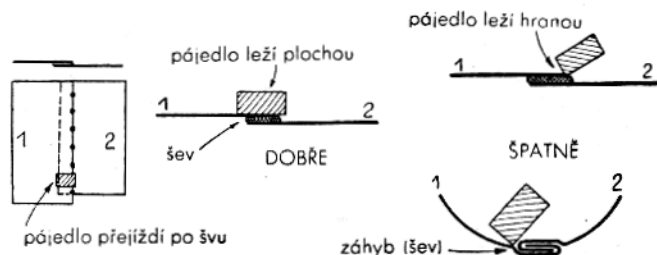
Nástroje k pájení. Pájedlo (obr. 271—274) má měděnou hlavu (dobře vodi teplo) a rukojeť. Ohřívá se v kovářském ohni nebo lépe dřevěným uhlím, petrolejem, benzinovým hořákem, v plynové peci (obr. 271) nebo elektrickým proudem (vinutí kolem jádra přecházejícího v hlavu). Musíme mít po ruce vždy několik pájedel různé velikosti; pro těžší práci používáme většího pájedla, jež obsahuje dosti tepla k ohřátí velké spáry, aby se dělník nemusel zdržovat stálým přihříváním. Pájedlo se ková z mědi; kus mědi ohřejeme do temné červeného žáru, hrubým pilníkem odstraníme opal a rychle kováme. Pájedlo s ostrým hrotem (obr. 273) se dobře hodí na klempířské práce ve svěráku. Ploché pájedlo (obr. 272 a 274) je vhodné pro delší pájené spoje u dna.

K oškrabání (očistění) povrchu používají klempíři škrabek (obr. 275) s ostrými hranami. K ohřívání součástí a pájedla se často používá pájecí lampy (obr. 280).

Postup při pájení. Nejlepší je přeplátovaná spára (obr. 276—277) nebo

¹⁾ Čti Vudův.

spára se záhybem (švem) podle *obr. 278*. Vždy je dobře spájené plechy napřed pocínovat (na př. nanese se trochu pasty, ohřejeme a rozetřeme čistým hadříkem; dostaneme lesklý povrch). Pájedlo ohřejeme (je-li příliš špinavé, opilujeme hrot až na čistou měď; aby byl povrch po ohřátí čistý a cín na měď dobře přilnul, otřeme hrot pájedla o kus salmiaku. V jamce v salmiaku roztavíme pájedlem kousek pájky a mírným třením jí hrot pájedla



Obr. 276—277—278. Příkladý pájení.

pocínujeme. Místo salmiaku lze použít kalafuny. Trochu kalafuny a kousek pájky se položí na dřevo nebo na měkkou cihlu a hrot pájedla se tře o kalafunu a pájku; tak se obvykle postupuje tam, kde se místo pájecí vodičky používá kalafuny rozpuštěné v lihu.

Je velmi důležité, aby hrot pájedla zůstal stále lesklý a čistý. Nikdy se na něm nesmí utvořit opal, který brání přestupu tepla; tím trpí jakost práce. Proto také nesmíme pájedlo příliš ohřát. Čištění hrotu o salmiak je zdlouhavé; někdy se k tomu používá tekutiny vzniklé rozpuštěním asi 15 gramů práškového salmiaku v 1 litru vody; hrot pájedla do této tekutiny po ohřátí rychle namočíme.

Pájení přeplátovaného švu je znázorněno na *obr. 276*. Pájecí vodička, nanesená štětcem, musí vniknout do celé spáry, pod celý přeplátovaný okraj. Nestačí tedy štětečkem pouze přetřít hranu plechu. Nejprve zachytíme plechy ve správné poloze v několika bodech, pak přiložíme pájedlo na spáru a pájíme od bodu k bodu. Potřebnou pájku přidáváme tyčinkou. Plechy se musí přidržet u sebe (přitlačit), než pájka ztuhne, což se pozná podle toho, že barva pájky přejde z lesklé do matné šedi. Nesmíme plechy chladit vodou (mokrým hadrem), protože tím se kazí jakost spoje. Hotový spoj omyjeme vlažnou vodou nebo teplým roztokem sody, aby na něm nezůstaly zbytky pájecí vodičky.

Pájedlo se musí přiložit na spáru vždy celou plochou (*obr. 276, 277*), aby se plech ohřál a pájka byla do spáry vtažena. Přiložíme-li jen hranu pájedla (*obr. 278*), spára se nezaplní. Zejména při pájení uvnitř nádoby dělníci často chybují tím, že přiloží pájedlo jen hranou (*obr. 278*). Pájedlo je na špatné straně spáry a vytahuje pájku ze spáry, místo aby ji vtažovalo

dovnitř. Správně má ležet celou plochou na spáře, aby ji celou prohrálo a vtáhlo pájku dovnitř.

Pro *svislé spáry* (obr. 273), jež se pájejí obtížněji, vyhovuje nejlépe pájedlo vykované v plochý konec, asi 2 cm široký a 5 mm tlustý. Pocínuje se pouze jeho horní plocha (obr. 272), aby bylo dobře vidět, kolik pájky je na spáře. Kdybychom pocínovali hrot se všech stran, steče pájka na spodní plochu, vyteče i ze spáry a bude kapat dolů. Držadlo pájedla je trochu výš než hrot (obr. 273), aby pájka stékala pomalu do spáry. Pájedlem posouváme po spáře také na strany, aby se pájka dobře vtáhla dovnitř.

Malé správký pájením. Povrch musí být kovově čistý, jinak pájka nepřilne. Proto se oškrabává (škrabky na obr. 275) nebo opilovává. Při pájení čistého plechu na stole se na spodním povrchu tvoří černé opálené skvrny. Proto je lépe podkládat tlusté sklo nebo mramorovou desku asi 2 cm tlustou (asi 35 cm do čtverce), na niž teprve pracujeme. Sklo je výhodné tím, že se dobře čistí a je rovné. Abychom mohli pohodlně nabírat pájku na hrot pájedla, je tyčinka pájky opřena šikmo, aby jeden konec ležel nad stolem. Aby se mohlo pracovat rychleji, mají být pájedla nejméně dvě.

Tenké zinkové plechy, kterými jsou na příklad vyloženy ledničky, musíme pájet velmi rychle, aby se zinek neroztavil.

Pájení hliníku a lehkých slitin je obtížnější, protože se povrch pokrývá vrstvou kysličníku, který se taví velmi špatně. Musí se dbát předpisů dodavatele pájek. — Opravují se tak hlavně menší vady na odlitku.

2. Pájení tvrdými pájkami

Podobá se pájení na měkko, jenže se při něm používá vyšších teplot a tvrdších pájek (většinou mosazi, t. j. slitin mědi a zinku). Spoj je mnohem dokonalejší a pevností se někdy vyrovná svařenému. Pájejí se tak na příklad rámy jízdních kol a motocyklů.

Při dokonalém pájení vzniká mezi pájkou a spojovanými kovy nová slitina, a proto bývá složení pájky takové, aby se s pájenými kovy dobře slévala.

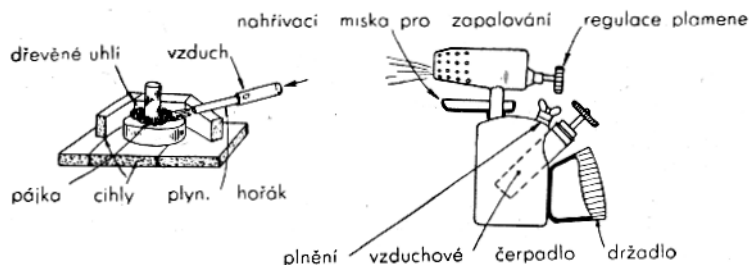
Tvrdé pájky se liší od měkkých na první pohled tím, že se dodávají zpravidla v zrnech (prášku). Značí se podle normy ČSN 1943 písmeny MsL a číslem udávajícím procenta obsahu mědi v pájce. Zbytek do 100% je zinek, někdy trochu stříbra.

MsL 42, bod tavení 820 °C, MsL 45, b. t. 835 °C, MsL 51, b. t. 850 °C a MsL 54, b. t. 875 °C (pro pájení železa). Zvláštním druhem jsou pájky stříbrné. Číslo ve značce udává obsah stříbra v procentech: AgL 4, AgL 9, AgL 12 v zrnech, dále AgL 8, AgL 25, AgL 45 v páscích. Použití: k jemnému pájení, aby se dosáhlo čistého spoje, k pájení mědi a bronzů a j. Důležité je, aby teplota tání pájky byla menší než teplota tání spojovaných kovů.

Zrnění se označuje čísly; pájka č. 00 má zrna 0,5 × 0,5 mm a nazývá se

práškovitá; číslo 0, jemně prosetá, zrno $0,8 \times 0,8$; číslo 1, prosetá, zrno $1,6 \times 1,6$; číslo 2 je hrubší, prosetá.

Postup při pájení na tvrdé. Tvrdé pájky se taví skoro při 900°C a musí se tedy mnohem víc ohřívat než měkké. Stačí sice i kovářská výheň, ale tento oheň není čistý. Velké součásti ohříváme čistým koksem nebo dřevěným uhlím ve výhni, menší plynovým hořákem (Bunsenův kahan, v němž se



Obr. 279—280. Pájení tvrdou pájkou a pájecí lampa.

mísí plyn se vzduchem) nebo nahřívací (pájecí) lampou (obr. 279, 280), v níž se spaluje benzín, líh nebo petrolej. Jehlovými regulačními ventily se nařídí její plamen.

Aby se odstranily kysličníky (opal), vznikající na povrchu při ohřevu, musíme povrch chránit *tavidlem*. Nejčastěji to bývá vyžíhaný borax v prášku, smíchaný s 15% salmiaku (borax ohřátý v nádobce, až je tekutý, aby vyprchala voda, nalitý na plech a po vychladnutí roztlučený). Litinu chráníme před okysličením kyselinou borovou nebo její směsí s chloridem draselným; před pájením s ocelí se povrch litiny pomědí nátěrem skalice modré, rozpuštěné ve vodě.

Pájené součásti sestavíme přesně k sobě a spojíme je dráty nebo šroubky; na obr. 281 je znázorněno spojení břitové destičky ze slinutých karbidů s tělesem soustružnického nože. Aby se drát nepřipájel k povrchu, bývá ovinut hedvábným papírem. Zejména plynový hořák značně „fouká“ a mohl by pájku nebo součást posunout. Svařeč přidržuje pájku na spáře drátěnou tyčinkou průměru asi 6 mm, jejíž konec je zploštěn.

Povrch musí být před přiložením břitové destičky dokonale očištěn (pilníkem); mastnotu odstraníme ponořením do vřelé vody se sodou. Při pájení zrnitou pájkou, hořákem, smícháme z tavidla (boraxu) a vody hustou kaši, do níž přidáme i zrnka pájky. Kaši rovnoměrně nanese na spáru před ohříváním. Často se používá už namíchané pasty kupované. Při pájení v dlouhé trubce narovnáme kaši se zrnky na tyčku, vsuneme ji do trubky a najednou překlopíme po celé délce spáry, takže se pájka rovnoměrně rozloží.

Hořákem nyní zahříváme *okolí spáry* tak, až pájka zateče do spáry (taví

se teplem pájeného materiálu, ne teplem přímého plamene!). Tavidlo se vaří a vyběhne stranou. Plamen má stále obklopovat spájené místo, aby bránil přístupu vzduchu. Zásadou je roztavit pájku co nejrychleji, aby spoj zůstal čistý. Choulostivá místa součásti chráníme před opálením obalem z hlíny. Při pájení bronzu a mědi nesmí šlehat plamen hořáku kolmo na kov, protože by se mohla propálit díra; plamen musí klouzat šikmo po povrchu. Při pájení dvou různých kovů ohříváme více kov s vyšší teplotou tavení, který předá teplo pájce a druhému kovu. Jakmile pájka zateče do spáry, přestaneme ohřívát. Dalším ohříváním se kov jen opaluje a ničí. Zde četní svařeči chybují; ohřívají ještě zateklou spáru, aby se prý pájka lépe spojila, a tím nevědomky jakost spoje zhoršují.

Bylo vyzkoušeno, že roztavená

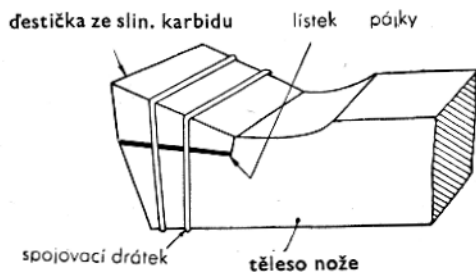
pájka je asi stejně tekutá jako voda. Zateče proto i do velmi jemné spáry. Součásti se musí už tak připravit, aby pájka zatekla vlastní vahou, kam je třeba; proto se nejlépe pájí spára šikmá a svislá. Zacloní se cihlami (obr. 279), aby se co nejméně ochlazovala. U větších součásti se musí použít několika hořáků a spára se musí obložit dřevěným uhlím, které se při práci zapalí.

U tenkého plechu je vždy nebezpečí, že se propálí (zejména u mosazi). Nezbyvá než obalit jej kamnářskou, ohnivzdornou hlínou nebo vlhkým asbestem, aby byl na zadní straně podepřen a přidržen, i kdyby velkým žářem změkkl. Musí se pracovat opatrně, volit pájku s nižší teplotou tavení a raději předem zkusit, jak se pájená mosaz při tavení pájky chová (zdali příliš neměkne).

Utvoří-li se z tekuté pájky malé kuličky, místo aby se rozplynula, přidáme tyčinkou trochu práškového tavidla a klepneme na plech. Nadbytek tavidla ke konci pájení škodí; působí tvrdnutí povrchu součástí a tím znesnadňuje jejich obrábění. Zabráníme tomu částečně tím, že hned po spájení (po vyjmutí z ohně) rychle otřeme spáru drátěným kartáčem, čímž zároveň odstraníme přebytek pájky lpící na povrchu; vzhled součástí je pak lepší.

Při pájení v ohni nanese se na spáru kaši z tavidla a zrnité pájky, spáru obložíme dřevěným uhlím tak, abychom na ni viděli, a ohříváme co nejrychleji. Choulostivá místa opět chráníme před opalem vrstvou hlíny. V seriové výrobě se někdy součásti (ohřáté) pájejí ponořením do roztavené pájky.

Pájka a některé plyny vnikají při pájení do povrchu pájených součástí,



Obr. 281. Připájení břitu soustružnického nože.

který tím někdy nebezpečně zkřehne. Proto se u důležitějších součástí musí předem vyzkoušet, jaký bude výsledek (na př. u pájeného trubkového rámu motocyklu, kde by zkřehnutí trubky mohlo být příčinou lomu).

Příklady pájení. 1. Přetržený list pásové pily na dřevo; v délce asi 15 mm se konce šikmo spilují, namáznou se kaší z boraxu a vloží se mezi ně lístek tvrdé pájky (nejlépe PT 56) nebo plíšek z vyklepaného stříbra. Pak se zahřejí a stlačí k sobě. List se stáhne mezi malé elektrické čelisti, proudem se ohřeje a po spojení se uvolní.

2. Drátěné kroužky (očka) jsou ohnuty konci k sobě tak, aby pružily. Mezi konce se vloží nastříhané kousky páskové pájky (mosazného plechu). Asi 50 kroužků se navlékne na drát vloženou mosazí dolů. Najednou se namočí v roztoku boraxu a pak se drát posouvá nad plamenem plynového hořáku, aby se konce postupně spojily. Pět dělnic kroužky rovnalo a připravovalo na dráty, jedna pájela. Za 8 hodin bylo vyrobeno 12 000 kroužků.

Při svařování se materiály spojí v tekutém stavu v jeden kus; dobře provedený svar je pak při nejmenším stejně pevný jako celistvý materiál.

V těstovitém stavu se svařuje *v ohni* (viz oddíl 23, Kování) *vodním plynem* (jen ve velkých továrnách, na př. při výrobě trub) a elektrickým proudem, t. zv. *svařování odporové* (jež bude probráno dále).

S tekutým přídavným kovem (svařování tavné) se svařuje *plamenem* (autogenní svařování), elektrickým *obloukem* (obloukové svařování) a *thermitem* (žár vzniká spálením práškového hliníku, viz dále).

Podle toho, jakého zdroje tepla je použito, rozeznáváme svařování *plamenem*, *elektrické* a *thermitem*. Svařování je z nejdůležitějších technických umění. Svařená ocelová konstrukce je lehčí a tužší než litá, proto se svařování stále více používá. Nejnovější t. zv. očkovaná litina však dobře soutěží s ocelí, takže i odlitky se vyrovnají svarkům (nebo je i předčí, protože na př. dobře tlumí chvění).

1. Svařování plamenem

Tento název je správnější než staré označení „autogenní svařování“. Autogenní značí česky samorodý, sám ze sebe pocházející. Spoj ocelových plechů je také z oceli.

Plyny používané ke svařování. Nejčastěji se svařuje kyslíkem a acetylenem. Vodíku a plynu z uhlí se používá jen výjimečně (láhev se stlačeným vodíkem se značí červeným nátěrem). *Kyslík* je stlačen v ocelových lahvích na 150 atmosfér (tlak 150 kg na každý čtvereční centimetr povrchu). V jedné láhvi je ho asi 6 m³, ačkoliv má láhev objem jen asi 40 litrů. Láhev s kyslíkem je značena modrým nátěrem. *Acetylen* se vyrábí buď na místě spotřeby, ve vyvíječi, z karbidu vápenatého a vody (z 1 kg karbidu asi 300 l plynu), nebo je dodáván také v lahvích; v těch je pórovitá hmota, nasycená acetonem, v níž je acetylen pohlcen pod tlakem jen asi 15 atmosfér. V jedné láhvi je tak natlačeno asi 8000 l acetyleny. Láhev s acetylenem je značena bílým proužkem (dříve se používalo žluté barvy). Nutno pamatovat:

Kyslík — značen modře, závit láhve pravý, ventil bronzový, tlak 150 atm.

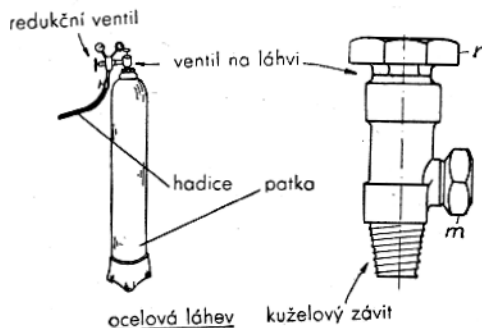
Vodík — značen červeně, závit láhve levý, ventil bronzový, tlak 150 atm.

Acetylen — značen bíle (dříve žlutě), ventil železný bez závitů (na třmen), tlak 15 atm.

Propan a butan, uhlovodíky vyráběné ve Stalinových závodech, velmi úspěšně vytlačují acetylen (práce je levnější).

Na hrdlo láhve je trvale zatažen ventil, na jehož závit se připevní redukční ventil, který snižuje tlak z láhve na potřebnou výši; závitů redukčních ventilů jsou různé, aby se nemohl omylem připevnit nesprávný ventil na láhev s jiným plynem.

Ocelová láhev je znázorněna na obr. 282. Ventil na hrdle je trvale zatažen kuželovým závitem a uzavřen hlavou *r* (zašroubováním). Teprve po připojení redukčního ventilu maticí *m* se smí ventil otvírat. Patka na dně láhve usnadní postavení. Ventily na láhvi s kyslíkem nebo vodíkem jsou upraveny podle obr. 283, na láhvi s acetylenem podle obr. 284 (zde jednodušeji, protože je menší tlak). Jeden tlakoměr na obr. 283 udává tlak, a tím i množství plynu v láhvi, druhý ukazuje tlak v hadici, na niž bude připojen hořák. Když plynu z láhve ubývá, klesá jeho tlak; ventil však udržuje stálý tlak v hadici samočinně. Aby láhev nevy-



Obr. 282. Ocelová láhev a její ventil.

buchla zpětným výlehem plamene, je v nátrubku v místě *A* pojistka z drátěné síťoviny, která nepropouští plamen.

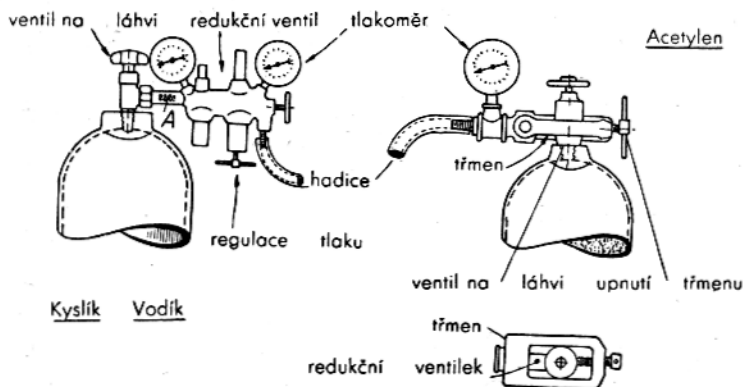
Z láhve se dá vypustit jen určité největší množství plynu za minutu (na př. kyslíku asi 200 l za minutu, takže láhev by vydržela při plném otevření asi půl hodiny; acetylen se z láhve dá vypustit jen asi 15 l/min). Je-li spotřeba větší, musí se spojit několik lahví na jeden hořák.

Vyvíječe acetylenu se vyplácejí jen tam, kde je velká spotřeba acetylenu. Vyžadují odborné obsluhy a bezpečnostních opatření, aby nedošlo k výbuchu (acetylen tvoří se vzduchem výbušnou směs). Acetylen z lahví je čistší, ale dražší, Konstrukce vyvíječe musí být úředně schválena.

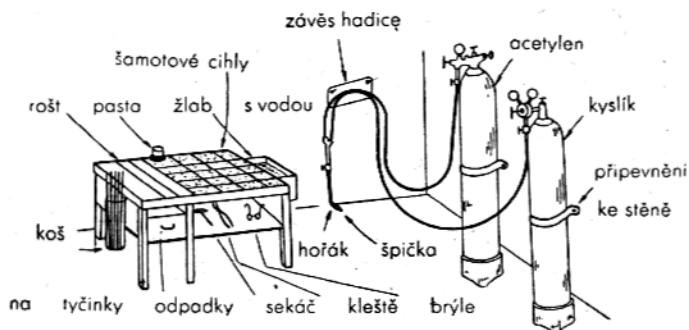
Obsluha lahví. Musí se opatrně překládat, zajistit proti převrácení a chránit před přímými slunečními paprsky nebo před zahřátím u kamen (nebezpečí výbuchu). Kyslík se musí uskladnit odděleně od jiných plynů. Netěsný ventil na láhvi nikdy sami neopravujeme a poškozenou láhev ihned odstraníme z dílny. Zamrzlý ventil otevřeme po zahřátí teplou vodou nebo ohřátým pískem. U lahví na kyslík nesmíme používat ucpávek z kůže nebo gumy ani mazání olejem (nebezpečí výbuchu). Nikdy nesmíme zavěsit hořící hořák v blízkosti láhve nebo dokonce na láhev.

Svařovací zařízení (obr. 285). Na obrázku je též znázorněna vzorná úprava pracovního stolu pro svařování menších součástí. Plyny z lahví jsou vedeny hadicemi do *hořáku*, v němž se mísí, a měděnou *špičkou* (hubicí) jsou vedeny ven. Množství acetylenu a kyslíku se řídí ventilkou na hořáku. S ho-

řákem se obvykle dodává souprava vyměnitelných špiček pro různé práce. Zpravidla značí číslo špičky tloušťku ocelového plechu v mm, který lze špičkou svařovat. Často se na svařované místo musí přidávat materiál tavením svařovací tyčinky (drátu). Tekutost se zvětšuje podle potřeby namočením



Obr. 283—284. Láhev na kyslík (vodík) a acetylen.



Obr. 285. Základní svařecí zařízení.

do svařovací pasty (zpravidla kaše z boraxu a vody jako při pájení). Na krátké tyčinky mívá svařeč zvláštní kleště; nečistoty odsekne sekáčem. Ve žlabu s vodou chladí špičku hořáku. Způsob, jakým se hořák a tyčinka drží, je znázorněn na obr. 286.

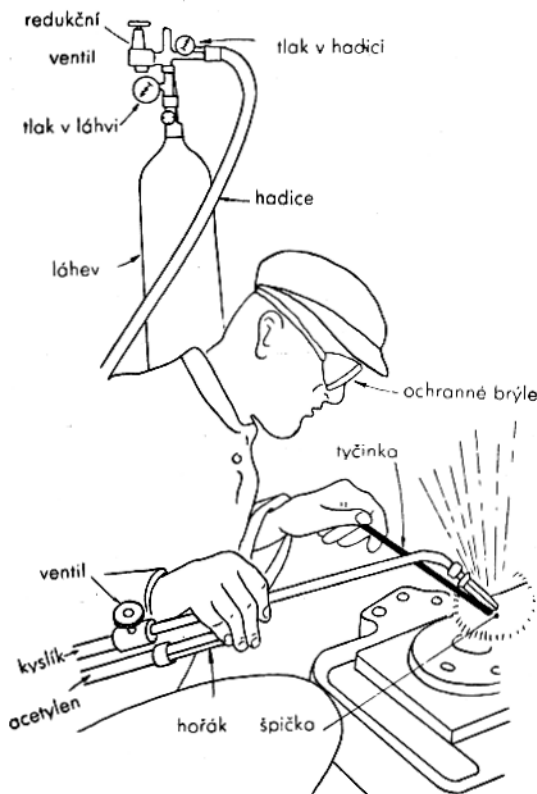
Hořáků je mnoho konstrukcí; běžná úprava je na obr. 287. Větší (strojové) hořáky mohou mít i několik plamenů a mívají vodní chlazení. Zpravidla dělíme hořáky na dvě skupiny:

1. Vysokotlaké, pro práci s acetylenem z láhve nebo z vysokotlakého vyvíječe. Podle druhu práce stačí vyměnit špičku.

2. Nízkotlaké s t. zv. injekčním zařízením, kde si kyslík sám nassává plyn acetylen z nízkotlakého vyvíječe. Obtížně se seřizuje pro různé práce, nestačí vyměnit špičku, nýbrž musí se měnit i injekční zařízení s nástavcem.

Svařovací tyčinky (dráty) mají mít takové složení, aby svar jimi zhotovený měl zhruba stejné vlastnosti jako svařovaný materiál a aby se příliš nelišil od okolí. Zároveň mají usnadňovat svařečí práci. Některé přísady v tyčince obsažené se při tavení spalují, proto jich má být trochu více. Velmi mnoho záleží na rychlosti práce a na svařecové zručnosti. Svařovací tyčinky se vždy musí ukládat na suchém místě, aby nerezavěly; když zrezavějí, musí se před použitím důkladně očistit. Svařovací tyčinka na ocel nemá být tlustší než 8 mm. U tenkých plechů nemá být tlustší než plech. Vždy se má použít jen svařovacích drátů, vyrobených výslovně pro svařování, nikoliv obyčejného drátu.

Tavidlo (svařovací pasta) zvýší tekutost kovu. Zároveň zabrání oxysličování (opalování) svařovaného místa. Používá se ho jen u některých kovů. Ocel se zpravidla svařuje bez použití tavidla, litina lépe s tavidlem; občas do něho namáčíme žhavou svařovací tyčinku. Má být uloženo ve vzduchotěsných krabičkách, protože se na vzduchu rozkládá a silně



Obr. 286. Svařování plamenem.

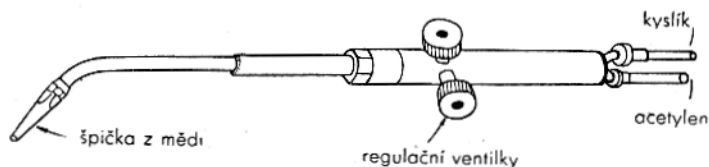
pohlcuje vlhkost. Nejlépe je kupovat tavidlo už připravené u dodavatele tyčinek.

Ochranné brýle s temně zbarvenými skly jsou nezbytnou součástí svařovacího zařízení; dělník nemá nikdy bez nich pracovat. Clona chrání před poraněním jiskrami a zachycuje také škodlivé záření, vysílané plamenem, které ničí (oslabuje) zrak. *Bez brýlí pracuje jen svařč, který chce brzy oslepnout!*

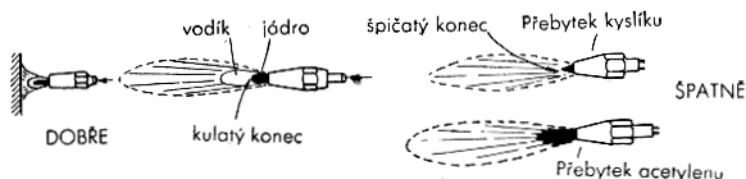
Plamen a zapalování hořáku. Ventily hořáku pootevřeme a pustíme plyn

a málo kyslíku. Pak hořák zapálíme a přesně seřídíme plamen, při čemž se řídíme jeho vzhledem. Při zhasínání zavřeme nejprve kyslík, potom plyn.

Při spalování acetyleny se tvoří vodní pára, která se však vysokým žářem plamene rozloží na kyslík a vodík. Vodík se spaluje na vnější, modravé straně plamene (obr. 288); vnitřní jádro je obaleno vrstvou vodíku, který



Obr. 287. Hořák na kyslík a acetylen.



Obr. 288. Plynový plamen.

zabraňuje unikání tepla a nepustí ke svaru kyslík, čímž se zabrání vzniku okují (opalu). Nejteplejší je plamen ve špičce bílého kuželíku (asi 3200°). Tímto hrotem se tedy kov nejlépe taví; špička kuželíku má být vzdálena asi 2 až 5 mm od svaru (obr. 288). Záleží na zručnosti svařeče. Hoří-li plamen šikmo, roztřepané a nepravidelně, je špička ucpána a nutno ji opatrně vyčistit špičatým dřívkem.

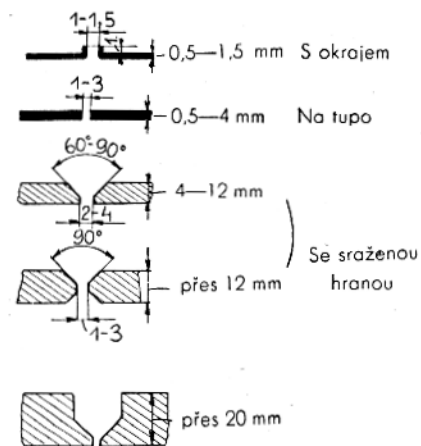
Na obr. 288 jsou ukázky špatně seřízeného plamene. Plamen hořáku je nejčastěji neutrální, t. j. není v něm přebytek kyslíku ani acetyleny. U správného plamene je vnitřní kužel jasný, ostře ohraničený. Plamen s přebytkem kyslíku má vnitřní kužel kratičký, bledě fialový (na př. pro svařování mosazi). Při přebytku acetyleny je vnitřní kužel roztřepený.

Hořák se naposled řídí při zapáleném plameni. Reguluje se vlastně už jen jádro plamene, které má být co nejdelší, ale ostře ohraničené. Právě zapálený hořák je zprvu chladný; zahřátím hořáku se plamen trochu změní. Upravuje se ventilký na hořáku.

Ocel i litina obsahují uhlík; je-li v plameni přebytek kyslíku, spaluje se i uhlík ze svařovaných kovů. Roztavená ocel naopak pohlcuje uhlík, který je v plameni při přebytku acetyleny. Tomu nutno také zabránit.

Příprava součástí ke svařování. Plechy mají hrany upraveny podle obr. 289. Nejčastěji svařujeme na tupo (plechy do tloušťky 4 mm), nebo musíme

sražet hranu (ohoblováním, odříznutím hořákem). Není-li možný přístup s obou stran, ušetří se mnoho práce i materiálu úpravou hran podle *obr. 290*. Tak tlusté plechy se svařují plamenem jen výjimečně.



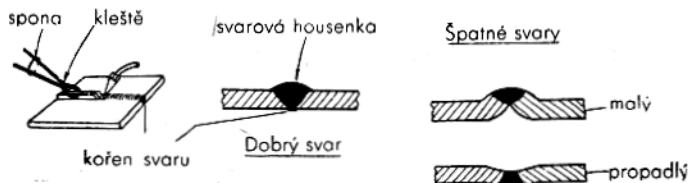
Obr. 289—290. Příprava plechu pro svar.

Svar nestejně tlustých plechů se musí upravit podle *obr. 291*. Při ohnutém kraji (*obr. 292*) není nutná svařovací tyčinka; okraj se taví, a to stačí na zaplnění spáry. Okraj je dobře sevřít kleštěmi; buď je přidržuje pomocník (podle pokračujícího svaru), nebo se použije řady kleští se svěracími sponami. U delších svarů se doporučuje nejprve plechy předběžně spojit na několika bodech, aby se nekrivily. Kdybychom začali svařovat od jednoho konce, druhý volný konec by se rozvířil a ke konci svaru by se plech opět snažil sevřít se přes sebe. Někdy stačí vložit do spáry klínky (*obr. 293*) a přesouvat je s postupujícím svarem.

Na *obr. 294* je několik příkladů úprav pro svar. Příruba na trubce je zpravidla tlustší než stěna trubky a musí se víc ohřívát. Při opravách trhlin je nutno dobře srazit hranu, aby se trhlina nerozšířila. Není-li svařovaná deska,

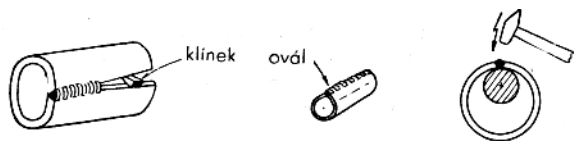


Obr. 291. Špatně a dobře připravené plechy.



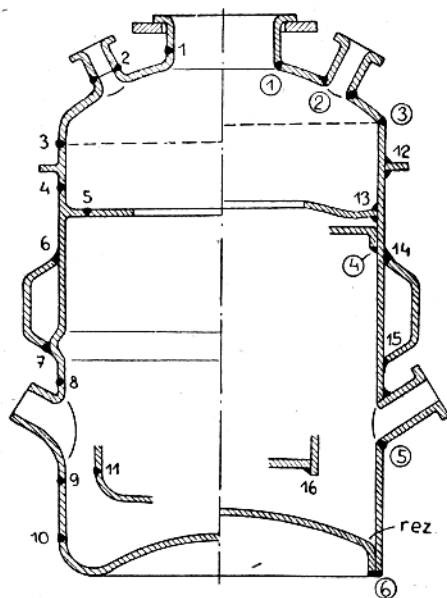
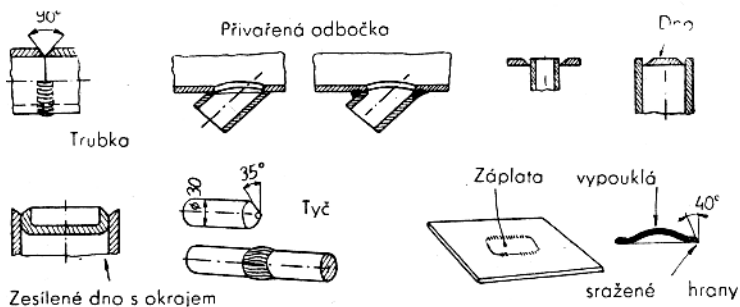
Obr. 292. Provedení svaru.

s trhlinou na okraji volná, je lépe trhlinu vyříznout a přivařit záplatu; záplata je mírně vypouklá a má sražené hrany; svou vypouklostí zneškodňuje pnutí vznikající svarem.



Vyrovná se vyklepáním za tepla

Obr. 293. Svařování trubky.



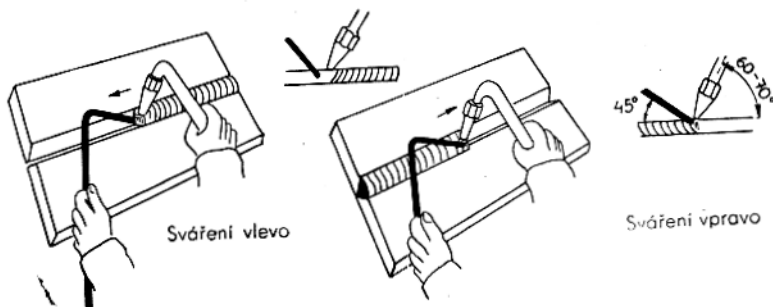
1-16 = DOBRĚ ①-⑥ = ŠPATNĚ

Obr. 294. Příklad přípravy součástí pro svařování.

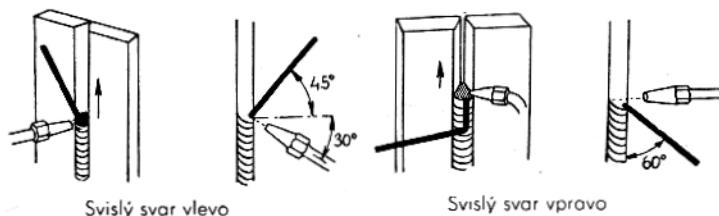
Svařování. U vodorovných svarů (obr. 295) i u svarů svislých (obr. 296) rozlišujeme zpravidla svařování doprava a doleva.

Svařování *doprava* je hospodárnější, svary jsou pevnější, ale postup je obtížnější.

Svařování *doleva* (napřed postupuje svařovací tyčinka, pak hořák) je snadnější a svar má lepší vzhled.



Obr. 295. Svařování doleva a doprava.

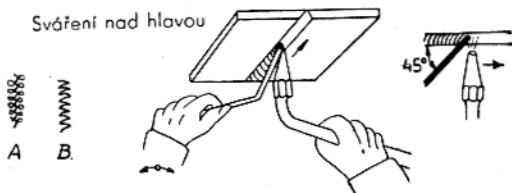


Obr. 296. Svislé svařování.

Velikost hořáku nutno vždy volit podle tabulky. Při tupém svaru plechu do tloušťky 4 mm, když není sražena hrana, zahřejí se obě hrany najednou a taví se společně. Současně s nimi se má tavit svařovací tyčinka. Spáry se dotkneme roztaveným koncem tyčinky a nejteplejší místo plamene zamíříme na tyčinku, aby kov stékal do spáry. Odtáhneme tyčinku a pohybujeme hořákem podle obr. 297 po spáře a přidáním materiálu, až se slíjí dohromady. Plech se musí protavit v celé tloušťce, nesmíme však vedle svaru vypálit žlábký. Všude, kde to je možné, řídíme plamen na materiál odtavený z tyčinky. Při všech postupech svařování udržujeme tavnou lázeň (t. j. roztavený kov) tak velkou, abychom dosáhli dobrého spojení obou dílů, ale zároveň aby roztaveného kovu bylo jen tolik, abychom jej správně ovládali.

Materiál vyplňující svarovou spáru se nepřidává tím, že se konec tyčinky plamenem taví a kape do svaru, nýbrž tím, že se plamenem ohřívá přede-

vším tavná lázeň, do níž ponoříme konec tyčinky, která se tam pak sama utavuje. Tyčinkou i plamenem (hořákem) pohybujeme tak, aby vznikl zdravý a úhledný svar. V chladnoucím svaru vznikají vždy pnutí, která mohou být nebezpečná a mohou způsobit i roztržení svaru, není-li dost houževnatý (některé oceli, litina). Proti tomu pomáhají různá opatření, na př. velmi pozvolné ochlazování (u litiny), opatrné kování svaru, dokud je žhavý a j.



Obr. 297—298. Svařování nad hlavou.

Svařování *nad hlavou* (obr. 298) je velmi obtížné a musí se při něm postupovat opatrně. Při použití vhodného zařízení se může svařovat a řezat plamenem i pod vodou, při opravách lodí, mostů a pod.

Svařování hliníku. Hořák má být co nejlehčí, abychom jej mohli jemně ovládat. Tyčinky jsou z čistého taženého hliníku. Tavidlo kupujeme hotové; nanese se hadříkem na spáru (v kaši). Plamen může mít malý přebytek acetyleny. Jádru se nesmí dotýkat kovu. Ohřev trvá déle, ale pak postupuje tavení a svařování velmi rychle, protože hliník dobře vede teplo. Svar musíme nechat opatrně chladnout; žhavý je křehký. Tavidlo pak opatrně, ale dokonale smyjeme.

Svařování mědi. Měď příliš rychle vede teplo, takže hořák nestačí k tavení; spára se musí vydatně přehřívat. Povrch přikryjeme asbestem, abychom zmenšili vyzařování tepla. Dráty jsou zpravidla z fosforové mědi. Fosfor výtečně chrání měď před oksyložením a zabrání vzniku bublinek v tekuté mědi. Musí se pracovat s tavidlem.

Svařování mosazi je velmi snadné. Ohrátím součásti se šetří plyn. Tavidlo kupujeme hotové, místo tyčinek stačí tvrdé pájky.

Svařování olova je rovněž snadné a rychlé. Svislé svary jsou obtížnější a vyžadují zručnosti (nutno používat malého, lehkého hořáku, hlavně při svařování trubek). Tyčinky jsou opět z olova. Konce trubek před svařením mají sražené hrany a jsou oškrábány na lesklý kov. Není třeba žádného tavidla.

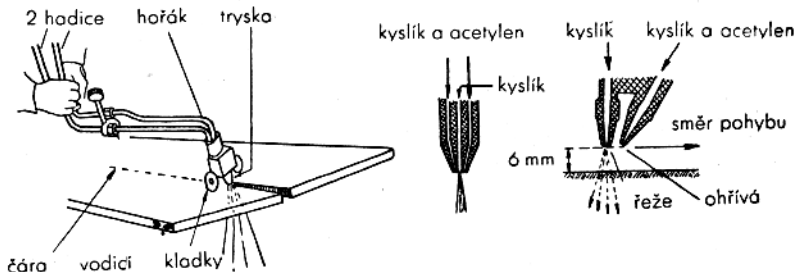
Zručnost svařeče. Několik týdnů praxe stačí k provádění jednoduchých prací.¹⁾ Svařování tenkých plechů vyžaduje větších zkušeností. Nutno cvi-

¹⁾ Svařeč se však musí snažit, aby absolvoval odborné svařečské zkoušky, které ho opravňují k odpovědným a lépe placeným pracím.

čít pevnou ruku, abychom udrželi hořák stále ve stejné výši. Svařeč musí být svědomitý, neboť jakost hotového svaru nelze posoudit podle vnějšího vzhledu. Svary se kontrolují prosvícením roentgenovými paprsky (fotografáním vnitřku svaru). Svařování je umění; dobrý svařeč je stejným odborníkem jako nástrojař.

2. Řezání plamenem

Plamenem můžeme snadno řezat i velmi tlusté desky z normální oceli (tlusté na př. i 400 mm). Šířka dělicí spáry je 2—7 mm podle tloušťky. Povrch řezu může být velmi přesný a hladký, zejména při strojní práci.



Obr. 299—300. Řezání plamenem, úprava řezacích hořáků.

Podstata řezání. Ostrý proud kyslíku, namířený na předem rozžhavené místo, ocel ve svaru zapálí. Ocel shoří na kysličníky železa (které odletují v podobě jisker); litina by se jen protavovala, řez není dobrý, protože bod tání litiny je nižší než teplota hoření.

Řezací hořák musí být speciální, buď se dvěma tryskami za sebou, nebo má střední trysku, kolem níž je soustředný kyslíko-acetylenový ohřívací plamen, zatím co tryskou prochází silný proud samotného kyslíku (takovým hořákem lze řezat libovolným směrem, obr. 299); vpředu je obyčejný ohřívací plamen kyslíko-acetylenový, za ním tryska na čistý kyslík. Obě trysky jsou vrtány buď v téže špičce, nebo ve dvou špičkách za sebou (obr. 300). Hadice bývají dvě, jedna na kyslík a druhá na plyn; kyslík má v hořáku dva kanály; jeden k ohřívacímu plameni, druhý k řezací trysce. Někdy bývají 3 hadice (2 na kyslík, 1 na acetylen).

Ohřívací plamen se nařídí podle druhu práce — vyžaduje to určité zkušenosti: otevřeme ventily na kyslík a acetylen tolik, až řezání postupuje rychlostí předepsanou dodavatelem hořáku. Příliš pomalé vedení hořáku způsobí, že řez je nečistý, hrbolatý a široký. Vedeme-li naopak zase hořák příliš rychle, přestává řezat a musíme začít znovu.

Při řezání postupuje už ohřívání samo. Proto je řezání plamenem *velmi snadné*, dá se nacvičit za několik hodin. Kyslíková tryska vyhoví pro různé

tlustý materiál, nutno však měnit tlak kyslíku, podle návodu, dodaného s hořákem. Tlak kyslíku musí být dostatečný, aby vyfoukl spálené železo.

Aby chvěním ruky nevznikal nepravidelný řez, bývá řezací hořák veden zpravidla kladičkami a ještě podle pravítka (šablony). Vrchol špičky je asi 6 mm nad povrchem řezaného kovu (seřídí se poloha kladiček). Pokud je to možné, začínáme řezat od kraje kovu. Při načinání uprostřed desky se obvykle vyvrtá díra, v níž se začne řezat (propalování déle trvá). Dělník má při ruce nádobu s vodou, v níž podle potřeby špičku hořáku chladí. To se musí stát ihned, jakmile pozorujeme, že ohřívací plamen šlehl do hořáku. Nejprve ovšem uzavřeme přívod acetyleny a kyslíku.

Dělník musí vždy nosit ochranné brýle (proti jiskrám) a má mít vhodný pracovní oblek (silné rukavice, zástěru, chráněné boty), nejlépe z asbestu.

Spotřeba kyslíku při svařování a řezání se přibližně určí podle tlaku v láhvi, závisí však i na čistotě kyslíku. Objem láhve známe (zpravidla 40 litrů). Počáteční tlak (při zahájení práce) v láhvi byl na př. 120 atmosfér (přečte se na manometru); je tedy v láhvi $120 \times 40 = 4800$ litrů plynu. Po skončení větší práce je tlak v láhvi na př. jen 20 atm., tedy obsah $20 \times 40 = 800$ litrů. Spotřebovalo se $4800 - 800 = 4000$ litrů.

3. Elektrické svařování

Používá se dvou způsobů: svařování *odporového* (teplo vzniká průchodem proudu svařovanými kovy; zařízení se hodí jen na určité práce při hromadné výrobě) a svařování *obloukového* (teplo dodává elektrický oblouk), vhodného téměř pro všechny práce i pro opravy.

Několik elektrotechnických pojmů

Elektrický proud přirovnáváme k proudu vody protékající potrubím. Vodičem protékají nepatrné elektricky nabitě hmotné částice, zvané elektrony, jichž je obrovské množství. Tím se vodič na př. zahřívá. Tlak elektronů se jmenuje napětí. Působením napětí (rozdílu potenciálů) nastane proudění elektronů, elektrický proud. Teče-li voda s velké výšky, má velký spád a působí velkým tlakem. Také napětí může být vysoké (nebo nízké).

Napětí, značené ve vzorcích písmenem E , měříme ve voltech (V) přístrojem nazvaným voltmetr. V rozvódné síti je na př. napětí 220 V, v kapesní baterii 4,5 V.

Proud, značený ve vzorcích písmenem I , můžeme přirovnat k množství vody, která vyteče za časovou jednotku z potrubí. Je to množství elektřiny, které proteče vodičem za vteřinu. Měří se v ampérech (A) ampérmetrem.

Odpor, značený ve vzorcích písmenem R , kladou vodiče průchodu elektrického proudu podobně jako drsná stěna potrubí klade odpor průtoku vody. Odporem se spotřebojuje (ztrácí) část napětí. Elektrický odpor vedení se měří v ohmech (Ω).

Stejnoseměrný proud protéká vedením stále stejným směrem. Přístroje na stejnoseměrný proud mají dva póly, záporný (–, minus, negativní) a kladný (+, plus, pozitivní). Při svařování stejnoseměrným proudem záleží na tom, na který pól připojíme elektrodu.

Střídavý proud mění svůj směr (i napětí) 50krát za vteřinu. Každá svorka stroje je 50krát za vteřinu střídavě kladná a hned zas záporná, proto nemůžeme mluvit o pólech. Střídavý proud je téměř ve všech sítích, protože se snadněji mění (transformuje se) jeho napětí a rozvádí než proud stejnoseměrný.

Ohmův zákon je základním pravidlem elektrotechniky. Podle tohoto zákona se napětí rovná proudu násobenému odporem, $E = I \cdot R$. Z toho plyne, že proud $I = E : R$ a odpor $R = E : I$. Proud ve vedení je tím větší, čím větší je napětí a čím menší je odpor. Žehlička má na př. odpor $R = 120 \Omega$. Připojí se na síť s napětím $E = 220 \text{ V}$. Protéká jí proud $I = E : R = 220 \text{ V} : 120 \Omega = 1,8 \text{ A}$. Tento výpočet z Ohmova zákona platí jen pro stejnoseměrný proud. U střídavého proudu jsou poměry složitější.

Výkon elektrického proudu, značený písmenem N , je práce proudu za vteřinu. Měří se ve wattech (W) nebo v tisícinásobku wattů, v t. zv. kilowattech (kW). Kilo česky značí tisíc, kilowatt = 1000 wattů. U stejnoseměrného proudu je výkon součinem napětí a proudu, $N = E \cdot I$. Je-li na př. napětí obloku mezi koncem elektrody a svařovanou částí 24 V a svařovací proud 180 A, je výkon obloku čili elektrická práce, proměněná za vteřinu v teplo a světlo, $24 \text{ V} \cdot 180 \text{ A} = 4320 \text{ W} = 4,32 \text{ kW}$. U střídavého proudu výkon $N = E \cdot I \cdot \cos \varphi$, kde činitel $\cos \varphi$ (čti kosinus φ) je účinník ležící mezi 0 až 1. Proud může být proti napětí posunut, takže účinník je menší než 1. Tento fázový posuv znamená, že proud I předbíhá napětí E nebo se za ním opožďuje čili že není největší tehdy, kdy napětí je největší (víme, že E i I u střídavého proudu stále kmitá 50krát za vteřinu od nuly k největší hodnotě, na nulu, k nejmenší hodnotě atd.).

Trojfázový proud jsou vlastně tři střídavé proudy v jednom vedení, vzájemně proti sobě zpožděné o třetinu kmitu. Jeho výkon $N = 1,73 \cdot E \cdot I \cdot \cos \varphi$.

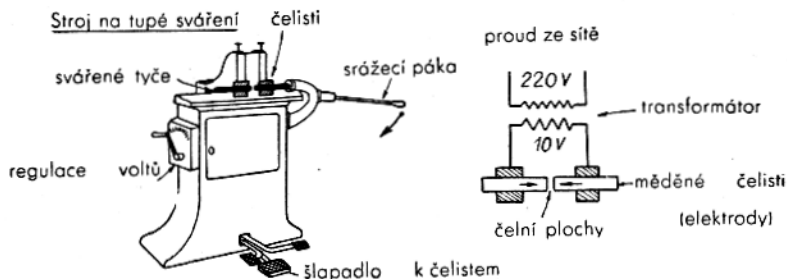
Elektrická práce se měří na kilowatthodiny (kWh) elektroměrem. Vypočítáme ji, když výkon násobíme časem. Trvá-li výkon 4 kW po 2 hodiny, vykoná elektrickou práci 4 kW · 2 h = 8 kWh. Stojí-li 1 kWh na př. 0,4 Kčs, zaplatíme za tuto práci elektrárně 8 · 0,4 = 3,20 Kčs.

Poznámka. Podrobněji můžete studovat elektrotechniku v knize B. Dobrovolného „Elektrotechnika v theorii a praxi“, Práce, 8. vyd. 1953, Kuzněcov M. J., Elektrotechnika, vyd. SNTL, Praha 1953).

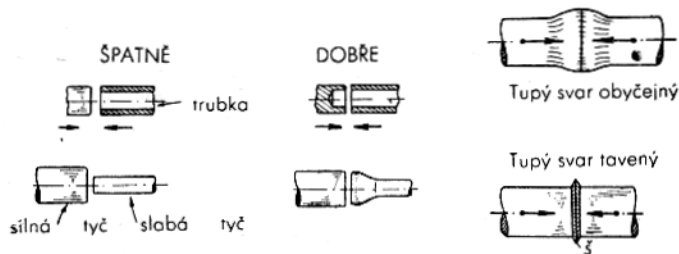
4. Odporové svařování

Horší vodič klade průchodu proudu větší odpor a zahřívá se (zevnitř, ne od povrchu). Měď je dobrým vodičem, ocel horším. Je-li ocel vložena mezi dva měděné dotyky, jimiž prochází vhodný proud, zahřeje se až na svařovací teplotu. Toho se využívá u *svářecích strojů* na odporové svařování.

Stroj sevré svařované součásti mezi měděnými elektrodami, jimiž projde velký proud (tisíce ampérů) malého napětí (několik voltů). Ve světelné síti je napětí 220 voltů; ke svařování se úmyslně volí nízké napětí, aby neohřovalo dělníka. Napětí proudu ze sítě se musí snížit *svařovacím transformátorem*. Dělník zapíná proud nožním spínačem, aby měl obě ruce volné.



Obr. 301. Stroj na svařování na tupo.



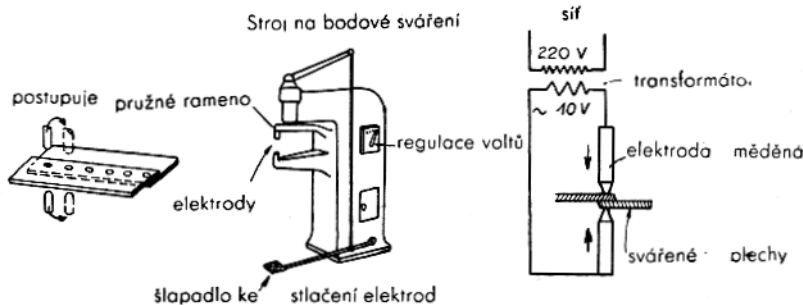
Obr. 302—303—304. Příprava součástí ke svařování na tupo.

Nejlépe se ke svařování hodí střídavý, jednofázový proud, který kmitá od záporné ke kladné hodnotě asi 50krát za vteřinu. Měněním počtu závitů transformátoru se pohodlně řídí jeho napětí (volty) pro různé tlusté materiály (na př. od 0,5 do 10 V). Jiných druhů proudu se používá řídkěji, protože vyžadují pomocných elektrických zařízení, která svařecí stroj zdražují.

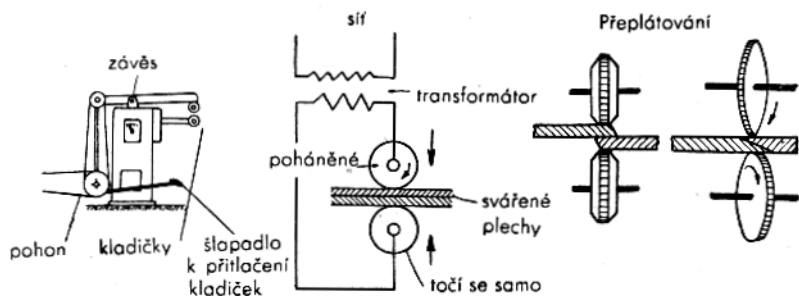
Rozeznáváme odporové svařování na tupo, bodové a švové.

Svařování na tupo. Konce součástí se zahřejí a srazí k sobě, čímž se spojí (obr. 301). Pohyb elektrod (čelistí) je ovládán šlapadly, někdy strojně. Svařované součásti musí mít přibližně stejnou dosedací plochu (stejný průřez, obr. 302). Dělník pozoruje ohřívání, a jakmile vidí, že konce měknou, srazí je pákou k sobě. Čelní plochy musí být zarovnané, protože při upnutí jsou na sobě a vyčnívají jen málo z čelistí. Tyčka 6×6 mm se zahřeje na svařovací žár asi za 3 vteřiny, tyč 40×40 mm za půl minuty. Po sražení k sobě se trochu kovu vytlačí, vznikne mírné napěchování ve spáře (obr. 303).

Některé stroje svařují na tupo odtavením. Konce se rozžhíví, oddálí a opět přiblíží, což se několikrát opakuje. Ocel při tom značně jiskří. Nakonec se konce srazí na sebe. Vznikne jen úzký svar podle *obr. 304* (tím poznáme odtavený svar na první pohled), který se snadno zarovná sekáčem nebo



Obr. 305—306. Stroj na bodové svařování.



Obr. 307—308. Švové svařování.

obrousí. Odtavený svar je lepší, čelné plochy nemusí být obrobeny, protože se nerovnosti při jejich přiblížování a vzdalování roztaví. Samočinné svářecí stroje pracují skoro vesměs odtavováním.

Bodové svařování. Používáme ho u plechů místo nýtování (*obr. 305*). Elektrody svářecího stroje (*obr. 306*) kov stisknou a proudem se materiál mezi nimi silně zahřeje a svaří. Jedna elektroda bývá špičatější (zanechá malý důlek), druhá je plochá (povrch hladký). Umístí se tak, aby vnější strana součástí zůstala hladká. Mohou se svařovat jen tenčí plechy; u tlustších by elektrody nevydržely žár ani tlak. Při nestejně tloušťce plechu a dvou elektrodách proti sobě je na tenčím plechu dosedací ploška elektrody větší, na tlustším menší. Aby se práce urychlila, svařují větší stroje vždy dva body najednou a mají duté, vodou chlazené elektrody.

Svařovat lze nejen lesklé, nýbrž i normálně zokuzené ocelové plechy. Lesklé dávají lepší dotyk a vyžadují proto větší proud a menší stlačení. Ocel se svařuje snadno, protože se stane těstovitou, než se začne tavit.

Litina se nemůže bodově svařovat (taví se při ohřevu, neprochází těstovitým stavem, spíš by se vypálila díra, než by vznikl svar).

Snadno lze bodově svařovat pozinkované ocelové plechy a plechy mosazné, mosaz s ocelí však jen nesehadno. Měď na měď a hliník na hliník (též slitiny hliníku) se úspěšně svařují jen složitým a drahým mžikovým ovládním svařovacího proudu přesně na setiny vteřiny. Svařovací proud však bývá až několik desítek tisíc ampérů.

Švové svařování. Šev je řada bodů hustě vedle sebe. Elektrody jsou kladičkové (obr. 307). Plechy se přeplátují přes sebe a svaří hustou řadou bodů (jako by byly sešity šicím strojem). Horní kladička je mechanicky poháněna a tlačena ke spodní. Do kladiček je veden proud z jednofázového transformátoru, který se střídavě snižuje a zvyšuje; při vyšším proudu vznikne vždy svar. Tak se udělá pro dva plechy v celkové tloušťce 1 mm na př. 100 svarů za vteřinu vedle sebe. Tlustší plechy se svařují řidšími řadami bodů. Plech musí mít čistý povrch; stačí přeplátování o tloušťku plechu nebo jen sražení hran pod úhlem 30° (obr. 308). Kladičky jsou z mědi nebo ze slitiny mědi, zachovávající svou tvrdost i za ohřátí. Chlazení musí být co nejlepší.

Odporové elektrické svařování je snadné; když se svářeč stroj jednou nařídí, může s ním pracovat i zaučený dělník, který se za chvíli seznámí s jednoduchým ovládním stroje (stroj máva omezovač proudu a j.).

5. Obloukové svařování

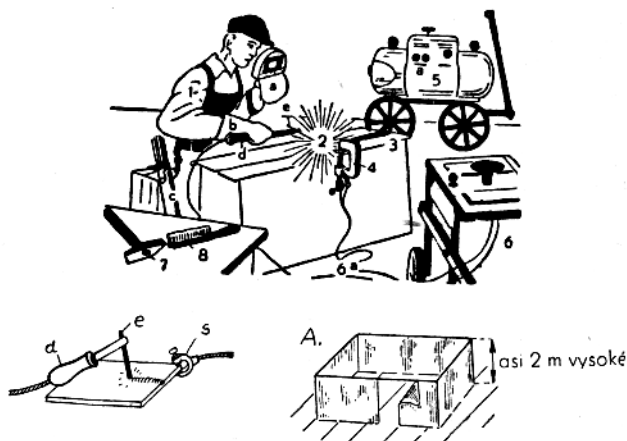
Způsobem práce se podobá svařování plamenem, jenže místo plamenem se pracuje elektrickým obloukem. Oblouk hoří buď mezi dvěma uhlíky (jako v obloukové lampě), nebo mezi uhlíkem a materiálem, anebo mezi kovovou elektrodou (tyčinkou) a materiálem. Jeden pól proudu je připojen na součást, proto musí být vše dobře izolováno, aby dělník nebyl proudem ohrožen. Zpravidla stačí kožené (isolující) rukavice.

Před obličejem musí mít svářeč kuklu (náhlavní masku) nebo štít, který jej chrání před paprsky z oblouku. Máva dvojité sklo, jedno temně zbarvené, zachycující škodlivé paprsky, druhé z čirého skla, jež chrání barevné sklo před kapkami žhavého kovu. U nás vyhoví nejlépe skla SKARI se zeleným odstínem. Jiné starší značky nechrání oči dostatečně.

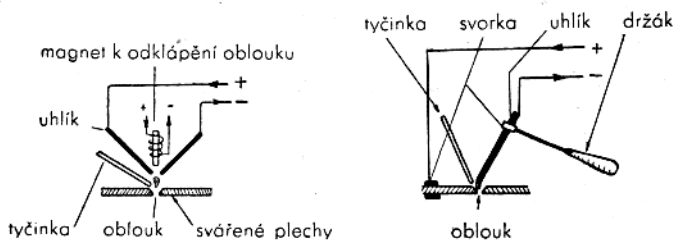
Velikou výhodou obloukového svařování proti svařování plamenem je, že se ohřívá jen malá část svařované součásti. Zručných svářečů pro obloukové svařování je v praxi stále nedostatek; dělník má hledět doplnit své vzdělání návštěvou odborného kursu.

Přehled svářečského zařízení je na obr. 309. Svářeč má mít přiměřený oblek, hlavně ochrannou zástěru 1. Levou rukou drží ochranný štít *a*, v pravé

koženou rukavicí *b* drží držák *d* s elektrodou (tyčinkou) *e*. Zásobu elektrod má v pouzdře *c*. Mezi elektrodou a svařovaným plechem *3* vzniká oblouk *2*. Ohebný vodič proudu je připevněn ke stolu svorkou *4*; *5* = pojízdný motor-generátor na výrobu elektrického stejnosměrného proudu. *a* = jeho svorky.



Obr. 309. Zařízení pro obloukové svařování.



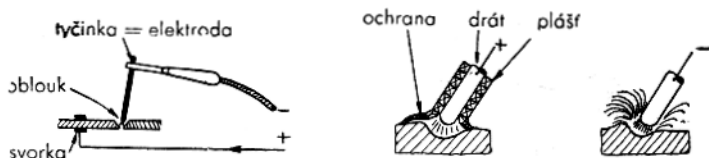
Obr. 310—311. Různé druhy obloukového svařování.

6 = pojízdný svářecí transformátor. *6a* = přívodní kabel, spojený se svařovaným plechem svorkou *s*. *7* = sekáč (kladivo) na strusku. *8* = drátěný čistící kartáč. *A* = přenosná zástěna z plátna kolem pracoviště, aby oblouk neohrožoval zrak ostatních dělníků (nezbytně nutná).

Rozdělení obloukového svařování. 1. Oblouk se tvoří mezi dvěma uhlíky [elektrodami (obr. 310), jejichž konce se dotýkají; zvolna je oddálíme, v parách uhlíku se utvoří oblouk]. Uhlíků (elektrod) tedy ubývá, spalují se a vypařují. Kladná elektroda je teplejší. Do spáry se někdy přidává materiál tyčinkou. Magnet sklání oblouk na spáru, aby teplo neunikalo stranou. Tento způsob je málo rozšířen (na př. při spájení na tvrdo).

2. Oblouk se tvoří mezi *uhlíkovou elektrodou a materiálem* (obr. 311). Uhlík tvoří vždy záporný pól. Kovu se dotkneme uhlíkem a konec nepatrně oddálíme. Oblouk vychází od kovu k uhlíku (do kovu vniká uhlík jen málo). Uhlíková elektroda má průměr 6 až 30 mm, délku až 30 cm. Oblouk je dlouhý 3 až 60 mm. Rozšířeno při svařování tenkých plechů a sudů.

3. Oblouk se tvoří mezi *kovovou elektrodou a materiálem*, (obr. 312). Elektroda v držáku podle obr. 309 je zároveň svářecí tyčinkou, taví se od konce. Elektroda je zpravidla záporná, ale u tlustě obalených elektrod a tenkých



Obr. 312—313—314. Obloukové svařování elektrodou.

plechů bývá někdy kladná. Je třeba řídit se údajem dodavatele elektrod. Tento způsob je nejrozšířenější, mohou se tak svařovat skoro všechny strojní součásti, ocelové konstrukce (mosty) a pod. Délka oblouku se přibližně rovná průměru elektrody.

Správná volba elektrod (svářecích tyčinek) je stejně důležitá jako volba správné oceli na nástroje. Zpravidla hledíme, aby svar byl aspoň stejně pevný a houževnatý jako okolní materiál.

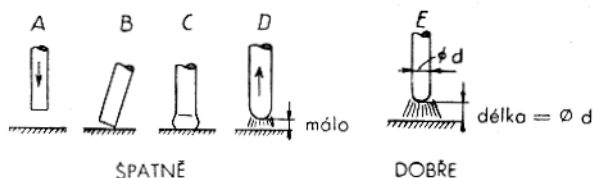
Dnes jsou nejrozšířenější t. zv. obalené elektrody (s obalem na povrchu), dříve se používalo elektrod s *duší* (výplní uvnitř) podle obr. 313. Obal se mění při práci ve struku a v plyny, chránící tekutý kov před vzduchem (zabrání se tím oxidaci). Obal je na elektrodu nalisován nebo nanesen máčením. Elektrody se musí chránit před poškozením a vlhkostí. Svar obalenou elektrodou je mnohem lepší než svar holým drátem. Na svary namáhané málo a klidnými silami lze vzít elektrody s tenkým obalem (upravené, preparované). Pro velká namáhání (i chvěním a rázy) lze volit jen jakostní, tlustě obalené elektrody. Zvláště účinný, tlustý obal tvoří elektrodu *basickou*, kvalitní, pro nejlepší svary, při opravách, v údržbě (na př. BH55, BH48, V 52, Poldi 418).

Holé elektrody (obr. 314) jsou vlastně drátěné tyčky, hladce tažené, ve svitcích či kusech, pro málo namáhané svary. Jsou levnější než obalené; svary jsou však dražší (pomalá práce) a chabé.

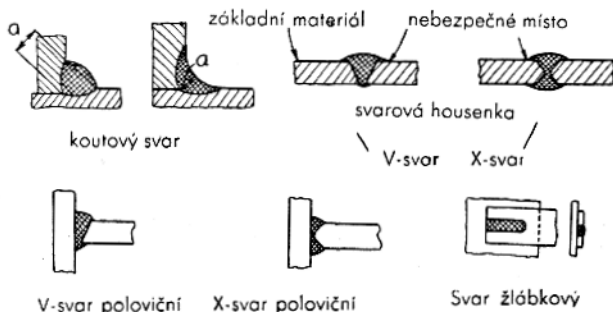
Při svařování je hlavně třeba dbát, aby byl dobře provařen kořen svaru (spodní část). Struskovou vrstvu na svaru musíme vždy dobře odstranit, než nanese další vrstvu svaru. Svářeč má být o každé elektrodě dokonale poučen, aby si uměl vybrat vhodný druh. Je-li svar pórovitý nebo prasklý (vlasová trhлина), může být chyba v nesprávném svařování (příliš velký

proud), avšak též v jakosti oceli (plechu). Vybereme si pak elektrody zvláště necitlivé na jakost plechu.

Proud pro obloukové svařování. Výhodnější je zpravidla stejnosměrný proud; teplo je v oblouku soustředěno v kladné elektrodě. Oblouk střídavého elektrického proudu se obtížněji řídí, je-li elektroda nevhodná.



Obr. 315. Zapálení oblouku elektrody.



Obr. 316. Příkladů svařů.

Zdrojem svařovacího proudu jsou *motorgenerátory* na stejnosměrný proud (mají svorku $+a -$). Jejich motor je poháněn z trojfázové motorové sítě nebo je benzinový (montáže kolejí, potrubí). Svařovací *transformátor* dává střídavý proud. Je levnější a levněji pracuje. Napájí se ze sítě střídavého proudu. Svary oceli jím zhotovené jsou stejně dobré jako svary svařené motorgenerátorem (agregátem), je-li práce odborná. Podle tloušťky plechu se musí vybrat přiměřená elektroda (t. j. průměr jejího drátu — vyrábí se běžně 1,5; 2; 2,5; 3,25; 4; 5; 6 mm) a k tomu se nařídí regulátorem svářečky proud (ampéry), zhruba 40 A na každý milimetr průměru. Tenká elektroda a malý proud dají svar nalepený (snadno se odsekne), příliš tlustá elektroda a velký proud materiál propalují a vzniká bublinatý a nepravidelný svar.

Zapálení elektrického oblouku. Kovovou elektrodou svisle klepneme na předmět (obr. 315 A dobře, B—C—D špatně) a konec rychle oddálíme. Také se může elektrodou o povrch škrtnout. Vyžaduje to trochu zručnosti.

Elektricky svařované součásti se pro svar upravují podobně jako součásti svařované plamenem (obr. 294).

Názvy a značení svarů. Základní názvy svarů jsou uvedeny na obr. 316. Pozor na to, že při koutovém svaru měříme tloušťku svaru v nejslabším místě (rozměr a). Na výkresech je pro značení svarů zavedeno normami velmi mnoho přesných značek. Ukázky jsou na obr. 317. Někdy je u značky předepsán rozměr a nebo i délka svarové housenky l (obvykle zlomkem

Druh tavného svaru	Proveden	Příklad označení
Svar ohnutých okrajů		
Tupé svary průběžné	svar I	
	svar V obyčejný	
	svar X obyčejný	
Koutové svary průběžné	převýšený	
	obyčejný	
	dutý	

Obr. 317. Příkladů značení svarů.

a/l). Číslo $8/50$ u značky svaru znamená: tloušťka $a = 8$ mm, délka housenky $l = 50$ mm. V dílně, kde se svařuje podle údajů na výkresech, musí být vyvěšeny tabulky používaných značek, aby jim dělník spolehlivě porozuměl.

Nebezpečné místo u svaru je v základním materiálu hned vedle svarové housenky (obr. 316). Vytaví se tam při neodborné práci žlábek, vrub, který velmi snižuje pevnost. Dobrý svar má přecházet do materiálu pozvolna.

Které kovy se dají obloukově svařovat. Svařitelnost kovů (ocelí) je složitý problém. Mnoho kovů se prakticky nemůže obloukově svařovat, ačkoli se při roztavení slévají dohromady. *Mosaz a zinek* se pokryjí vrstvou kyslíčnicku dříve, než se taví, takže se oba povrchy nestýkají na čistém kovu a nemohou se spojit. Stejně je tomu u *hliníku*. Vadí kyslíčnick, který je velmi neschopný tavitelný. Pomohou jen obalené hliníkové elektrody (musí se dokonale chránit před zvlhnutím a připojovat na kladný pól).

Místním ohřátím vzniká kolem svaru vnitřní pnutí, jež může způsobit

i praskání součástí. V takových případech se doporučuje součást před svařováním predehřát a třeba i po svaření stejnoměrně vyhřát a nechat zvolna vychladnout. Aby se tenký plech nepropálil, má se dát pod plech kovová podložka, která odvádí teplo.

Litinu svařujeme *za studena* (u nepřenosných součástí přímo na místě poruchy) ocelovými elektrodami. Ve svaru vzniká velmi tvrdá ocel nebo tvrdá bílá litina. Při zaplňování větší dutiny nejprve navařujeme na boky, pak dovnitř. Lepší je svařování *za tepla* (kde lze součást ohřát na červený žár). Použijeme pak elektrod z šedé litiny průměru 6—25 mm. Malé součásti se ohřejí v peci, velké se zaformují jako ve slévárně a ohřívají se obalem z dřevěného uhlí.

Svařovat obloukem mohou jen *zpracovaní svařeči*. Účinek oblouku závisí na jeho délce a poloze. Při svaru se oblouk nesmí měnit; vznikala by vadná místa. Elektrody však rychle ubývá, musí se stále přibližovat. Svařit obalenou elektrodou dva plechy 1 mm tlusté na tupo je velké umění.

Návary vhodnými elektrodami (na př. BH 250) můžeme kalit. Tvrdost návaru závisí značně na podmínkách práce. Při tenké elektrodě, malém proudu a navařování na studenou součást kov rychle chladne a tím se zvětší i jeho tvrdost. Ohřátím na 870 °C po 30 minut a zakalením do vody dosáhne návar tvrdosti asi 600 H_B (= podle Brinella). Popouštěním návaru po kalení se tvrdost opět může zmenšit a zvětší se jeho houževnatost.

Návarem se může nanášet nový kov na opotřeбенý povrch (na př. na oježděné kolejnice, na stěnu kotle a j.). Také se může navařovat rychlořezná ocel na britý nástrojů (frézy a j.).

Stachanovské pracovní metody ve svařování: Podle *V. Volodina* se svařuje svazkem elektrod (vyhoví druhy BH47; V 50 K), zpravidla tří. Oblouk má být krátký, elektrody stojí kolmo k základnímu materiálu. Výkonnost tím někdy značně roste. Podobný výsledek dává jedna elektroda velkého průměru, na př. průměru 8 mm, která je levnější než tři tenké. V zavádění této nové metody při svařování vynikl u nás úderník *K. Dounáč*. Klade důraz hlavně na dobrou organizaci a přípravu práce, používá tlustších elektrod a větších proudů a zmenšil úhel rozevření svarové spáry až na 50° (dříve bylo obvyklé až 90°).

Při svařování trojfázovým obloukem podle *G. Michajlova* pracují dvě nebo tři elektrody, upnuté izolovaně od sebe ve společném držáku. Ke každé se vede proud. Vzniká několik oblouků mezi elektrodami i mezi elektrodami a součásti, které splývají v jediný trojfázový oblouk. Výkon tím značně roste, k práci je však třeba výkonných svařovacích transformátorů.

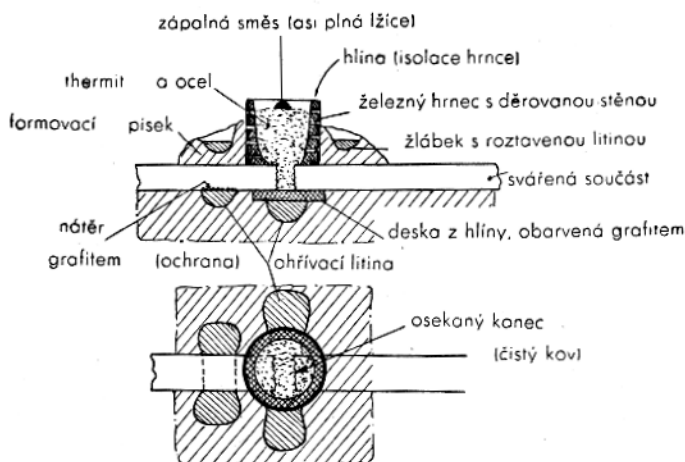
Při hlubokozávarovém svařování podle ing. *Jozíška* se uspoří práce s úpravou úkosů u plechů do tloušťky 12 mm, a tím se dosáhne velké úspory elektrod. Hlubokozávarové elektrody (na př. BH Triumf, V H/2) pracují se žhavějším obloukem než obvyklé elektrody. Základní materiál se taví do větší hloubky. *Závar* je ta část základního materiálu svařovaných součástí,

jež se při svařování roztavila. Závar je hloubka základního materiálu, do níž proniklo tavení.

Řezání elektrickým obloukem dává proti řezání kyslíkem jen nevzhledné plochy. Materiál se nespaluje, nýbrž jen taví a musí odtékat. Proto se mohou obloukem rezat všechny kovy. Elektrody jsou uhlíkové nebo ocelové, tlustě obalené. Obloukem se reže při šrotování, odklizování mostů, železničních vozů po srážce, upalují se tak nálitky ve slévárnách, čistí se povrch ingotů a polotovarů atd.

6. Thermitové svařování

Thermit je směs kysličníku železa (okuje nebo rozemletá železná ruda) s práškovým hliníkem. Hliník hoří při vysoké teplotě, při níž se z kysličníku vytvoří železo (hliník se spálí), které zateče do spáry a svaří součásti.



Obr. 318. Thermitové svařování.

Tímto způsobem se někdy svařují kolejnice a velké prasklé součásti (rámy strojů, lokomotivní rámy z lité oceli a pod.). Svařované části se většinou musí ohřát (koksem, hořákem, tekutou litinou podle obr. 318). Povrch musí být kovově čistý (nejlépe osekán až na čistý kov).

Součásti se umístí v hliněné nebo pískové formě do správné polohy podle obr. 318. Svařovat lze také ve slévárně, kde je po ruce roztavená litina k nahřátí na vysokou teplotu. Práškový hliník se kupuje hotový nebo se připraví v malé dílně takto: V železném kelímku se hliník roztaví, pak se kelímek odstaví od ohně a dřevěnou, tvrdou, dokonale suchou holí se hliníkem míchá tak dlouho, až ztuhne v zrnka velikosti máku, která se přesijí přes

husté síto. Nejjemnější moučky se použije na *zápalnou směs* (přidá se k ní dvojkysličník baryový, zapálí se proužkem magnesia nebo silnější zápalkou).

Použije-li se najednou více než 5 kg thermitu, přidá se asi 10% malých kousků oceli, aby bylo kovové lázně víc. Asi půl až jednu minutu po zapálení se tyčí propíchně otvor ve dně kelímku (hrnce) s thermitem, aby roztažená ocel tekla do spáry. Míchají se tři objemové díly okují s 1 objemovým dílem hliníku. Objem kelímku s thermitem je asi třikrát větší než objem spáry.

Příklad. Ke svaření zlomeného klikového hřídele naftového motoru, který měl čep průměru 300 mm, bylo třeba 60 kg thermitu. Plamen šlehající z hrnce vymazaného hlinou (*obr. 318*) byl 4 m vysoký a svítil jako slunce. Do thermitu byly přidány kousky niklové oceli, chrom a jiné přísady, takže vznikla ocel pevnosti 100 kg na 1 mm².

Čistě obrobený povrch často černíme; zlepši se tím vzhled a získá se částečná ochrana před rezavěním. Důkladnější ochranný povrch získáme chemicky v roztocích solí (fosfátování oceli, eloxování lehkých slitin). Nejsnadněji černíme ocel takto:

Součást ohřejeme (na př. plynem) do temně červeného žáru. Pak ji ponoříme na chvíli do oleje, v němž jsou rozmíchány saze. Vyjmeme a necháme olej na povrchu shořet. To několikrát opakujeme a nakonec povrch vyleštíme naolejovaným hadrem nebo drátěným kartáčem. Namáčením do ledku roztaveného ve lžíci (teplý asi 315 °C) se vyleštěná, čistá součást barví za několik vteřin modře.

Menší součásti (v uměleckém zámečnictví) se mohou černit plamenem hořáku používaným na svařování a pájení. Nejprve předmět plamenem ošleháme, aby se celý povrch (i opilované plochy) lehce opálil, okysličil. Potom jej natřeme lněným olejem a znovu ošleháme plamenem (zahřejeme nejvýše na 300°). Ze spáleného oleje se vytvoří lesklý černý povrch.

Nejčastěji leptáme v hladkém povrchu nápisy a ozdoby. Plocha se oře benzinem nebo terpentinem, aby se odstranila mastnota. Čím je hladší, tím lepší bude nápis. Na povrch se nanese vrstva asfaltu, rozdělaného v hustou kaši se včelím voskem. Taví se v poměru asi 1 : 1 a přidá se tolik terpentinu, aby se hmota mohla za studena nanášet štětcem. Když nátěr odprýskává, je v něm příliš mnoho asfaltu; je-li příliš měkký, obsahuje mnoho vosku. Aby vrstva rychleji tvrdla, ponoří se třeba do vody. Je-li ve hmotě nedostatek terpentinu, je kašovitá jen teplá a po vychladnutí tvrdne. Musí se před použitím ředit vždy terpentinem nebo benzinem.

Tupou jehlou podle šablony nebo pantografem (rycím strojem) vyryjeme ve vrstvě nápis až na čistý kov. Kolem nápisu naneseme nízkou hráz z vosku. Leptá se čistou nebo málo ředěnou kyselinou dusičnou nebo rtuťovým sublimátem s vodou. Kyselina se nanáší na nápis v kapkách, nejlépe skleněnou tyčinkou. Sublimát leptá měkkou ocel dostatečně hluboko za $\frac{1}{4}$ až $\frac{1}{2}$ hodiny, tvrdou ocel až za hodinu. Kyselina leptá dvakrát tak rychle. Při leptání musíme občas odstranit peřím bublinky plynů. Pozor, aby se nepoškodil vosk. Po skončení se vosk oškrábe a smyje terpentinem.

Kovy zpracováváme *mechanicky* (řezáním, tvářením, kováním) nebo *tepečně* (změnami teploty, tedy žiháním, ochlazením). Při mechanickém zpracování se tvářením mění poloha částic kovu (zrn, krystalů), což působí vzrůst pevnosti a tvrdosti. Tvářením za studena jako kdyby se zrna poranila, pohmoždila, a hojí se tím, že berou ke svému posílení hmotu ze sousedních zrn, jakmile umožníme jejich pohyb ohřátím. To je velmi nepříjemný zjev, najednou nám při ohřátí ocel zhrubne (má hrubý lom, prostoupený sítí trhlinek mezi velikými zrny); pevnost tím značně klesá. Tento zjev se jmenuje *rekrystalisace*. U oceli proběhne při 700 °C za několik minut. Nové výzkumy ukazují, že asi probíhá samovolně i při obyčejných teplotách, ale pomaleji. Za několik desetiletí ztrácí tak kov, pohmožděný zpracováním za studena, svou houževnatost. Vlastnosti kovů válcovaných za studena se mění (zhorší) už za několik měsíců. Tomu se říká *stárnutí* kovu.

Týž kov se může vyskytovat v několika různých podobách, lišících se vlastnostmi (v t. zv. videch, modifikacích). Je to stejné, jako na př. u uhlíku, který známe jako saze, tuhu, uhlí, diamant, v různých modifikacích, ač jsou tvořeny stále týmž uhlíkem. Železo má čtyři podoby. Přejít z jedné do druhé je spojen s pohlcením nebo vydáním tepla. Jmenuje se *překrystalisace* a nastává při teplotě překrystalisační. Nesmíme si tento jev plést s rekrystalisací.

Žihání je několik druhů. Není-li blíže slovně označeno, rozumí se jím takové ohřátí a pomalé ochlazování, aby ocel měla v celém průřezu přibližně stejnou strukturu (sloh).

Normalisační žihání je rovnoměrné vyhřátí na takovou teplotu, aby nastala překrystalisace a vznikla stejnoměrná a jemná struktura.

Žihání na měkko je žihání po delší dobu při nižší teplotě. Účelem je zmenšit pevnost a zlepšit obrobitelnost.

Kalení je ohřev na vyšší teplotu, po němž následuje rychlé ochlazení (ve vodě, v oleji a pod.). Ochladuje-li se v roztaveném olovu, je to *patentování* (užívá se ho při výrobě drátů). Účelem kalení je dosáhnout velké tvrdosti. Má-li být u oceli sníženo vnitřní pnutí, *napouští* se zakalená ocel na nižší teploty (asi 200 °C).

Zušlechťování konstrukční oceli je tepelné zpracování, skládající se z kalení a následujícího *popouštění* na vyšší teploty (400 až 700 °C) podle druhu oceli.

Cementování je způsob povrchového tvrzení, při kterém se povrch měkké oceli obohacuje uhlíkem a pak se zakalí. Povrch je tvrdý, jádro měkké a houževnaté.

Houževnatost je opakem křehkosti; houževnatý materiál se při přetížení dlouho vytahuje, než praskne (houžve z kořenů při svazování vorů). V oceli

 <p>jasně žluté</p>	<p><u>Uhlíková</u> ocel, málo uhlíku</p>
 <p>jasně žluté</p>	<p><u>Uhlíková</u> ocel, hodně uhlíku</p>
 <p>oranžové</p>	<p><u>Chromoniklová</u> ocel, jiskry kratší, oranžově žluté, skoro jako uhlíková</p>
 <p>červené</p>	<p><u>Rychlořezná</u> ocel, čím více wolframu, tím červenější</p>

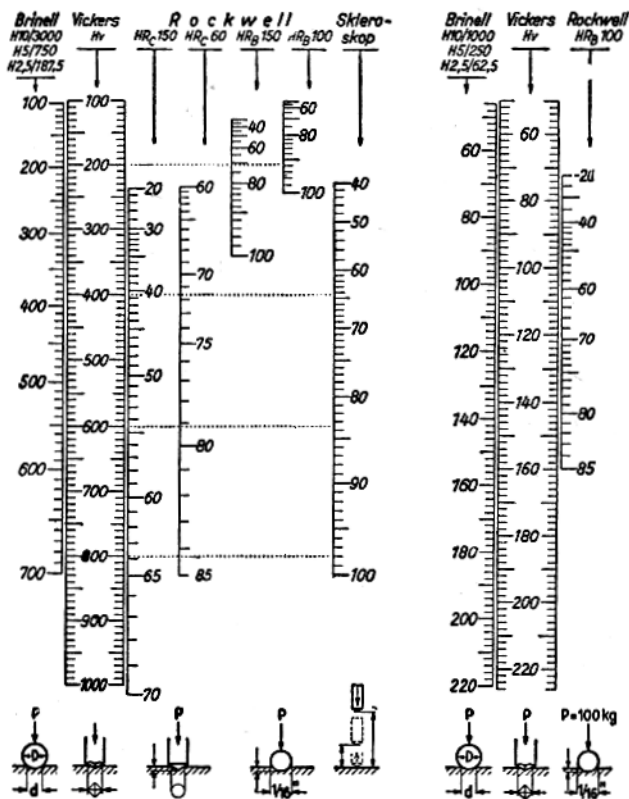
Obr. 319. Jiskření různých ocelí při broušení.

se vytvoří zakalením jehličkovité krystaly (vidíme je na lomu přeražené kalené ocelové tyče), zvané *martensit*, které jsou hlavní složkou kalené oceli.

Ocel dělíme zpravidla na *nástrojovou a konstrukční*. Nástrojová (vyráběná dnes téměř výhradně v elektrických pecích) je buď uhlíková (hlavní vlastnosti udává uhlík), nebo slitinová (legovaná), obsahující vedle uhlíku též wolfram, chrom, nikl, kobalt a jiné přísady. Jejím zvláštním druhem je ocel *rychlořezná*, která udrží ostří i při vysokém zahřátí, takže umožňuje obrábět většími reznými rychlostmi. Konstrukční ocel je opět buď uhlíková, nebo slitinová; je měkčí a houževnatější než nástrojová, protože obsahuje skoro vždy méně než 0,6% uhlíku.

V dílně zkusíme druh oceli nejčastěji *podle jisker* při broušení nebo podle vzhledu lomu (tyčinka se nasekne a přerazí). Zkouška na jiskření je rychlá; zvláště bezpečně se rozliší rychlořezná ocel od uhlíkové. Obyčejná ocel (s malým obsahem uhlíku) dává žluté, roztřepené jiskry. Rychlořezná ocel jiskří červeně. Nejlépe je mít tyčinky známých ocelí (třeba zbytky soustružnických nožů) přesně označené a srovnané ve skřínce podle jakosti. Pak brousíme na čistém brusném kotouči současně tyčinku a zkoušenou ocel a porovnáváme jiskření. Až je jiskření stejné, jsou i obě oceli prakticky stejné. Tyto vzorky tyčinek by neměly chybět v žádné dílně. Několik ukázek jiskření je na obr. 319.

Lom nežíhané, nekalené oceli (= ocel v t. zv. přírodním stavu, přírodní lom) má stejnoměrné, matně šedé zrno, u měkké oceli hrubší, u tvrdé jemnější. U slitinové oceli má lom podle přísad sametový vzhled. Žíhaná ocel má lesklejší, stejnoměrnější a jemnější lom než ocel přírodní. Přehřátá (spá-



Obr. 320. Porovnání různých čísel tvrdosti.

Je uvedena též tvrdost skleroskopická. Měří se podle výšky, do níž odrazem vyskočí malé závaží, které spadne ve skleněné trubičce na zkoušený povrch.

lená) ocel má lom třpytivý (nedá se už napravit, musí se zahodit). Ocel na povrchu oduhličena má na okraji lom podobný lomu měkké oceli (hrubší). Kalená ocel má mít lom velmi jemný, sametově mdlý.

Poznámka. Lehké slitiny (jichž se dnes stále více používá) se podle jisker a barvy nerozeznají. Zhruba je zkusíme takto: připravíme si roztok 20 g tuhého hydroxydu sodného ve 100 cm³ vody (vznikne tím louh sodný). Na

čistý povrch zkoušené slitiny nanese pár kapek. Za chvíli otřeme a pozorujeme barvu naleptaného povrchu.

Čistý hliník a slitina hliník-hořčík a hliník-mangan má povrch bílý; slitina hliník-křemík má povrch hnědý; slitiny hliník-měď, hliník-měď-níkl a hliník-měď-hořčík mají povrch černý.

Slitiny obsahující zinek se zbarví černě (jako slitiny mědi); tento černý nádech se však dá odstranit kyselinou solnou (štětečkem). Černé zbarvení mědi se rozpustí jen kyselinou dusičnou.

Tvrдость je odpor povrchu tělesa proti vnikání cizí částice. Nejčastěji a dosti spolehlivě se zkouší jemným pilníkem. Tato jednoduchá zkouška má pro dílnu veliký význam; zručný dělník pozná přejetím pilníku velmi jemné rozdíly tvrdosti. Přesně se měří tvrdost různými způsoby:

1. *Podle Brinella*. Do povrchu se zažmáčkne ocelová kulička průměru 10, 5 a 2,5 mm tlakem 3000, 750 či 187,5 kg. Přidrží se asi 30 vteřin a pak se měří pod mikroskopem průměr vtisknutého důlku a z tabulek se k průměru přečte číslo tvrdosti, značené H_B a zlomkem, v němž první číslice značí průměr kuličky, druhá tlak v kg. Na př.:

Průměr důlku	4	5	6 mm,
Brinellova tvrdost			
H_B 10/3000	229	143	95,5.

Pokusně se zjistilo, že pevnost v tahu u obyčejné oceli se rovná asi 0,36 násobku Brinellovy tvrdosti. Má-li ocel H_B 10/3000 = 170, je její pevnost v tahu asi $170 \times 0,36 = 61,2$ kg/mm²; důlek by měl průměr 4,6 mm. Hodí se jen pro měkký materiál, kde důlek na povrchu nevádí. Nehodí se pro kalenou ocel.

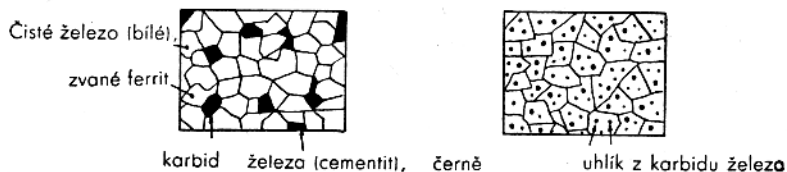
2. *Podle Vickerse*. Je to nejrozšířenější a nejlepší způsob měření. Do povrchu se vtlačí diamantový jehlan tlakem až 120 kg a měří se mikroskopem délka úhlopříčky u vtisku. Číslo tvrdosti $H_V = 1,854 \cdot P/u^2$, kde P je tlak (na př. 60 kg), u je úhlopříčka v mm. Hodí se i pro kalenou ocel, vtisk je maličký a na povrchu se ztrácí.

3. *Podle Rockwella*. Diamantový kužel (u tvrdých látek) nebo ocelová kulička průměru 1,6 mm se zatíží pozvolna tlakem 150 kg (kužel) či 100 kg (kulička). Podle hloubky otisku přečteme hned na stupnici číslo tvrdosti, značené H_{RC} u kužele, H_{RB} u kuličky. Měření je rychlé, a proto je rozšířeno při dílenském seriovém měření tvrdosti; vtisk je malý. Součást musí dobře ležet na podložce. Nedosedne-li plně nebo je-li pod ní prach, je výsledek měření chybný.

Na měření tvrdosti bylo sestrojeno i několik jiných přístrojů. Porovnání prvních tří je uvedeno na obr. 320. Uhlíková ocel pevnosti v tahu 100 kg/mm² má na př. tvrdost H_B 10/3000 = 278; $H_V = 279$; $H_{RC} = 29$.

30. KALENÍ A NAPOUŠTĚNÍ

Kalení. Čím vyšší je obsah uhlíku v oceli, tím více se ocel zakalí, tím více stoupne tvrdost a křehkost oceli. Nejměkčí ocel má asi 0,05% uhlíku (nedá se kalit). Konstrukční oceli ke kalení mají asi 0,3—0,6% uhlíku. Nástrojové oceli měkké mají 0,6—0,8% uhlíku. Tvrdé nástr. oceli obsahují 1—1,5% uhlíku.



Obr. 321—322. Sloh uhlíkové oceli při obyčejné teplotě a při 700 °C.

Sloh (t. zv. struktura) oceli se zlepšuje jednak mechanickým tvářením (kováním, lisováním), jednak tepelným zpracováním (žiháním, kalením a j.).

Vyhrátá ocel obsahuje čisté železo a sloučeninu železa s uhlíkem, nazvanou karbid železa čili cementit. Vznikl spojením jedné částice uhlíku se třemi částicemi železa. Uhlík se značí C, železo Fe, takže cementit se značí Fe_3C . Protože uhlíku je celkem málo, je s ním spojena jen malá část krystalů železa, takže sloh má vzhled znázorněný na obr. 321. Při teplotě nad 700 °C se uhlík z karbidu rozpustí a rovnoměrně rozdělí na všechny krystaly kovu podle obr. 322. Když nyní součást pozvolna chladne, spojí se opět drobné částice ve větší podle obr. 321. Při rychlém chlazení nemá uhlík čas spojit se ve větší kusy, zůstane drobně rozpuštěn ve všech krystalech jako cizí tělíčko, které tam nepatří. Jeho vyloučení je právě rychlým ochlazením zabráněno. Cizí částice uhlíku způsobují v krystalech železa velmi vysoké vnitřní pnutí, které se celkem projeví jako tvrdost oceli (tak jako napjatý sval je tvrdý). Rovnoměrným rozdělením uhlíku tedy nastane zakalení.

Ocel s malým obsahem uhlíku se nedá kalit (do 0,2%). Do 0,35% uhlíku se ocel kalí špatně, při větším obsahu uhlíku se kalí lépe. Kalicí teploty pro různé druhy ocelí jsou uvedeny v tabulkách a musí se co nejprísněji dodržovat; jsou stanoveny tak, aby ocel co nejvíce ztvrdla, a přece nebyla příliš křehká.

Procento uhlíku v oceli	0,4	0,6	0,8	1	1,2
Kalicí teplota ve °C	900	850	800	780	780

Výcviku kaličů bývá často věnována malá péče; učeň se do kalírny mnohdy ani nedostane, nadělal by tam mnoho škody. Kaličem se stává schopný kovář nebo zámečník. Ten musí velmi mnoho studovat a stále sledovat návody dodavatelů oceli, aby byl opravdu dobrým kaličem. Kalič, který nic nestuduje a spoléhá jen na svou praxi, nemůže pracovat dobře. Rychlořezná ocel je při zahřátí na 1000° a zakalení skelně tvrdá; řeže však stokrát *hůř* než táž ocel, zakalená při teplotě 1300 °C. Správným popuštěním na 580° lze řezivost rychlořezného nože zvýšit o 100%, ačkoliv tvrdost stoupne jen nepatrně.

O tom všem nemá ani potuchy kalič, který nestuduje odbornou literaturu a návody hutí. Je přesvědčen, že kalí dobře, když jsou nástroje „tvrdé“, nekřiví se a nepraskají. Je jen náhoda, má-li jeden ze sta jeho nástrojů výkon, jaký dává použitá ocel při správném zakalení. Kaličství tedy vyžaduje nadprůměrně vzdělaných dělníků, kteří se stále učí, neboť technické kovy jsou neustále zdokonalovány.

Špatný výsledek kalení bývá často způsoben vadou nástroje před kalením (vadou materiálu); ocel přehřátá při žíhání; obráběním tupým nožem vzniklo povrchové napětí; hmota součásti je nestejně rozdělena; součást má ostré výstupky a rohy, v nichž bude prskat; na součásti většího průřezu jsou tenké výčnělky, které se snadno ulomí a pod. Také při vlastním kalení může vzniknout mnoho chyb: nesprávné nahřátí, nevhodná teplota, vnitřní pnutí, které součást zkřiví; částečně se pnutí objevuje vždycky, protože kalením vznikající martensit má větší objem než původní složky oceli; také více chlazený povrch se jinak smršťuje než žhavý vnitřek. Vnitřní pnutí v součásti se zmenší pomalým ohřevem, opatrným kalením ve správné poloze, napouštěním hned po zakalení, pohybem v kalicí tekutině.

Každý zmetek vzniklý při kalení se má podrobně prozkoušet a má se bezpečně zjistit, jaká chyba se stala. Tím se vyhneme jejímu opakování.

Ohřev před kalením

Součást musíme ohřívat rovnoměrně a vhodnou rychlostí, aby se celá prohřála. Zpravidla je kalicí teplota pro každou ocel přesně uvedena v návodu dodavatele. Přibližně ohříváme pro kalení takto:

Uhlíkové oceli na 720 až 800°.

Slitinové (t. zv. legované) oceli na 750 až 900°.

Rychlořezné oceli na 1150 až 1350 °C.

Na lomu zakalené oceli se pozná, byla-li kalicí teplota správná (má být sametově jemný). Při správné kalicí teplotě má ocel největší tvrdost, při ostatních teplotách je už tvrdost menší. Důležitá pravidla:

Uhlíkové oceli kalíme za nejnižší přípustné teploty

Rychlořezná ocel se nejprve ohřívá zvolna na 850—900° a potom co nejrychleji na předepsaný žár. U rychlořezné oceli má být kalicí teplota co nejvyšší, často 1320°. Musíme dávat pozor, aby se nespálila.

Neznáme-li správnou výši kalicí teploty (kalíme-li neznámou ocel), zakaříme nejprve několik malých kousků při různých teplotách. Nejlepší je teplota, při níž vzniká nejjemnější zrna. Místa, která mají zůstat při kalení měkká, chráníme obalem z hlíny, asbestu nebo jen tenkým plechem.

Ve výhni (obr. 323) ohříváme jen výjimečně, a to podradnější nástroje (na př. sekáče). Oheň z dřevěného nebo kovářského uhlí musí být dobře vyhořelý, bez modrých plamínek, které prozrazují škodlivou síru. Nikdy nevkládáme nástroj přímo do uhlí, vždy upravíme aspoň komůrku

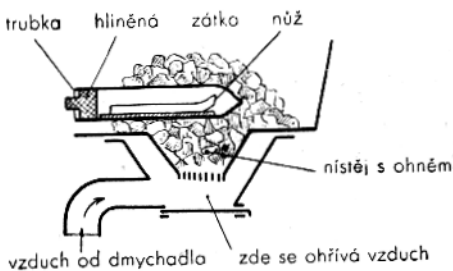
z cihel či želez, obklopenou uhlím, a v té ohříváme. Dobře se k tomu hodí také kus přiměřeně tlustostěnné trubky. Výheň se však hodí jen k ohřevu menších součástí (viz podrobněji dále).

Plynová pec na svítiplyn je vhodná pro menší kalírnu. Zpravidla je nutný kompresor na plyn, aby se vytvořil větší žár. Větší plynová pec spotřebuje příliš mnoho plynu, proto je lepší pec s olejovým nebo naftovým topením.

Elektrická pec se hodí pro všechny teploty. Žár vyvíjejí proudem rozžhavené odporové dráty u stěn. Teplota se dobře řídí. Pec je poměrně drahá v provozu, zato čistá a pohodlná, a proto se jí hodně používá.

Ohřívací lázně (do 900° roztavené olovo, do 1400° roztopená sůl) ohřívají nástroje velmi rychle a rovnoměrně. Hodí se proto pro hromadnou výrobu. Lázeň je ohřívána plynem, elektricky nebo naftou. Sůl zároveň brání okysličování (opalování) povrchu.

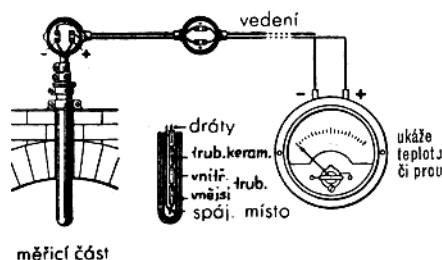
V menších kalírnách se velmi často ohřívá v obyčejné kalicí výhni, upravené u choulostivějších nástrojů podle obr. 323 (nástroj v trubce). Topí se koksem nebo dřevěným uhlím. Obyčejná kovářská výheň se ke kalení nehodí, protože má příliš malou nístěj, součást se v ní neprohřeje rovnoměrně. U kalicí výhně musí být nístěj veliká, aby mezi dmýchacími otvory a nástrojem byla dostatečná vrstva paliva, chránící nástroj před přímým stykem se vzduchem. Kalič se musí nejprve naučit topit, aby v této výhni dosáhl i nejvyšších teplot pro kalení rychlořezné oceli. Součásti se musí ohřívát nejprve zvolna a občas v ohni obracet, aby se stejnoměrně prohřály. Proto dmýcháme napřed jen slabě; teprve když je ocel žhavá, zvýší se tep-



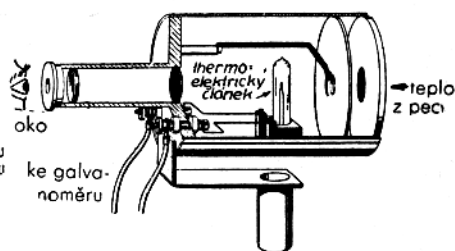
Obr. 323. Výheň pro kalení (hlubší než kovářská).

lota silným dmýcháním. Ke konci ohřátí dmýchání opět zeslabíme nebo zastavíme, aby se ocel při správné teplotě (odhadováno jen podle barvy) prohřála.

Materiál uchopíme vhodnými suchými kleštěmi tak, aby jej držely jen na hranách a aby se voda při kalení dostala k celému povrchu.



Obr. 324. Thermoelektrický žároměr.



Obr. 325. Sálavý žároměr.

Měření teplot v kalárně

Thermoelektrické pyrometry (žároměry) měří teplotu podle proudu, který vzniká na zahřátém spájeném styku dvou kovů (obr. 324). Občas se mají zkoušet, protože ztrácejí přesnost.

Sálavé žároměry vedou teplo, sálající z pece, na thermoelektrický článek, v němž vzniká elektrický proud, úměrný teplotě. Přístroj je nutno co nejlépe nařídit na místo, jehož teplotu měříme. Vyhovuje pro teploty nad 600° (obr. 325).

Optickými žároměry se porovnává žár (barva) žhavé součásti s rozžhavaným vláknem; proud, žhavicí vlákno, řídíme tak, až vlákno zmizí na pozorované ploše.

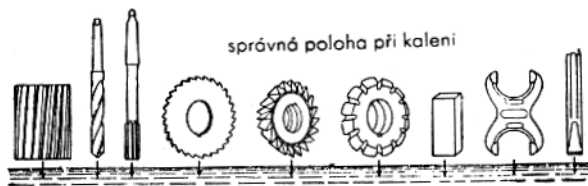
Podle barvy se může zhruba určit teplota oceli takto (viz též oddíl 23, Ruční kování):

650° = temně červená (v tmavé místnosti)	1000° = svítivě červená
800° = třešňově červená	1100° = oranžová
900° = jasně červená	1200° = citronově žlutá
	1300° = bílá

Postup při kalení

Podle předpisu dodavatele ocel ohřejeme a co nejrychleji ji ponoříme do kalicí lázně. Kalí se ve vodě, oleji, roztavených kovech, proudem vzduchu. Abychom dosáhli co největší tvrdosti (na př. u soustružnických nožů, sekáčů), chladíme co nejprudčeji, tedy ve vodě. U malých nástrojů se ve vodě jen zahasí žár, pak se součást ponoří do oleje; tím se zmenší vnitřní pnutí.

Součásti, které mohou být měkčí (a zato pružnější) kalíme jen v oleji. Pro zmenšení tvrdosti bývá někdy ve vodě vrstva oleje (pro lisovadla, zápustky, nože nůžek). Součásti, které mají být tvrdé jen na určité části povrchu, kalíme proudem vody, zaměřeným na tento povrch — t. zv. povrchové kalení. Rychlořezná ocel se kalí do oleje nebo v proudě vzduchu.



Obr. 326. Poloha součástí při vkládání do kalicí lázně.

Kalič zkouší tvrdost součásti zpravidla hladicím pilníkem, jímž povrch přejede za mírného tlaku. Zabírá-li pilník, je součást málo prokalena.

Nejlépe je zakalit několik stejných tyček; potom je napustíme na žlutou, červenou a modrou barvu a několikrát po sobě zkoušíme pilníkem tvrdost, abychom v tom nabyli zručnosti. Spolehlivě máme rozeznat i se zavřenýma očima, kterou ocel zkoušíme.

Nástroj nesmíme do kalicí tekutiny hodit; *pohybujeme* jím, až vychladne; aby se nekrivil, musíme při kalení zachovávat určitá pravidla (polohu — viz obr. 326). Nejmasivnější část nástroje musíme ponořit nejdřív. Pohyb zabrání usazování bublin (= měkká místa) a zlepši chlazení. Přidáme-li do vody ke kalení nástrojové oceli asi 3% kyseliny sírové, zůstává kalený povrch lesklý.

Chyby při kalení

1. Ohřejeme-li součást na příliš vysokou nebo příliš nízkou teplotu, zůstane nástroj měkký nebo je příliš křehký, má trhliny a pracuje špatně. Musíme kalit znovu a kontrolovat teplotu lépe.

2. Je-li ohřev příliš rychlý, jádro se neprohřeje, takže kalená slupka na povrchu se vylamuje. Je třeba těsně pod kalicí teplotou součást dobře prohrát a pak rychle přejít na kalicí teplotu.

3. Nerovnoměrné ohřátí (malá výheň nebo pec) způsobí, že součást se po kalení zkriví a na rozhraní teplot vzniknou trhlinky. Musíme použít lepší (větší) kalicí pece.

4. Je-li v kalicí peci nadbytek vzduchu, povrch nástroje se oduhličí a je místy nebo všude měkký. Musí se seřidit topení (na př. u plynové pece tak, aby v peci byl přebytek plynu).

5. Je-li povrch silně nauhličen, unikl uhlík z látky, již byl nástroj v obalu chráněn. Při práci se pak z nástroje ulamují kousky hran. Je zapotřebí zvolit jinou ochrannou látku.

6. Zakalíme-li nástroj příliš rychle nebo příliš pomalu, vzniknou v něm trhlinky nebo zůstane měkký. Musíme lépe prostudovat předpis dodavatele oceli.

7. Tvoří-li se na nástroji při kalení bubliny, vzniknou měkká místa nebo i trhliny. Abychom tomu zabránili, musíme pohybovat nástrojem v lázni, nebo ještě lépe míchat lázni (proudící tekutina).

8. Ponoříme-li nástroj při kalení do lázně na plocho, silně se zkříví. V rýhách zůstane měkký. Je třeba ponořit jej na délku a pohybovat jím jen ve směru délky.

Někdy jsou chyby už na měkkém nástroji (ostré rohy, drážky, výstupky). Pak se opravdu nemůže dobře zakalit, musí se změnit jeho konstrukce. Ani dobrý kalič se při nejlepším vůli nevyhne občas zmetku, neboť kalení je velmi obtížné a výsledek závisí na četných vlivech, které si vzájemně odporují, takže může být někdy nejistý. Nejhorší chybou při kalení jsou trhlinky; nemůžeme je už spravit. Větší trhliny poznáme podle zvuku a prostým okem nebo povařením v oleji a posypáním maskem nebo politím olejem s jemnými železnými pilinami a přiložením součástí k pólům silného magnetu (nad trhlinami se piliny hromadí).

Kalení do teplých lázní je důležitá novinka; bylo propracováno teprve po válce. Výsledek zakalení nezáleží totiž jen na teplotě, na kterou ochladíme, ale i na rychlosti ochlazování. Úplné ochlazení na teplotu studené kalicí lázně je nejen zbytečné, ale i škodlivé, protože tím vzniká vnitřní pnutí. Byly nalezeny nové cesty, jak změnit v oceli tuhý roztok uhlíku (t. zv. austenit) v tvrdý martensit. Protože tento děj (překrystalisace) probíhá při stále stejné teplotě lázně, říká se mu kalení *isothermické*. Podobně probíhá i *termální kalení*. Isothermickou přeměnou v lázni, ohřáté na př. na teplotu do 400°, vzniká z austenitu zvláštní sloh, t. zv. perlit s jemnou, jehlicovitou strukturou, nazvaný *bainit*, houževnatější než martensit a tvrdý. Zvláště dobře se kalení do teplých lázní (solných nebo kovových) osvědčilo v seriové výrobě, u kalicích automatů.

Tvrdoost nástrojů zakalením do teplé lázně roste, zlepšuje se i řezivost a zmenší se nebezpečí vzniku trhlin. Většímu rozvoji této nové metody brání zatím jen nedostatek vhodných lázní v kalírnách, které by měly také míchací zařízení, aby se v lázni udržovala stále rovnoměrná teplota.

Při-povrchovém kalení plamenem se kalený povrch ohřívá plynovými hořáky, které se zvolna posouvají podél součásti, a hned za hořáky se součást chladí vodní sprchou. Dostáváme tím sklovitě tvrdé povrchy, na př. u vedení obráběcích strojů.

Při *vysokofrekvenčním kalení* se součást vkládá do několika závitů cívky, kterou prochází proud vysokého kmitočtu (proud ve světelné síti má kmitočet 50 kmitů za vteřinu, proud pro vysokofrekvenční kalení má na př. 400 000 kmitů za vteřinu). Takový proud rozžhaví povrch součásti do hloubky několika milimetrů, a tím umožní jeho zakalení. Kalí se tak hlavně menší součásti v seriové výrobě (čepy, pružiny a j.) na automatech.

Napouštění

Napouští se kalená ocel, aby se zmenšila její křehkost a tím i nebezpečí trhlin v součásti. Napustí se mírným ohřátím na nižší teploty, asi na 130 až 300 °C, které nesnižují podstatně tvrdost oceli.

Popouštění kalené oceli se zmenšuje pevnost a tvrdost a zvyšuje houževnatost. U rychlořezných ocelí se popouštěním dosáhne větší stálosti ostří (řezivosti) a mírného zvětšení tvrdosti. Popouští se ohřátím na dosti vysoké teploty, asi 600 °C. Popouštění se používá při zušlechťování konstrukční oceli, o němž se zmíníme později.

Ocelové nástroje a součásti napouštíme různým způsobem:

1. Vychladlá kalená součást se znovu rovnoměrně ohřeje na předepsanou teplotu (v teplém vzduchu, oleji, písku, soli, roztaveném kovu). Tvrdost se vyrovnává po celé součásti (= napouštění *zvenčí*).

2. Součást se při kalení ochladí jen částečně a zbylého tepla se použije k napouštění (napouštění *zvnitř*).

3. Ohříváme jen určitá místa součástí, na př. v ohřátém písku podle obr. 327 nebo na ohřáté desce. Teplota v materiálu se při tom nedá měřit, odhadujeme ji podle zbarvení povrchu. Čím hlouběji nástroj zastrčíme, tím více se napustí.

Barva povrchu je tvořena tenkou vrstvou kysličníků na vyleštěném povrchu. Není příliš spolehlivým měřítkem teploty, protože se mění podle druhů oceli; proto platí přibližný vztah mezi barvou a teplotou jen pro uhlíkové a levnější slitinové oceli.

Teplota: 220 °C, barva: světle žlutá, *největší tvrdost*

240 °C, „ temně žlutá

250 °C, „ žlutohnědá

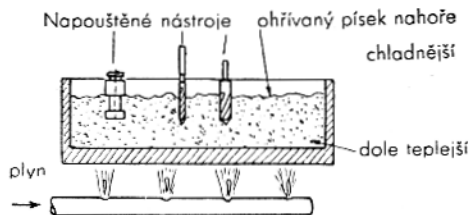
260 °C, „ hnědočervená

270 °C, „ purpurová (červená)

280 °C, „ fialová

290 °C, „ tmavomodrá

310 °C, „ jasně modrá, *nejmenší tvrdost*



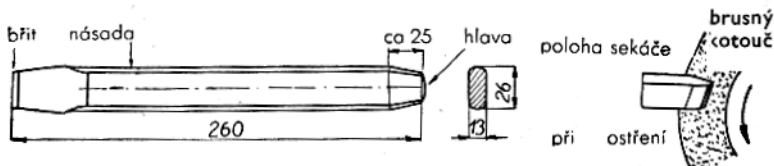
Obr. 327. Napouštění ve žhavém písku.

Napouštěcí teplota je pro každou ocel udána dodavatelem nebo normou. Je třeba řídit se přesně tímto předpisem, jinak bychom mohli ocel zničit. Pro uhlíkové nástrojové oceli platí tento přehled:

- 180—220 °C — všechny řezné nástroje, vrtáky, nože, frézy, razidla.
 220—270 °C — nástroje na obrábění dřeva a obyčejná rychlořezná ocel.
 270—280 °C — sekáče, nože k nůžkám.
 350—550 °C — pružící součásti (pružiny).
 550—580 °C — nástroje z nejlepších rychlořezných ocelí.

Příklady napouštění

Kotoučové frézy, kotoučové pilky a podobné menší nástroje nejprve stejnoměrně zahřejeme povařením ve vodě nebo v oleji. Pak je položíme na drátěnou síť a do jejich děr (vrtání) vložíme čepy, rozžhavené do tmavočervená. Pozorujeme pak, kdy se na zubech (ostří) objeví žádaná napouštěcí



Obr. 328. Plochý sekáč.

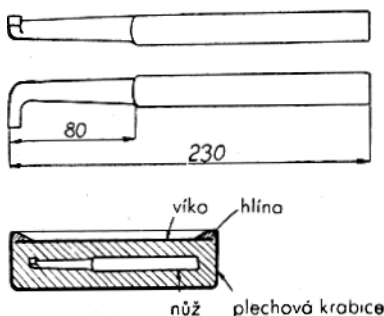
barva. Při dosažení této barvy čep vyjme a nástroj hodíme do horkého oleje, v němž chladne, nebo chladíme proudem vzduchu, aby barva nepřeběhla. Povaření před napouštěním je velmi důležité, protože odstraní vnitřní pnutí. U díry se nástroj napustí více, řezné hrany, na kterých nejvíce záleží, zůstanou tvrdší. Zcela nepřijatelný je opačný postup (zahřívání obvodu součástí plamenem).

Řezné nástroje z uhlíkové oceli napouštíme vždycky. Pro rychlořeznou ocel je nevhodnější napouštění v roztaveném olovu na 550 až 580 °C. Měřidla mírně napouštíme (ohřevem jen na 120 až 150°, trvajícím asi 10 hodin), aby se v nich vyrovnalo pnutí, které by později mohlo měřidlo deformovat; je to tak zvané umělé stárnutí.

Výroba plochého sekáče (obr. 328) z nástrojové oceli Poldi 4, tyč 26 × 13, dl. 260, nežíhaná. Tyto kousky tyče nasekneme a přelomíme. Hlavu dobře prohřejeme na žlutočervený žár, asi 950 °C, a vykováme kuželovitě. Pak ohřejeme pracovní konec na stejný žár, nepřilíši velkými ranami vykováme břit a necháme součást na vzduchu vychladnout. Potom zhruba obrousíme břit a hlavu. Břit dobře prohřejeme v kalicí výhni v koksu nebo dřevěném uhlí na tmavý třešňový žár, asi 760° (trvá 3 min.). Potom kalíme do vody, při čemž sekáčem stále pohybujeme nahoru a dolů. Břit rychle osmirkujeme plátnem, abychom mohli pozorovat napouštěcí barvy, a zkusíme pilníkem tvrdost (nesmí se dát pilovat). Žárem z násady naběhne břit tmavomodře; pak nástroj ochladíme ve vodě. Dobrý pilník smí jen nepatrně zabírat. Tvrdost = 60 až 61 H_{RC} .

Výroba nože na vnitřní soustružení (obr. 329) z oceli Poldi Maximum

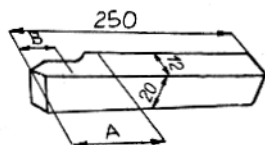
special, tyčová 20×20 mm, žíhaná. Z tyče uřízneme za studena kusy dlouhé asi 230 mm. Jeden konec v kovářské výhni v koksu ohřejeme zvolna na světle žlutý žár (1200 °C). Na bucharu předkováme čtyřhran a vykováme jej do kulata (v zápustce). Opět ohřejeme konce a kování dokončíme (vykováme násadu a zahnutí). Nože vložíme do plechové krabice, obalíme je vypáleným koksem a krabicí utěsníme. V peci asi za 2 hodiny zvolna ohřejeme na



Obr. 329. Nůž na vnitřní soustružení.



světlo žlutý žár (1200 °C). Na bucharu předkováme čtyřhran a vykováme jej do kulata (v zápustce). Opět ohřejeme konce a kování dokončíme (vykováme násadu a zahnutí). Nože vložíme do plechové krabice, obalíme je vypáleným koksem a krabicí utěsníme. V peci asi za 2 hodiny zvolna ohřejeme na



Obr. 330. Nůž na řezání přesného závitu.

světlo třesňový žár, asi 800 °C, a asi 1 hodinu při této teplotě žíháme; pak krabice chladne zahrabána v suchém popelu. Břity hrubě vybrousíme kotoučem tvrdosti *K* se zrněním 36 a ohřejeme ke kalení v plynové peci (nejprve v predehřovací komoře přibližně za 4 minuty na tmavý žlutočervený žár, asi 900 °C, pak v druhé komoře, vyhřáté na kalicí teplotu asi 1300° na bílý žár), za 1 minutu kalíme nástroj v oleji ostřím dolů, při čemž asi 1/2 minuty nožem kroužíme; potom jej necháme v klidu vychladnout. Napouštíme jej v olověné lázni při 580 °C půl hodiny. Předtím nože zahřejeme asi na 300° a pak je necháme vychladnout na vzduchu.

Břit zarovnáme a vybrousíme hrncovitým brusným kotoučem tvrdosti *I*, zrna 46. Řezné úhly měříme šablonkou; hrany obtáhneme karborundovým bruskem.

Na očištěném místě má břit tvrdost 840–920 *H_V* (Vickers) nebo 65 *H_{RC}* (Rockwell).

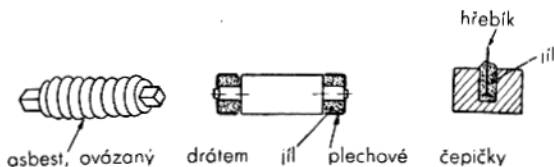
Výroba soustružnického nože na řezání závitu (obr. 330) z nástrojové oceli Poldi 1 (zvláště tvrdé), tyč 20×12 mm, nežíhaná. Konec tyče se ohřeje ve výhni (koks nebo dřevěné uhlí) na žlutočervený žár 950°. Rychlými, ne příliš silnými ranami se vyková břit. Nechá se pomalu vychladnout v popelu, pak se přibližně vybrousí, znovu se ohřeje v délce *A* na tmavě třesňově červený žár, asi 760°, za 4 minuty a kalí se ve vlažné vodě do hloubky *B*. Počkáme přitom, až nenamočená část zchladne na tmavě červený žár. Rychle osmirkujeme kus povrchu a pozorujeme jej, až naběhne do žluto-bílé barvy. Pak celý nůž ochladíme. Brousí se na čisto na pískovcovém brusku s vydatným chlazením.

Zušlechťování oceli

Jakost oceli zlepšíme zakalením a popuštěním na vysokou teplotu (400 až 700 °C), aby se zvětšila její houževnatost. Také se tím zvětšuje tvrdost a pevnost. Každá ocel se ovšem k zušlechtění nehodí. Zpravidla zlepšujeme ocel s obsahem uhlíku nad 0,04%. Obyčejná měkká ocel se zušlechťuje zřídka, nemá to větší účinek. K zušlechťování jsou vyráběny vhodné oceli slitinové (niklové, chromniklové). Buď se zušlechťuje hned surový materiál, nebo polotovar (na hrubo obrobený), který se pak dokončí. Trn k upínání fréz je na př. hrubě vysoustružen z tyče, tepelně zušlechtěn a pak obroben na čisto.

Základní postup při zušlechťování. Součást se očistí, ohřeje na 780 až 850°C a zakalí se (obvykle v oleji); pak se popustí na 400 až 700 °C a pomalu ochladí (ač toto pomalé ochlazení u některých ocelí škodí, protože opět zmenšuje houževnatost). Při rychlejším ochlazení se houževnatost udrží, ale vznikají nová vnitřní pnutí.

Měkká ocel, která obsahuje méně než 0,3% uhlíku, se dobře obrábí, ale nemůže se kalit. Její povrch však můžeme do malé hloubky nasytit uhlíkem a tím učinit kalitelným. Součást ohříváme za nepřístupu vzduchu v látce, která může předat uhlík. Ztvrdne pak jen povrch a jádro zůstane měkké,



Obr. 331. Úprava součástí při cementování.

houževnaté, takže součást může snášet i nárazy. Také se tím vyhneme použití oceli s vysokým obsahem uhlíku, která se špatně obrábí a nedosáhne vysoké tvrdosti povrchu.

Cementovat se může každá měkká ocel, která má vhodné složení; zpravidla se však k cementování vyrábí zvláště čistá ocel (obsahující co nejméně síry a fosforu i křemíku), nebo použijeme pevnějších slitinových ocelí cementačních (hlavně niklové a chromniklové).

Cementační hmota. Může být prášková, plynná nebo tekutá. Z práškových se nejčastěji používá zrnitých odpadků kůže a dřevěného uhlí, často s přídatkem potaše, jindy dřevěného uhlí se žlutou krevní solí. Z plynů se osvědčil svítiplyn, acetylen, kysličník uhlíčitý. Z tekutin roztopené *cyankali* a četné jiné.

Postup při cementování. 1. V prášku: Součásti se obloží cementačním práškem (vrstva 2—4 cm) ve skřínce z ohnivzdorného plechu (jako na obr. 329). Plná krabice se zavře víčkem, které se utěsní hlínou. Delší součásti se takto zabalí do trubek. Krabice se pak žihají v peci; čím déle se žihá, tím tlustší je nauhličená vrstva. Za několik hodin, při 850—950°, vnikne uhlík do hloubky až 2 mm. Plochy, které mají zůstat měkké, obalíme hlínou nebo asbestem, osinkem (zabrání se tím jejich nauhličení, obr. 331). U menších částí se místa, která mají zůstat měkká, galvanicky pomědí. Při mědění se místa, která mají být tvrdá, natrou lakem, aby se na ně měď nedostala.

Tato úprava měkkých míst je zdoluhavá a drahá; proto tam raději přidáme několik milimetrů tlustou vrstvu kovu, kterou před zakalením cementované části odebereme.

2. Při cementování *v solné lázni* se musí postupovat opatrně, protože cementační solné lázně bývají jedovaté. Vzniklá tvrdá vrstva je tlustá jen asi 1 mm.

3. Při cementování *v plynech* je součástí ve skřínce, která je zvenčí ohřívána, a dovnitř se vhání plyn. Svítiplynem se dá vytvořit vrstva až 4 mm tlustá. Nauhličená vrstva má být co nejtenčí, protože je křehká.

Zakalení cementované součásti: Ve víčku cementační krabice jsou dírami prostrčeny asi 2 zkušební tyčky, které napřed vytáhneme a zkusíme zakalit, aby byla vrstva dosti tlustá.

1. Kalení přímo z cementačního žáru. Hodí se jen pro malé, podřadnější části (kalí se hned ze skříňky).

2. Součásti necháme v krabici trochu vychladnout a pak je kalíme při 780–800°. Jádru už nemá tak jemný sloh.

3. Součásti necháme vychladnout, znovu je ohřejeme na 750–800° a kalíme do vody.

Slitinové oceli mají vrstvu sklovitě tvrdou a křehkou, která se podle předpisů musí napustit při 150 až 200 °C.

Pestrý povrch (mramorování) na klíčích nebo maticích se dělá takto: Součásti odmastíme, zabalíme do směsi kostních zrněk a pálené kůže, načež je zpracujeme jako při cementování. Kalíme potom do vody, do níž je zdola veden vzduch, aby stoupal vzhůru v bublinách. Stejně dobře se osvědčuje žhání v cyankali a kalení ve vodě s probublávajícím vzduchem. Nejlépe se osvědčily zvláštní roztoky s přísadou solí k mramorování. Zkřivené součásti se mírně ohřejí a narovnajjí údery paličkou.

Práškem se cementují hlavičky šroubů, konce dosedacích kolíků a pod.; vytvoří se jen velmi tenká vrstva. Součást, ohřátá do červena, posype se práškem červené krevní soli, ještě jednou se ohřeje nad ohněm, až se sůl slije a částečně hoří; pak se zakalí.

Nitridování. Místo uhlíku se do povrchu oceli zavádí dusík. Ocel se při teplotě asi 500° až 90 hodin ohřívá v parách čpavku, z něhož vniká do hloubky několika desetin milimetru dusík do povrchu. Součást může být úplně hotova, povrch je tvrdší než cementovaný (použití na vložky do válců výbušných motorů, čepy, vačky, měřidla, ozubená kola). Součásti se teplem nekříví, nemusí se po nitridování brousit.

Hlavní zásadou při ostření nástrojů je *brousit* (ostrit) *často*, dokud jsou málo otupeny. Nestačí ovšem jen často ostrit, musí se také správně ostrit. V moderních dílnách si dělník neostří nástroje sám; tupý nástroj prostě vymění za nový a ostření provádí najednou nástrojárna na vhodných strojích. V menší dílně si dělník musí někdy přiostrit nástroj sám, od ruky, na brusce. U nožů to jde, ale šroubovitě vrtáky a ostatní nástroje by se neměly nikdy ostrit ručně, protože se tím rychle ničí.

Často se brousí od ruky, zhruba, v kovárně. Zpravidla se vyková jen přibližný tvar nástroje (nože, sekáče a j.), správný tvar se mu dodá hrubým obroušením před kalením. Jemně po kalení se má brousit strojně (odstraní se oduhličená vrstva, hladí se ostří).

Pískovcového brusku máme užívat co nejméně. Před broušením se musí nástroj dobře *očistit*, hlavně od oleje, který by ucpal brusný kotouč a bránil chlazení. Na nástroj tlačíme co nejméně, aby se ostří nevyhřálo a nevznikaly trhlinky. Při broušení většího počtu nástrojů od ruky je vždy radno chránit zrak brýlemi. Brusný kotouč musí mít plechový kryt; podložka pro nástroje (stavěcí) je nejvýše 2 mm od obvodu brusku.

Brusný kotouč

Dnes se používá nejčastěji kotoučů z přirozeného nebo z *umělého korundu* (= kysličník hlinitý) pod názvy alundum, elektrit a j. na nejtvrdsí kovy, kalenou i nekalenou ocel, nebo z *karbidu křemíku* pod názvem karborundum na tvrdé, křehké hmoty, jako je litina, a na měkké hmoty.

Brusná *zrna* jsou u všech kotoučů asi stejně tvrdá (*obr. 332*), ale jsou spojena pojivem různé vaznosti, která určuje soudržnost (tvrdost) kotouče. Soudržností rozumíme odpor, který klade pojivo proti vylomení zrn z kotouče. Záleží též na slohu (struktuře) kotoučů; může být velmi hrubý až zvláště pórovitý. Pórovité kotouče se hodí na broušení houževnatého materiálu při velké styčné ploše. Čím tvrdší a jemnější je kotouč, tím menší rychlost volíme. Je-li kotouč pro danou práci příliš tvrdý (což poznáme podle toho, že se brzy ucepe, na předmětu vznikají spálená místa, objevují se popouštěcí barvy) a nemáme-li jiný měkký, zmenšíme obvodovou rychlost a kotouč často čistíme. Měkký kotouč, který se rychle opotřebí, může běžet rychleji.

Brus se ostří sám tím, že se tupá zrna vylamují; napomáháme tomu

orovnáváním brusy diamantem, aby byl stále rovný (neházel). Čím měkčí je broušený kov, tím tvrdší kotouč volíme (jeho zrna déle vydrží než se vylomí, protože se málo otupí). Na tvrdém kovu se zrno rychle otupuje a proto se dříve vylomí. Volíme proto k jeho broušení měkčí kotouč (= kotouč s měkčím pojivem).

Soudržnost (tvrdost) kotoučů se zpravidla značí písmeny, velikost zrna čísly. Čím vyšší písmena a čísla, tím je kotouč tvrdší a jemnější:



Obr. 332. Ostrý a otupený brusný kotouč. Pojivo je keramické.



Obr. 333. Názvy brusných kotoučů.

Broušená součást	Tvrdost a zrno kotouče pro			
	broušení na hrubo		jemné broušení	
	strojní	od ruky	strojní	od ruky
Citlivá při broušení; slitinové oceli, velmi tvrdé, cementované	H až J 24—36	L až Q 20—60	G až J 36—120	L až Q 46—80
Necitlivá při broušení; uhlíkové oceli, silně napouštěné	J až M 30—46	L až Q 20—60	J až M 46—120	K až Q 46—80

Při ostření nástrojů volíme obvodovou rychlost brusného kotouče $v = 18$ až 25 m za vteřinu. Její výpočet z otáček a průměru brusného kotouče je uveden na obr. 195. Musíme si pamatovat, že rychleji se otáčející kotouč působí tak, jako by byl tvrdší.

V dílně se zkouší tvrdost kotouče narýpnutím šroubovákem. Tomu, kdo to vidí po prvé, by se zdálo, že se nic nepozná; není to však pravda, při větší zručnosti se rozeznají i jemné odstíny tvrdosti. Naučte se tomu na kotoučích, jejichž tvrdost znáte; je to důležité dílenské umění. Volba správného brusného kotouče záleží výhradně na dělníkově zkušenosti; dělník nemá často ani tušení, že brousí nevhodným kotoučem.

Správné názvy brusných kotoučů podle tvaru jsou na obr. 333. Upnutí

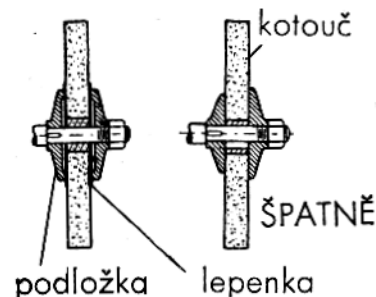
kotouče na vřetenu je znázorněno na obr. 334; kotouč musí být dobře přitažen podložkami, které sedí jen na úzkém okraji na papírové vložce.

Chlazení při ostření

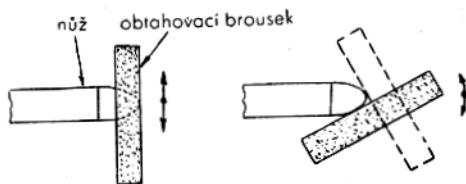
Broušením lepších ocelí při špatném chlazení se nadělá více škod (trhlin v břitu) než broušením za sucha. Proto ostříme nástroje od ruky většinou za sucha, abychom na práci dobře viděli. Mírně na ně tlačíme a občas práci přerušíme, aby nástroj vychladl. Ochlazujeme-li nástroj ve vodě, nenamáčíme nikdy broušený břit. Při broušení soustružnických nožů chladíme silným, rovnoměrným proudem značně ředěného vrtacího oleje.

Vliv broušení na výkon nástroje

Vyhřátím změkne tenká vrstva na povrchu břitu, čímž se zhorší trvanlivost ostří, zejména u nástrojové oceli, kalené do vody nebo do oleje (zahřátím velmi rychle měkne). Z této oceli se dělají hlavně jemné nástroje, jako výstružníky, škrabáky, závitníky. Proto je brousíme zvláště opatrně. Rychlořezné oceli zahřátí tolik neškodí, nemůže se proto broušením tak snadno poškodit.



Obr. 334. Správné a špatné upnutí brusného kotouče.



Obr. 335. Obtahování břitu brouskem.

Nástroj změkklý na povrchu při broušení se opraví ještě dodatečným jemným přebroušením, jímž se měkká vrstva odstraní. Dobře naostřený závitník vydrží až třicetkrát déle než závitník ostřený špatně.

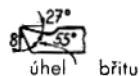
Obtahování ostří (obr. 335)

Po broušení se má ostří nástroje vždycky obtáhnout, t. j. ohladit obtahovacím brouskem s nepatrným ubráním třísek. Nástroj pak mnohem déle vydrží, zejména když jeho pracovní plochy ještě vyleštíme na zrcadlový lesk. Obtahovací brousek pro ruční obtahování dodávají továrny na brusné kotouče (umělé). Na obtahování se dnes dodávají jednoduché stroje, podobné brusným. V každé větší dílně se tento stroj za několik měsíců sám zaplatí úsporami na nástrojích.

Soustružnické nože

Musíme rozlišovat nůž z nástrojové a rychlořezné oceli. Zpravidla je břit zhruba vykován, obroušen a po kalení vyhlazen. Uhlíková ocel se ková při 700—900°, rychlořezná až při 1200 °C. Postup tepelného zpracování poznáme z příkladů uvedených v oddílu 30, Kalení.

Před kalením se přibližný tvar vybrousí nebo vypiluje. Rychlořezné oceli se mohou brousit ještě žhavé (červené) hned po kování, ale vždy za sucha.



Měkký bronz, nejměkčí ocel.



Ocel a litá ocel do pevnosti 50 kg/mm². Silumin, skleron, elektron.



Ocel a litá ocel pevnosti 50—70 kg/mm². Litina do tvrdosti H_B 200, měkká mosaz.



Ocel a litá ocel pevnosti přes 70 kg/mm² tvrdá litina, tvrdý bronz a mosaz.



Velmi tvrdý a křehký materiál.



Velmi tvrdý a houževnatý materiál.

Obr. 336. Broušení soustružnických nožů z různého materiálu.

Po kalení by se pískovcových brusů nemělo nikdy používat. Jsou křivé, špatně ubírají třísky, musí se na ně příliš tlačit, čímž se ostří nože ničí. Dokonale vyhovují umělá brusiva. Základní pravidla: Správně brousíme jen jemným přitlačením nože. Silným tlakem se ničí brusný kotouč, spaluje se nůž a v oceli vznikají trhlinky. Úhly na břitu lze při ostření kontrolovat (nebo ještě lépe přímo nařídít na podložce nože). Najdou se v tabulkách řezných úhlů, které mají být vyvěšeny u brusky v každé dílně. Kontrolují se na př. podle šablony na obr. 336.

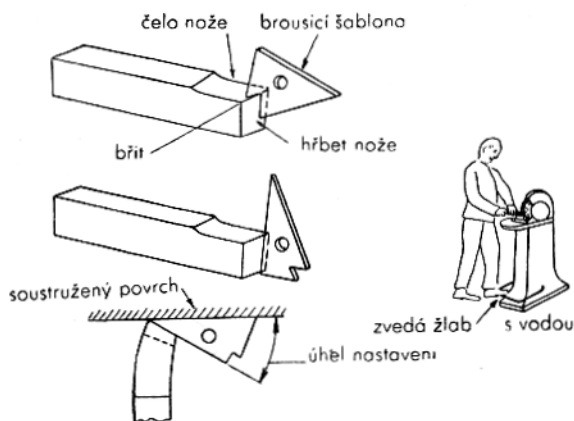
Držení nože při broušení na hrubo na karborundovém brusném kotouči je znázorněno na obr. 337. Nohou zvedáme žlab s vodou, kterou je brusný kotouč a nástroj chlazen.

Ostření šroubovitých vrtáků

Šroubovitý vrták, ostřený od ruky, do moderní dílny nepatří. Stroje na ostření vrtáků jsou velmi jednoduché a levné, za krátký čas se zaplatí v každé dílně, a proto by neměly nikde chybět. Strojně broušené vrtáky

vydrží mnohem déle než vrtáky broušené ručně. Spotřeba vrtáků se zmenší na třetinu.

Šroubovitý vrták musí umět každý zámečník ostřit správně i od ruky, neboť někdy nemůže čekat na ostření strojem. Je dobře nacvičit to na starém vrtáku a zkusit, jak vrtá. Vrták přiléhá ke kotouči podle obr. 338.



Obr. 337. Kontrola úhlů na noži a ruční ostření.



Obr. 338—339. Ostření šroubovitých vrtáků.

Levou rukou se přidrží na podložce a drží se ukazováčkem a palcem u hrotu. Pravou rukou držíme násadu v úhlu asi 58° od povrchu brusného kotouče, aby vznikala špička s úhlem $2 \times 58 = 116^\circ$, pro kterou je vytvořena drážka vrtáku (nejlépe řeže). Málo na vrták tlačíme, oběma rukama jím točíme a pohybujeme vzhůru, aby byla špička vedena po obvodu brusného kotouče a aby se břit podbrousil. (Viz též oddíl 20, Vrtání).

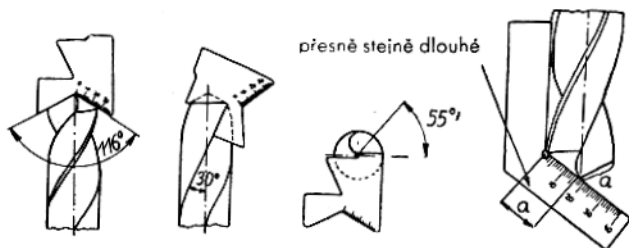
Jádro vrtáku tvoří na špičce příčné ostří, které znesnadňuje práci a musí

se zkrátit přihrocením podle obr. 339 úzkým kotoučem (obr. 186). Ke kontrole špičky vrtáku nemá nikdy chybět šablona (obr. 340) nebo aspoň úhelník (obr. 341).

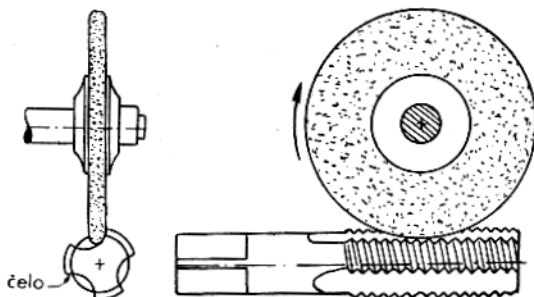
Ostření závitníků

Tupý závitník se při práci láme. Ostří se na čele zubů talířovitým nebo zaobleným kotoučem podle obr. 342. Drážka musí být hladká, aby mohly třísky dobře odpadávat.

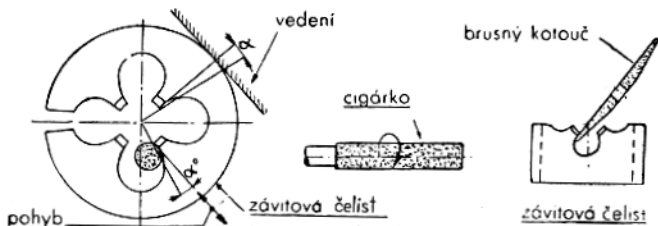
Závitové čelisti se brousí malými brusnými tělísky (t. zv. cigárky) podle



Obr. 340—341. Měření hrotu šroubových vrtáků.



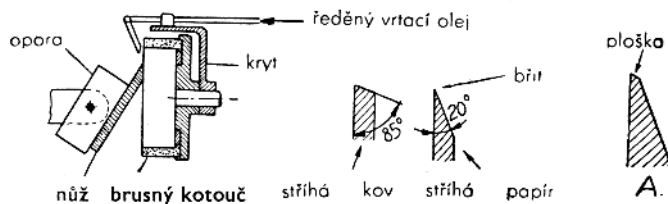
Obr. 342. Ostření závitníků.



Obr. 343—344. Ostření kruhových a kosých závitových čelistí.

obr. 343. Jsou opřena o vedení a vykloněna tak, aby úhel α byl asi 20° u ocelí, asi $1-5^\circ$ u mosazi.

Kosé závitové čelisti se ostří talířovitými kotouči, aby se nepoškodil sousední zub (obr. 344). Zpravidla se brousí v upínacích přístrojích, abychom dostali správné rezné úhly. (Viz též oddíl 22, Řezání závitů).



Obr. 345—346. Ostření nožů k nůžkám.

Nože k nůžkám se ostří podle obr. 345. Musí se vydatně chladit, aby se jemný břit nespálil. Brusný kotouč nesmí být příliš tvrdý, neboť břit se pak vyhřívá a praská v jemných trhlinách. Vždy je třeba ostřit břitem vzhůru, aby jemný břit přišel do styku s proudem chladicí tekutiny. Obtažovacím brouskem se pak ostří ohladí, zbaví jehly. Nevadí, když vznikne nepatrná ploška (lomený břit), podle obr. 346 A, která mnohem déle vydrží než táhlý břit.

Frézy, výstružníky a různé speciální nástroje se nikdy nemohou brousit ručně (některý zub by byl vyšší a byl by přetížen). Brousíme je vždy na strojích. Bude to probráno později v příručce o broušení nástrojů.

Podrobně pojednává o broušení spis Příručka pro brusiče, B. Dobrovolný, Práce 1953.

Novátorské pracovní metody (na př. větší řezné rychlosti) by mohly vést ke zhoršení trvanlivosti nástrojů, kdybychom nástroje vhodnou úpravou povrchu nezpevnili. Označíme-li cenu běžné konstrukční oceli 1, je cena uhlíkové nástrojové oceli 2, rychlořezné oceli 40, slinutých karbidů 400 až 800 (na př. v SSSR stojí dnes 1 tuna tyčové uhlíkové oceli 600 až 750 rublů, 1 tuna uhlíkové nástrojové oceli (na př. Y10A) 1300 až 1600 rublů a 1 tuna rychlořezné oceli (na př. P18 (PΦ1) 25 000 až 28 000 rublů). Proto musíme v praxi plně využívat všech známých způsobů zpevňování nástrojů, abychom šetřili nezbytnými vzácnými přísadami rychlořezných ocelí a slinutých karbidů.

Nástroj se zpevní tím, že se zvětší jeho odolnost proti otupení a opotřebení. Britý nástroj se opotřebuje otěrem a teplem. Upravujeme proto povrch nástrojů tak, aby co nejlépe vzdoroval opotřebení i žáru.

1. Hlazení (lapování) pracovních povrchů

Broušením (ostřením) se povrch nástroje mění různým způsobem a do různé hloubky. Proto velmi záleží na posledním ostření. Někdy se stává, že se zcela nový nástroj velmi rychle opotřebí právě tím, že jeho povrch byl odřením znehodnocen. Škodlivou tenkou povrchovou vrstvou odstraníme jemným hlazením (lapováním) a pak ještě můžeme povrch zpevnit na př. chromováním, kyanováním, ochlazením nebo elektrojiskrově.

Hlazením (lapováním) se odstraní nerovnosti na povrchové vrstvě a zlepší se hladkost povrchu. Hladíme buď lapovacími kotouči, nebo pastami. Kotouče mají při hlazení malou obvodovou rychlost, na př. 1,5 až 2,5 m/s, aby povrch co nejméně ohřivaly. Lapovací pasty, jimiž se hladí, obsahují hlavně kysličník chromu a mastné kyseliny (stearovou) a prodávají se v tyčinkách průměru na př. 2 cm. Pasta se nanáší v tenké vrstvě na litinový kotouč, který se namočí petrolejem. Na kotouč se mírně přitlačí hlazená plocha. Pasta působí mechanicky (obrusem) i chemicky (leptáním), rozkládá povrchovou vrstvu nástroje a tím zrychlí leštění.

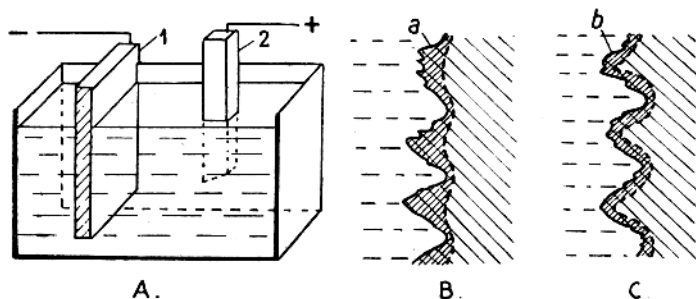
U hrubovacích nožů stoupla dokonalým hlazením trvanlivost 1,5násobně, u hladicích 2 až 3násobně, u vrtacích nástrojů 4násobně. Také u britů ze slinutých karbidů se trvanlivost značně zlepší (u hladicích strojů 2,5násobně).

2. Moření nástrojů

Naostřený, benzinem umytý nástroj se ponoří na 10 až 15 minut do roztoku kyseliny sírové a dusičné, do něhož je přidáno trochu modré skalice. Potom se kapalina ohřeje na 150 až 160° na půl hodiny až celou 1 hodinu, aby z povrchu vyprchal vodík, který působí křehkost. Takové moření zlepší trvanlivost nástrojů z rychlořezné oceli 1,6 až 3násobně při obrábění tvrdých materiálů (tvrdosti přes 210 H_B). U měkkých ocelí (do 210 H_B) nedává tak příznivé výsledky.

3. Elektrolytické leštění

Ve vaně z nerezavějící oceli je roztok kyseliny sírové a fosforečné. Olověná deska je katodou, t. j. záporným pólem, nástroj se spojí s kladným pólem (anodou) stejnosměrného proudu (obr. 347).



Obr. 347. Elektrolytické leštění.

A — schema zařízení (1 — olověná katoda, 2 — nástroj); B — elektrolytickým leptáním se ubírají vrcholy nerovností a, povrch se hladí; C — obyčejným leptáním se nerovnosti nevyhladí, povrch se leptá nerovnoměrně.

Elektrolyticky se odleptávají vyvýšené nerovnosti více než ostatní povrch, čili povrch se urovnává stejně jako leštěním. Kyseliny by samozřejmě leptaly povrch i bez přívodu proudu, nerovnosti by však zůstaly. Proudem se zesílí odleptávání vyvýšenin. Ve vaně se nástroje leptají 10 až 30 minut. Získá se povrch stejně dobrý jako při mechanickém vyleštění, práce však postupuje rychleji.

4. Tepelné zpracování nízkými teplotami

Po zakalení obsahuje rychlořezná ocel vedle tvrdého martensitu a ještě tvrdších karbidů též měkký austenit, který zmenšuje celkovou tvrdost zakalené oceli. Popouštěním po kalení se austenit mění v martensit (proto tvrdost rychlořezné oceli popouštěním trochu vzroste), ale nezmění se všechen. Část měkkého austenitu v oceli zůstane, zejména u málo legovaných

rychlořezných ocelí, v nichž je více chromu. Kdyby se zvýšila popouštěcí teplota (aby se zmenšil zbytek austenitu), je nebezpečí, že materiál ještě více změkne, protože martensit se mění v měkčí strukturní částice. Proto se někdy ocel popouští raději několikrát za sebou (až čtyřikrát), aby austenitu zbylo co nejméně.

Velmi snadno se toho dosáhne ochlazením na nízké teploty, na př. v zkapalněném kyslíku (-183°) nebo v zkapalněném dusíku (-196°). Stačí však i suchý led (tuhá kyselina uhličitá, -75°). Tvrdost oceli tím vzroste o jeden až dva stupně podle Rockwella. Místo tvrdosti $H_{RC} = 62$ až 63 , kterou má rychlořezná ocel po kalení a popouštění, má ocel po kalení a zpracování chladem tvrdost $H_{RC} = 64$ až 65 .

Zdálo by se, že zvýšení tvrdosti o pouhý jeden až dva stupně je zcela bezvýznamné, pokusy však dokázaly, že má veliký vliv. Zpracováním chladem vzrostla průměrná trvanlivost soustružnických nožů o 20%, tvarových nástrojů o 15%, upichovacích nožů o 35% atd. Zpracování chladem nahradí tedy částečně i leštění nebo elektrolytické leštění, plně se mu však vyrovnat nemůže, protože nezmenšuje drsnost povrchu.

5. Chromování nástrojů

Chrom vyniká nejen stálostí (odolností proti korozi), ale i velkou tvrdostí a odolností proti opotřebení. V Mohsově stupnici tvrdosti, kde má diamant číslo 10, má chrom číslo 9 a železo číslo 4,5. Chrom je nejčastější legovací přísadou slitinových ocelí a je obsažen ve více než 90% všech slitinových ocelí. Přímo z chromu se však nástroje nemohou dělat, protože není kujný. Dobře však se osvědčuje vrstva chromu na pracovních plochách nástrojů, protože značně zlepšuje jejich trvanlivost. Nástroje se chromují několika způsoby:

Při *galvanickém chromování* je ve vaně s roztokem solí chromu nástroj zavěšen na katodě a anodou je olověná deska. Chromování trvá několik minut; vznikne vrstva dva až deset mikronů tlustá, s tvrdostí $H_{RC} = 70$, t. j. o 5 až 8 stupňů více než tvrdost zakalené rychlořezné oceli. Mohou se tak chromovat i malé nástroje. Při obrábění měkkých kovů se jejich trvanlivost chromováním prodloužila 2,5 až 4násobně. Po chromované ploše tříska lépe klouže. To má význam hlavně při obrábění houževnatých materiálů. Už při 500°C je chrom měkčí než zakalená rychlořezná ocel, takže chromované nástroje špatně odolávají vyšším teplotám. Má proto smysl chromovat jen takové nástroje, které se při práci nezahřívají přes 500° , tedy hlavně nástroje pro jemnější práce. Hrubovací nástroje se nechromují, protože se při obrábění zahřívají na vyšší teploty.

Při *thermochromování* se nástroje ohřívají v utěsněné peci na 900 až 1000° . Peci proudí po několik hodin plyn obsahující v chemické vazbě chrom (sloučenina chromu s chlorem).

Vysokou teplotou se plyn rozkládá, chrom přichází do styku s povrchem nástroje a difusí proniká do oceli. V povrchové vrstvě nástroje se vytvoří velmi tvrdé karbidy chromu (sloučeniny chromu s uhlíkem). Protože proces probíhá při vysoké teplotě, musí být zařazen před kalení. Chromovaný nástroj pak může obrábět i sklo, kalenou ocel atd.; jeho trvanlivost vzroste 1,5 až 2násobně.

Také se chromuje v prášku ferrochromu v ocelových krabicích. Utěsněné krabice s práškem, v němž jsou nástroje, zahříváme na vysokou teplotu (asi 1000°). Chrom opět vniká difusí do povrchu nástrojů. Tento pochod se také nazývá tvrdým chromováním. Thermochromování a tvrdé chromování se v podstatě od sebe neliší; proti galvanickému chromování mají hlavně tu přednost, že se vrstva na povrchu neloupe, je spojena s tělesem nástroje a je zcela stejnoměrná. Galvanické chromování je však mnohem jednodušší, a proto i rozšířenější než thermochromování.

Chromují se nástroje z uhlíkové i z rychlořezné oceli. Často se chromovaný nástroj z uhlíkové oceli vyrovná rychlořeznému, takže nahradí drahou rychlořeznou ocel.

6. Kyanování nástrojů

Tento pochod se podobá thermochromování. Povrch se nasycuje za vyšší teploty dusíkem a uhlíkem. Od toho je i název pochodu, neboť sloučenina uhlíku s dusíkem se nazývá kyan. Známe tři způsoby kyanování: v kapalině, v plynu a tvrdé kyanování.

Při kyanování v kapalině jsou ve vaně kyanidy (dusičné a sodné soli kyanu), roztavené při teplotě 550 až 570°. Nástroj je v lázni ponořen 10 až 45 minut. Difusí vniká uhlík a dusík povrchem nástroje do hloubky 0,02 až 0,05 mm. Tím se vytvoří velmi tvrdé karbidy a nitridy. Povrch nástroje je lepší než chromovaný; zachová tvrdost do teploty 600°, takže dobře odolává opotřebení i pracovní teplotě. Hlavní nevýhodou kyanování v kapalině je, že kyanidy jsou velmi jedovaté, nebezpečné pro obsluhu i v nepatrných dávkách. Proto musí být zavedena zvláštní bezpečnostní opatření, práce je tím velmi znesnadněna a stále životu nebezpečná. Hledaly se jiné, bezpečnější způsoby kyanování.

Při kyanování plynem se nástroje v utěsněné peci ohřívají asi na 550 až 570°. Pecí prochází čpavek a plyny vzniklé ohřátím petroleje na teplotu asi 800°. Z těchto plynů proniká difusí do povrchu nástrojů uhlík, ze čpavku dusík. Za 3 až 4 hodiny se vytvoří vrstva tlustá 0,02 až 0,03 mm (můžeme však vytvořit i vrstvy tlusté 0,5 mm, přidáme-li do pece hliníkové třísky, jež pomáhají rozkládat čpavek i uhlovodíky a odstraňují vodík, který kyanování brzdí). Pochod je bezpečný, zařízení však je dosti nákladné. Proto byl vypracován třetí způsob kyanování, t. zv. tvrdé (nebo suché) kyanování.

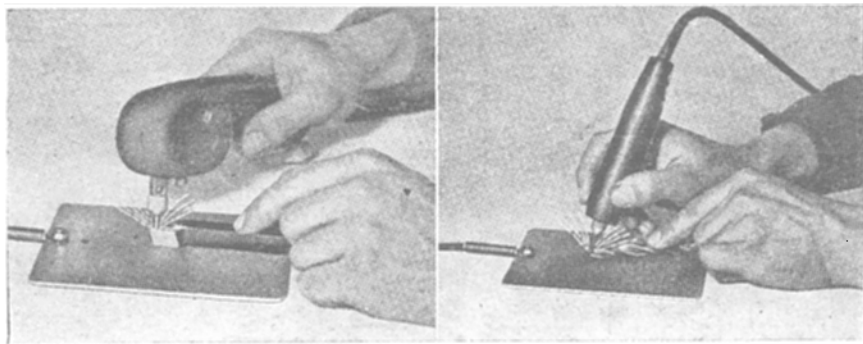
Při tvrdém kyanování jsou nástroje v drti dřevěného uhlí, sody a žluté

krvinní soli zabaleny do ocelových krabic. Utěsněné krabice se zahřívají v peci na 550—570 °C po několik hodin. Tohoto způsobu se používá hlavně v maloseriové výrobě, pro menší počet nástrojů.

Kyanování v roztavených solích probíhá velmi rychle, za 10—15 minut se může nástroj vyjmout a zkontrolovat. V plynu nebo při tvrdém kyanování není tento postup možný, protože všechny nástroje musí zůstat v krabici v peci stejně dlouho. Tvrdá vrstva, vytvořená kyanováním, je plochá a ubírá se ostřením. Můžeme kyanovat jen nástroje z rychlořezné oceli a z některých ocelí s velkým obsahem chromu. Uhlíkové a málo legované oceli se nedají kyanovat, protože žár při kyanování (550—570⁰) je vyšší než jejich popouštěcí teplota (na př. 200⁰). Vytvořila by se tvrdá kyanovaná vrstva na měkčím podkladě, která by se snadno porušila. Rychlořezné oceli a oceli s větším obsahem chromu popouštíme asi při stejných teplotách jako při kyanování, proto jejich tvrdost ohrátím při kyanování neklesá. Kyanování má ještě i tu výhodu, že se jím zmenší tření mezi třískou a nástrojem. Tření je totiž menší, třou-li se po sobě dva nestejně materiály (zde tříška po kyanované vrstvě).

7. Elektrojiskrové zpevňování břitů nástrojů

Chromování nebo kyanování se nehodí pro všechny druhy nástrojů. Někdy je tvrdá vrstva na hranách křehká, choulostivá, ostřením se vždy zpevňovaný povrch odbrousí. Pochod se musí opakovat po každém ostření.



Obr. 348. Elektrojiskrové zpevňování čela soustružnického nože a šroubovitého vrtáku přístrojem ZN 88, Křížík, n. p.

Také se tím nezvětší odolnost nástroje proti žáru. Proto často neumožní chromování ani kyanování nástroje zvětšit řeznou rychlost. Elektrojiskrové zpevňování břitů je výhodnější. Ve vibrátoru, který na př. 100krát za vteřinu kmitá, je upevněna elektroda, na př. ze slinutého karbidu, mající tvar

tyčinky. Vede se do ní jeden pól elektrického proudu. Druhý pól je spojen s nástrojem. Kmitáním se přerušuje styk elektrody s nástrojem, takže přeskakují rychle za sebou malé jiskry. Vytváří se teplota několika tisíc stupňů. Konec elektrody se taví, maličké částice z elektrody přecházejí i do zpevňovaného povrchu. Vysokou teplotou se dále v povrchu vytvářejí tvrdé karbidy a nitridy, které zpevní povrch. Také se do povrchové vrstvy nástroje dostává wolfram z elektrody, a tím se zvětšuje odolnost proti opotřebení a žárovzdornost povrchu. Břit se zpevní těsně vedle ostří za několik minut. Technologické podmínky práce (přístroje, rychlosti atd.) popisuje brožura *Technologické postupy při elektrojiskrovém zpevňování*, Práce 1953. Protože zpevňování je rychlé, může se snadno opakovat po každém ostření. Elektroda bývá též z měkkého grafitu, který podporuje vznik karbidů v oceli. Pro hrubovací nástroje se zpravidla používá elektrod z karbidů, pro hladicí nástroje elektrod grafitových.

Trvanlivost nástrojů se elektrojiskrovým zpevněním značně prodlouží, zejména při obrábění tvrdých ocelí (u rychlořezných nožů na trojnásobek, u vrtáků až na desateronásobek). Proto lze i značně zvětšit řezné rychlosti. Příklady elektrojiskrového zpevňování ukazuje *obr. 348*.

(Vývoja výzkum elektrojiskrového zpevňování není ještě zdaleka ukončen a proto je třeba brát velmi opatrně všechny údaje o něm. *Pozn. red.*)

Oné památné noční směny r. 1935, kdy mladý horník Alexej Stachanov narubal 102 tuny uhlí za směnu, zažehla stachanovština jako jiskra požár hnutí nevidaného v dějinách práce. Stachanovci se ve všech oborech přímo rojili, stali se zářivým vzorem pro každého pokrokového pracovníka. Dávno už překonali původní výkony, stávají se z nich stále více hospodáři podniků, nositelé nových forem práce a přední bojovníci za vyšší produktivitu práce.

V čem je vlastně podstata stachanovské práce, která vede k tak dobrým výsledkům? Každá práce se rozdělí na jednoduché výkony a ty se zlepšují podrobným studiem, lepším využitím strojů a materiálu, lepší přípravou a obsluhou i větší zručností. Tak se nakonec některé úkony vůbec vyřadí, jiné se zlepší, zkrátí, zmechanisují. Namáhavost práce se zmenší a výsledek je lepší. Pracovní časy se přizpůsobují technickému pokroku a nadšení pracujících.

Stále musíme pamatovat, že stachanovci nezkracují jen strojní čas (zvětšováním řezných rychlostí, prací s několika nástroji najednou, sdruženým obráběním několika součástí), nýbrž že zkracují také podstatně čas na vedlejší operace (upínání, měření) i čas na přípravu výroby. Zlepšují upínání, měření, ovládání stroje, mechanisují některé práce, obsluhují několik strojů najednou, prostě organisují lépe svá pracoviště. Nespokojují se však jen s výkonem. Organisují práci beze zmetků, studují a zevšobecňují své pracovní metody a šíří je mezi ostatní pracovníky. Tak se všichni dělníci dostávají na úroveň nejlepších pracovníků, roste celková produktivita práce, výroba se zdokonaluje a stále bohatěji se rozvíjí život všeho lidu.

Největším přínosem stachanovců je snad to, že dokazují, jak užitečné je vyšší odborné vzdělání, jak lze setřít podstatný rozdíl mezi inženýrem a dělníkem, jak může nadšený pracovník přispět ke zvýšení úrovně celého kolektivu.

„Pomáhej méně výkonným a přispívej tak ke společnému vzestupu,“ to je nepsaný zákon nové, socialistické společnosti. Úspěchy celého kolektivu povzbuzují pak každého pracovníka k novým výkonům. Každý má být hrdý na svůj závod, na jeho úspěchy, na svou práci, která je věcí cti a slávy.

Pokroková organisace výroby umožňuje dosáhnout lepších výsledků s vynaložením menších nákladů. Na každé práci lze něco zdokonalit, když soustavně sledujeme a odstraňujeme závady. Někdy se pro zlepšení výroby nebo

pro zlevnění konstrukce musí změnit tvar, rozměry, materiál nebo navrhnout nové stroje a náradí. Přitom se nejlépe uplatní zlepšovací návrhy nejširšího okruhu pracujících.

Zkušenosti ukázaly, že výbornou pomůckou ke zvyšování produktivity je *rozpis plánu až na pracoviště*. Dílenská plánovací kancelář rozepíše program dílny na jednotlivá pole, operace, směny. Mistr rozdělí úkoly na každý den mezi dělníky. Dělník pak ví, jakou část směnového úkolu má plnit za každou hodinu. Může stále sledovat průběh práce a její výsledek, zdržení jej mobilisuje k většímu výkonu. Zvýší se pracovní kázeň, každá závada se může včas odstranit. Se stachanovskými pracovními metodami se dělníci nejlépe seznamují ve *stachanovských školách*. Pojem školy se zde rozšířil, dílna se mění ve školu, v níž nejlepší pracovníci vykládají ostatním soudruhům, jak dosahují vysoké produktivity. Nepodaří se nám dodat rukám dovednost, dokud neprovedeme převrat ve vědomí. Školení překonává u jedněch nesmělost, u jiných lhostejnost a netečnost. Probouzí v pracujících pocit hospodářů a správný poměr k práci.

Stachanovské pracovní metody se rozebírají a studují ve *školách vysoké produktivity práce*, kde se hledají nejlepší pracovní potupy a s těmi se pak seznamují všichni dělníci. Tak se dostává celá dílna na úroveň stachanovců. Jedním z nejúčinnějších způsobů školení je instruktáž na pracovišti. Je vážná otázka, kdo má být instruktorem. Odpověď je samozřejmá: nejlepší pracovníci z dílny. Slyšíme někdy námitky, že nejlepší pracovníky nelze pro tento úkol uvolnit, protože by tím trpěl výrobní program. To je nesprávný názor. Instruktorem může v krátké době vyučít celou skupinu pracujících a výrobní program bude pak plněn daleko lépe.

Socialistické soutěžení je první podmínkou rozvoje socialistického hospodářství. Opírá se o ně nová pracovní kázeň v socialismu, kdy práce se přestává jevit jako nutné zlo a stává se postupně věcí etí, slávy a hrdinství. Je třeba překonávat staré předsudky v myšlení lidí, vést lidi k vědomí, že přední pracovníci mají pomáhat pracovníkům méně výkonným, aby se dosáhlo společného celkového vzestupu. Hlavní otázky rozvoje socialistického soutěžení řešil prezident republiky Klement Gottwald v projevu k nejlepším pracovníkům 30. dubna 1951:

„Za prvé: Chci-li zítra pracovat lépe, musím vědět, jak pracuji dnes. Někdy se pracovní výkon neměří vůbec, nýbrž jen odhaduje. Ale i když se pracovní výkon měří, nemáme zpravidla spolehlivého měřítka, podle kterého bychom mohli posoudit, zda je nízký, vysoký nebo mimořádný. Tímto měřítkem by měly být naše výkonové normy, ale i tam, kde jsou, jsou zpravidla zastaralé a překonané, a proto nemohou sloužit jako měřítka.

Za druhé: Ví-li, jak pracuji dnes, pak teprve si mohu plně uvědomit, že je třeba a je možné, abych v zájmu svém i v zájmu celé společnosti a socialismu svou práci zlepšil, a tím svůj výkon zvýšil. Že toho lze dosáhnout bez větší dřiny, bez přesčasů a nedělní práce, a to celkem jednoduchým způ-

sobem, toho je důkazem široké hnutí socialistického soutěžení, které zachvacuje dělnickou třídu stále víc a více. Je jen třeba již jednou nejen používat rukou, nýbrž i hlavy a pracovat promyšleněji a dovedněji. Je třeba si práci opravdu připravit a organisovat. Taková příprava a organisace práce není ovšem věcí jednotlivce, nýbrž celé dílny a celého závodu, po případě i podniku a celého odvětví, zejména tedy mistrů, techniků, konstruktérů a vedoucích. Z toho vyplývá, že bez řádné přípravy a organisace práce není socialistického soutěžení.

A za třetí: Mám-li svou práci rozumně připravenou a organisovanou, zbývá mi ještě mnoho možností, jak ji dále zlepšovat a zvyšovat svůj výkon, a to zavedením nové, lepší výrobní techniky a nové, lepší organisace práce. Z toho vyplývá: Na cestě dalšího rozvoje socialistického soutěžení je třeba pozvednout soutěžení na vyšší úroveň novátorskou využitím zkušeností sovětských stachanovců.“

Ženy ve strojárnách byly dříve vidány jen zřídka, u podřadných prací. Nemohly si vydělat ani tolik jako muži, protože podle starých kapitalistických zásad dostávaly menší mzdu. Dnes se postavení žen ve výrobě zlepšilo. Muže a ženy staví do jedné řady odborná zdatnost, kvalifikace pro práci, kterou do nedávna uměli konat jen vyučení řemeslníci. Z rovnosti práv a povinností vyplývá, že žena dostává stejnou mzdu jako muž při stejném výkonu a nic jí nebrání v postupu na odpovědná místa.

Ženám, které nově nastupují do průmyslu, se na první pohled zdá, že se takové práci nikdy nenaučí. To jsou ovšem zcela zbytečné obavy, zbylé ze starých dob, když u strojů pracovali jen muži. Práce ve strojárnách je pro ženy cennou školou života. Bez hrdinné práce žen a mládeže v průmyslu bychom nikdy nedosáhli nejvyšších cílů.

Za socialismu se práce po prvé v dějinách stává věcí statečnosti a cti. Práci vyjadřují miliony našich občanů lásku ke své vlasti. Vznikají nové výrobní vztahy, založené na soudružské spolupráci a vzájemné pomoci. Nejkrásněji se tyto vztahy projevují v socialistickém soutěžení. Důležitým předpokladem k dosažení úspor pracovního času a tím ke zvyšování produktivity práce je technické normování výkonu. Protože bez zvyšování produktivity práce je rozvoj socialistického hospodářství nemyslitelný, promluvíme podrobněji o základech technického normování výkonu. (Tento odstavec je zpracován podle brožury *J. M. Punskeho* „O základech technického normování výkonu“, vydané v Práci r. 1952).

Technické normování výkonu a produktivita práce

Za socialismu má věda a technika ulehčit a obohatit práci dělníků. Produktivita práce roste zlepšováním technického vybavení, mechanisací namáhavých prací, zaváděním nové techniky, využitím největší kapacity strojů. Kontrolují a zlepšují se pracovní postupy a vylučují se ztráty pracovního času, až se najde postup, který je nejproduktivnější.

Rozhodující výrobní silou jsou vždy lidé. Proto má největší význam organizace lidí ve výrobě, organizace jejich práce. K tomu však potřebujeme normy spotřeby pracovního času k vykonání každé práce. Podle slov J. V. Stalina jsou technické normy nezbytné také proto, aby nabádaly zaostalejší masy dostihnout pokročilejší pracovníky.

Abychom mohli podle zásluhy odměňovat za množství a jakost vykonané práce, zavádíme *úkolovou mzdu*. Na každou práci se stanoví úkolová sazba. Norma času stanoví *množství práce*, jež bylo vynaloženo, a *jakost* práce určí *mzdová třída* podle tarifní stupnice, platné v závodě, a podle katalogu práce.

Práci hodnotíme podle požadavků, které klade na toho, kdo ji vykonává.

První požadavek = odborné znalosti.

Druhý požadavek = zručnost.

Třetí požadavek = odpovědnost — mravní i hmotná.

Čtvrtý požadavek = námaha tělesná i duševní.

Pátý požadavek = vlivy, jež práci znesnadňují — horko, zima, sucho, pára, výpary, oleje, chemikálie a pod.

Podle těchto požadavků byla všechna manuální činnost zhodnocena a zařazena do Státního katalogu prací, kde je práce zařazena podle jakosti a obtížnosti do 8 tříd. Práce jsou zařazeny do tříd v takovém pořadí, že nejjednodušší se zařazují do třídy první, práce nejobtížnější a nejkvalifikovanější do třídy osmé. Podle znaků, které byly vytvořeny pro jednotlivé třídy, zařazujeme práce do tříd asi takto:

Do 1. třídy: Nejjednodušší práce, které lze vykonávat bez jakéhokoli výcviku a zaučování, po stručném poučení.

Do 2. třídy: Jednoduché práce, které vyžadují zapracování až 3 měsíců a jistých, ale omezených znalostí věci a práce.

Do 3. třídy: Nacvičitelné a naučitelné práce, vyžadující zapracování nejméně 3 měsíců a s tím spojené jednostranné znalosti, cvik a zkušenost.

Do 4. třídy: Jednoduché odborné práce, vyžadující již odborné znalosti práce, větší výcvik a zručnost.

Do 5. třídy: Běžné odborné práce, vyžadující takové znalosti, jakých se dosáhne zpravidla vyučením, doplněným delšími zkušenostmi.

Do 6. třídy: Složitější odborné práce, vyžadující úplné znalosti oboru, zejména zručnosti a zkušenosti, kterých lze nabýt dlouhou praxí.

Do 7. třídy: Velmi odpovědné odborné práce, vyžadující dlouholetých zkušeností nebo i větších znalostí theoretických a předpokládající úplnou samostatnost.

Do 8. třídy: Mimořádné odpovědné odborné práce, pro které nejsou podmínky, pouze kusé dispozice, a jež vyžadují mistrné dovednosti, zkušenosti a úplné samostatnosti.

Zvýšené pracovní zatížení, t. j. ve zvýšené míře se vyskytující ztěžující vlivy pracovního prostředí, mohou zvýšit hodnotu práce o jednu nebo dvě třídy. Soustava se osvědčila a zavádí se do všech oborů práce. Každá pracovní třída má svůj mzdový základ. Rozdíl v základní mzdě mezi sousedními třídami je 12%.

Soustava mezd podle zásluhy, tak jak je u nás vytvořena, znamená krok k zavedení pořádku.

Stát, který všemožně podporuje snahu pracujících o zvýšení kvalifikace, zaručuje vyšší odměnu za práci kvalifikovanou. Každý dostává zapláceno za to, co umí a co udělá. Mzdy ovšem nesmějí stoupat stejně rychle nebo dokonce rychleji než produktivita práce. Produktivita musí růst rychleji, aby se snížily vlastní náklady výroby a aby se mohly snížit spotřebitelské ceny, což znamená vzestup reálných mezd.

Norma jako základ závodního plánu

Základem pro vypracování hospodářského plánu závodu jsou normy; normy spotřeby pracovního času, normy využití strojů i normy spotřeby materiálu, paliva, energie, nástrojů musí směřovat k nejuplněnějšímu využití

pracovního času a k nejlepšímu využití výrobního zařízení i materiálu, musí se v nich přihlížet ke zkušenostem a úspěchům předních pracovníků atd. Velmi důležité jsou normy pracovního času. Podle nich se určuje využití dílen, sestavuje se výrobní program dílen i úkoly pro jednotlivá pracoviště a stanoví se počet dělníků i mzdové fondy. Všechny normy musí být pokrokové (progresivní), neboť jen takové normy mobilisují pracující k boji za splnění a překročení plánu.

Druhy spotřeby pracovního času

Abychom mohli stanovit technickou normu času pro určitou práci, musíme vědět, kolik času je k vykonání této práce zapotřebí. Spotřeba pracovního času na jednotlivé práce bývá velmi rozmanitá. Jeden druh pracovního času se opakuje u každého výrobku, jiný se vyskytuje jen jednou při plnění pracovního příkazu atd. Proto je třeba pro technické normování rozdělit časy do určitých skupin tak, aby všechny druhy spotřeby pracovního času, charakterizované stejnými znaky, byly zasazeny do jedné skupiny.

Pracovní doba, t. j. doba, kdy je dělník v práci, rozděluje se na *čas práce*, t. j. na dobu, kterou dělník spotřebuje na vykonání práce, a na *čas přestávek*, t. j. na dobu, kdy dělník nepracuje na výrobním úkolu.

Čas práce se dělí na *čas na přípravu a zakončení*, na *prováděcí čas* a na *čas na obsluhu pracoviště*.

Čas na přípravu a zakončení je pracovní čas, který dělník spotřebuje, aby se seznámil s prací, přečetl výkres, připravil pracoviště, upnul nástroje a přípravky, seřídil stroje a aby vykonal práce, které souvisí s dokončením výroby celé dávky výrobků, s její úpravou a odevzdáním oddělení technické kontroly. Čas na přípravu a zakončení se vynakládá jen jednou při celé dávce výrobků zhotovovaných bez přerušení podle určitého pracovního příkazu a nezávisí na počtu kusů v dávce.

Prováděcí čas je pracovní čas, který se spotřebuje přímo na zhotovení výrobní jednotky (každého výrobku). Skládá se z *hlavního* (technologického) a *vedlejšího* času.

Hlavní (technologický) čas je čas, který dělník vynaloží na přímé uskutečnění cíle procesu. Na příklad při soustružení hřídele na soustruhu je hlavním časem čas na ubírání třísky z hřídele. Hlavní čas může být:

a) *strojní*, dosáhne-li se cíle technologického procesu strojem bez přímé účasti dělníkovy (při soustružení hřídele na soustruhu s automatickým posuvem nože);

b) *strojně ruční*, dosáhne-li se cíle technologického procesu strojem za přímé účasti dělníkovy (při soustružení kužele na soustruhu s ručním posuvem nože);

c) *ruční*, dosáhne-li dělník cíle technologického procesu bez pomoci stroje (na příklad piluje-li zámečnickou součást upnutou ve svěráku).

Vedlejší čas je pracovní čas, který dělník spotřebuje na úkony, bez nichž nemůže být vykonána hlavní práce. Na příklad spotřeba pracovního času na to, aby byl upnut hřídel na soustruhu, aby byl spuštěn stroj, nastaven nůž, zapnut a vypnut posuv nože, zastaven stroj, aby byl změřen průměr po obrobení, odepnut a odložen hřídel se stroje — to vše je vedlejší čas. Nejčastěji to bývá čas ruční.

Čas na obsluhu pracoviště je čas, který dělník vynakládá na udržování pracoviště ve stavu vhodném pro práci. Sem patří čas na rozložení a úklid nástrojů na začátku a na konci směny, na kontrolu a zkoušení strojů, na ometání třísek se stroje, na mazání a čištění stroje, na výměnu otupeného nástroje a na seřízení strojů při práci.

Čas na přestávky se rozlišuje podle příčin, které zdržení způsobily. Některé přestávky v práci závisí na dělníkovi, jiné na něm nezávisí. K prvnímu druhu přestávek patří přestávky na oddech a osobní potřeby, přestávky vzniklé z porušení pracovní kázně a z náhodných příčin, souvisejících s osobou dělníkovou. Přestávky na dělníkovi nezávislé jsou přestávky pro technické závady (nesprávné seřízení nebo porucha stroje, zlomení nástroje atd.) a organizační nedostatky (čekání na práci, materiál a nástroje; čekání na seřizovače, opraváře, kontrolora, mistra; přerušení dodávky elektrického proudu). Všechna zdržení v práci, kromě přestávek na oběd a na osobní potřeby v rozsahu stanoveném normami platnými v závodě, jsou zcela zjevné ztráty pracovního času. Úsilí širokých mas pracujících musí směřovat k boji proti ztrátám pracovního času, protože odstranění těchto ztrát je jedním z nejdůležitějších zdrojů růstu produktivity práce.

Technická norma času a norma výkonu

Technickou se nazývá taková norma, která se stanoví výpočtem po zjištění způsobu nejproduktivnější práce. Technická norma předpokládá:

a) dělníka příslušné kvalifikace (jehož mzdová třída odpovídá tarifní třídě práce, kterou koná), který má potřebné zkušenosti a zručnost a jehož produktivita práce převyšuje průměrnou produktivitu práce všech dělníků na určitém úseku a blíží se produktivitě nejlepších pracovníků;

b) co nejúčelnější využití výrobních možností strojního zařízení, na němž se koná uložená práce;

c) správnou organizaci pracoviště;

d) že dělník nedělá zbytečné úkony a pohyby; plně využívá pracovní doby.

Technická norma se stanoví buď jako norma času, nebo jako norma výkonu.

Norma času stanoví množství času, potřebné na jednotku zpracovávané produkce.

Norma výkonu udává množství výrobků, které je třeba vyrobit za jednotku času.

Technická norma času se skládá z normy času na přípravu a zakončení (čas přípravný) a z normy času na jednotku, na kus (čas jednotkový, kusový).

Do normy času na kus patří:

- a) hlavní (technologický) čas,
- b) vedlejší čas,
- c) čas na obsluhu pracoviště,
- d) čas na oddech a osobní potřeby.

Norma výkonu se stanoví na směnu, koná-li se na určitém pracovišti ale spoň po jednu celou směnu stejná práce. Jestliže se na pracovišti ve směně dělá několik různých prací, dostane dělník na každý druh práce normu času.

Normy výkonu se stanoví v hromadné výrobě a při výrobě ve velkých seriích, kde přípravné a zakončovací práce dělají zvláštní seřizovači a výrobní dělník koná hlavně prováděcí práci. Proto se norma výkonu na směnu zpravidla určuje dělením délky směny spotřebou času na jeden kus. Činí-li na příklad spotřeba času na jeden kus 20 minut, stanoví se při normální osmihodinové pracovní době norma výkonu takto:

$$480 : 20 = 24 \text{ kusů.}$$

Výrobní operace a její hlavní části

Norma spotřeby pracovního času se stanoví zpravidla na každou výrobní operaci.

Operaci rozumíme část výrobního procesu, kterou koná na určité surovině, materiálu, polotovaru atd. jeden dělník nebo skupina dělníků (četa) na jednom pracovišti.

Abychom mohli stanovit technickou normu pro určitou operaci, musíme znát všechny úkony, ze kterých se skládá. Výrobní operace se skladbou i obsahem velmi různí (obrábění, montáž atd.). Operace dělíme na *úseky*.

Úsek je část operace, vykonávaná jedním nástrojem a za neměnicího se počtu otáček stroje a technologického rázu i rozsahu práce. Jestliže se některá z těchto podmínek změní, vzniká nový úsek operace.

Vyložíme si pojem úseku operace na několika příkladech. Soustružník nejprve obrábí jednu a pak druhou plochu součásti; nemění nůž ani počet otáček, ani hloubku třísky nebo posuv. To jsou dva úseky jedné soustružnické operace, protože se mění obráběná plocha. Obrábí-li soustružník stejnou plochu součásti nejprve uběrákem a pak špičákem, jsou to rovněž dva úseky téže operace, protože se dělají různými noži. Obrábí-li soustružník jednu plochu součásti týmž nožem a ubírá-li napřed hrubou a pak jemnou třísku, jsou i to dva úseky jedné operace. Operace se dále dělí na úkony, které se mohou sdružovat ve skupiny (komplexy) úkonů.

Úkon je ukončená činnost, která má svůj zvláštní účel. Na příklad operace „soustružit čelo součásti upnuté ve sklíčidle“ má úkony: 1. vložit sou-

část do skličidla; 2. uchopit klíč, přinést jej, vložit do otvoru skličidla, upnout součást, vyjmout klíč a odložit jej; 3. spustit soustruh; 4. přisunout nůž; 5. soustružit čelo; 6. odsunout nůž; 7. zastavit soustruh; 8. uchopit klíč, přinést jej, vložit do otvoru skličidla, uvolnit součást, vyjmout ji a odložit.

Úkon se skládá z jednoho nebo několika *pracovních pohybů*. Na příklad úkon „uchopit součást, přinést ji a vložit do skličidla“ se skládá z těchto pracovních pohybů: 1. uchopit součást, 2. přinést ji, 3. vložit ji do skličidla. Pro technické normování výkonu postačí často rozdělit operaci na jednotlivé skupiny (komplexy) úkonů. V uvedeném příkladu — soustružit součást na čele — mohou být vybrány tyto komplexy (skupiny) úkonů: 1. vložit a upnout součást do skličidla; 2. spustit stroj a přisunout nůž; 3. vrátit nůž do původní polohy a zastavit soustruh. Každý z těchto komplexů sdružuje úkony spjaté pořadím provádění. Takovým komplexům úkonů říkáme technologické.

Prověrka výrobních možností pracoviště

Stanovení technické normy výkonu pro určitou operaci má začít prověrkou výrobních možností pracoviště. Tato prověrka se vztahuje na výrobní možnosti strojního zařízení a na organizaci pracoviště. Ukazatelem výrobních možností strojního zařízení je množství výrobků předepsané jakosti, které může být vyrobeno na určitém strojním zařízení za časovou jednotku. Abychom mohli prověřovat výrobní možnosti strojního zařízení, musíme znát jeho pracovní možnosti. Proto se pro každý stroj sestaví zvláštní strojní list, v němž se uvedou všechny technické údaje, jež charakterisují stroj, a údaje o jeho pracovních možnostech (na př. ve strojním listu soustruhu se uvádí, s jakým počtem otáček za minutu a s jakým posuvem na jednu otáčku se na tomto stroji může pracovat).

Výrobní možnosti strojního zařízení se neprověřují všeobecně, nýbrž se zřetelem ke konkrétní operaci, která se na něm dělá. Nejprve se zjistí, jakých rezných rychlostí a posuvů se používá při jednotlivých úsecích dané operace; pak se zjišťují pracovní možnosti stroje podle strojního listu, se zřetelem k požadavkům kladeným na výrobky. Porovnáním těchto možností se skutečností se ukáže, jak je využito výrobních možností strojního zařízení.

Při prověrce pracoviště zjišťujeme, jak je na něm rozložen materiál, polotovary, součásti, nástroje, přípravky atd. Je-li vše, co dělník potřebuje, umístěno na pracovišti účelně, spotřebuje dělník na příslušné úkony méně pracovního času, než když je na pracovišti nepořádek a dělník musí dělat zbytečné úkony a pohyby. Dále zkoumáme, jak je postaráno o obsluhu pracoviště vším nezbytným pro práci. Jestliže je vše, co dělník potřebuje (materiál, nástroje, přípravky atd.), dopravováno až k pracovišti, koná dělník jen ty úkony, které jsou nezbytně nutné k tomu, aby splnil výrobní úkol. Musí-li si vše, co k práci potřebuje, sám dopravovat, ztrácí neproduktivně pracovní čas.

Stanovení nejproduktivnějšího postupu práce

Po prověření výrobních možností pracoviště přistoupíme ke stanovení nejproduktivnějšího postupu práce. Tento předpis obsahuje pracovní podmínky strojního zařízení (otáčky a posuvy) a souhrn i sled dělníkových úkonů.

Pracovní podmínky strojního zařízení se stanoví podle výsledků prověrky jeho výrobních možností se zřetelem k podmínkám, jichž užívají vynikající pracovníci při téže nebo obdobné práci.

Souhrn a sled úkonů se stanoví ve výčtu jednotlivých úkonů nebo větších či menších komplexů úkonů, které musí dělník vykonat, když plní danou operaci. Výsledky prověrky výrobních možností pracoviště se porovnávají s úkony nebo komplexy úkonů, které konají vynikající pracovníci při téže nebo obdobné operaci.

Abychom tedy mohli v každém konkrétním případě stanovit předpis nejproduktivnější práce, musíme mít k dispozici roztříděný materiál o pokrokových výrobních methodách. Proto musí mzdové komise při závodních výborech usilovat o to, aby závodní normovači soustavně studovali a zevšeobecňovali pokrokové výrobní metody tím, že budou sestavovat speciální listy údernických pracovních method. Na takovém listu musí být popsáno, jak koná vynikající pracovník danou práci, jaké volí pracovní podmínky, jaké úkony dělá a v jakém sledu. Na listu musí být popsána též organizace pracoviště. Zveřejnění listů stachanovských pracovních method vytvoří potřebnou základnu jednak pro stanovení technické normy, jednak pro uplatnění pokrokových výrobních method.

Výpočet prováděcího (operačního) času

Když byl stanoven předpis nejproduktivnější práce, stanoví se normy spotřeby pracovního času výpočtem. Základní částí normy je čas prováděcí (operační), t. j. čas hlavní a vedlejší. Hlavní čas bývá při těchto pracích strojní nebo strojně ruční a vedlejší čas bývá ruční. Délka hlavního času závisí na tom, jak je využito výrobních možností strojního zařízení; ukazatelem jejich využití jsou pracovní podmínky strojů (na př. u soustruhu počet otáček za minutu a velikost posuvu v milimetrech na jednu otáčku při obrábění vůbec). Při výpočtu hlavního času se tedy při normování strojních prací vychází ze stanovených údajů o nejproduktivnější práci strojů z posuvů a rychlostí atd.

Vedlejší čas, který není závislý na pracovních podmínkách strojního zařízení, se musí vypočítávat odděleně od hlavního času. Délku vedlejšího času určíme na př. změřením spotřeby času na práci (chronometráží) u prací, které se v dílně už konají. Nejvýhodnější je to v hromadné výrobě. Pro nové práce určíme vedlejší čas z t. zv. normativů. Jsou to tabulky, v nichž

najdeme délky časů na různé prvky prací (kolik vteřin trvá upnutí a sejmутí součásti určité váhy atd.). Jinak je tomu s ručními pracemi, které koná dělník přímo — bez jakékoli účasti stroje. V tomto případě závisí délka hlavního i vedlejšího času na stejných podmínkách a oba časy se vypočítávají souhrnně. Proto se při normování ručních prací vypočte základní čas prováděcí bez dělení na hlavní a vedlejší buď opět chronometráží, nebo z normativů. Na každý úkon se z normativů najde spotřeba času a časy se sečtou. Už z toho vidíme, jak důležité jsou správné normativy.

[Čas na obsluhu pracoviště a přestávky na oddech

Tento čas se započítává do normy času na kus. Určí se podle normativů času pro dané druhy prací. Při stanovení těchto normativů se změřilo, kolik minut potřebují průměrně nejlepší pracovníci za celou směnu na obsluhu pracoviště, konají-li daný druh práce. Pak se zjistí, kolik procent základního času prováděcího činí tato spotřeba pracovního času. Normativy času na obsluhu pracoviště se stanoví určitým procentem prováděcího času. Snaha, aby se všichni dělníci vyrovnali stachanovcům, vede při sestavování normativů času na obsluhu pracoviště k tomu, aby všichni dělníci pečovali o své pracoviště tak jako stachanovci. Mistři musí všestranně pomáhat dělníkům, aby se co nejrychleji naučili stachanovské péči o pracoviště.

Čas potřebný na oddech se určuje podle normativů času pro daný druh prací. Tyto normativy času se stanoví určitým procentem základního času prováděcího. Doba přestávky na oddech se započítává do normy času na kus zpravidla při normování fyzicky namáhavých prací a při únavných ručních a strojně ručních pracích a při pracích, které se konají za podmínek zdraví škodlivých (za vysoké teploty, ve větším vlhku nebo tam, kde vznikají plyny, prach atd.). Při normování strojních prací, při nichž se ruční práce kryje s automatickou prací stroje, se do časové normy na kus započítává jen čas na osobní potřeby.

Výpočet normy času na kus

Při normování strojních prací je norma času na kus součtem těchto čtyř složek: 1. hlavního času, 2. vedlejšího času, 3. času na obsluhu pracoviště, 4. přestávky na oddech. Protože se však čas na obsluhu pracoviště a přestávky na oddech započítávají určitým procentem základního času prováděcího, lze tyto dvě složky normy sloučit.

Příklad: Hlavní čas činí 18 minut, vedlejší čas 10 minut, čas na obsluhu pracoviště 5% a přestávky na oddech (na osobní potřeby) 2%. Norma času na kus se v tomto případě vypočte takto:

$$18 + 10 + \frac{28.7}{100} = 29,96 \div 30 \text{ minut.}$$

Při normování ručních prací je časová norma na kus součtem tří složek, a to: 1. základního času prováděcího, 2. času na obsluhu pracoviště, 3. přestávky na oddech. Poslední dvě složky, jak již bylo poznamenáno, mohou být sečteny. Příklad: základní čas prováděcí činí 24 minut, čas na obsluhu pracoviště 3% a čas přestávky na oddech 10%. Norma času na kus činí v tomto případě:

$$24 + \frac{24 \cdot 13}{100} = 27,12 \doteq 27 \text{ minut.}$$

Výpočet času na přípravu a zakončení

Čas na přípravu a zakončení se do časové normy na kus nezapočítává. Vypočítává se zvlášť, když se stanoví norma času na operaci pro daný pracovní příkaz. Zpravidla se do normy času na přípravu a zakončení započítává jen čas na seznámení s prací, na čtení výkresu, na seřízení strojů, upnutí nástroje a přípravků a na seřízení i se zkouškou. Musí se přihlížet ke skutečnému stavu organizace obsluhy pracoviště (k tomu, že se na pracoviště nedopravují nástroje a že si pro ně dělník musí chodit do výdejně, že si dělník musí chodit pro podklady do dílenské kanceláře, že se nástroje nebrousí ústředně, nýbrž že si je brousí dělník sám). Avšak zároveň je třeba usilovat o odstranění těchto ztrát pracovního času a o zajištění takové organizace práce, aby se dělník nemusel zásobovat sám vším, co k práci potřebuje.

Čas na přípravu a zakončení se nevypočítává v případech, kdy stroje připravují seřizovači a když se dělník nemusí předběžně seznamovat s prací (při hromadné a velkoseriové výrobě).

Čas na odevzdání hotového výrobku oddělení technické kontroly se započítává do normy času na přípravu a zakončení v případech, kdy se podle výrobního postupu výrobek odevzdává na pracovišti a kdy je přítomnost dělníka, který jej vyrobil, nezbytná. Nutná spotřeba pracovního času na práce přípravné a zakončovací se určí podle normativů času na přípravu a zakončení. Tyto normativy se sestavují tak, že se zpracují výsledky zvláštních pozorování, která byla prováděna na pracovištích, na nichž se normovaná práce koná.

Norma času na dávku výrobků se stanoví tak, že se k normě času na přípravu a zakončení přičte součin normy na kus a počtu kusů v dávce.

Výpočet normy kalkulačního času kusového

V pracovním příkaze se má zvlášť uvádět norma času na přípravu a zakončení, norma času na kus a příslušné úkolové sazby, protože při stanovení technické normy času na danou operaci není vždy známo, kolik výrobků se bude vyrábět podle jednoho pracovního příkazu.

Něco jiného je, zjišťujeme-li při kalkulaci vlastní náklady výrobku: tehdy je nutno číselně vyjádřit mzdu výrobních dělníků, která připadá na jeden výrobek. V takovém případě se musí vycházet z normy času na kus pro vykalkulování vlastních nákladů, t. j. z normy kalkulačního času kusového, která je součtem normy času na kus a části času na přípravu a zakončení, připadající na jeden kus.

Chronometráž

Chronometráž vůbec znamená měření času. Chronometráží při technickém normování výkonu rozumíme zkoumání operace pozorováním a měřením pracovního času spotřebovaného na jednotlivé prvky operace (úkony nebo menší technologické komplexy úkonů).

Chronometráží lze zjistit základní čas prováděcí a stanovit technickou normu času na danou operaci. Chronometráž nám poskytuje materiál, který potřebujeme, abychom sestavili normativy vedlejšího času strojních prací a prováděcího času u ručních prací a abychom prostudovali pracovní metody nejlepších pracovníků (na tom je založena metoda ing. Kovaljova). Proto má chronometráž velký vliv na zvyšování produktivity práce. Je nutno připravit ji s největší péčí (podrobně popsat a rozlišit úkony). Všimáme si všeho, co v organizaci a obsluze pracoviště není normální a co zvyšuje spotřebu pracovního času. Porovnáváme práci jednotlivých řadových dělníků s prací nejlepších pracovníků a navrhuje opatření, která odstraní nepořádky. Toto zlepšení organizace a obsluhy pracoviště je nezbytnou součástí příprav k chronometráži.

Operace se popisuje na zvláštním formuláři. Člení se na vhodné prvky, oddělené t. zv. mezními body. Velký význam má při tom spolupráce dělníků. V socialistických závodech mají dělníci přímý zájem na zvětšování výroby, protože se tím zvyšuje jejich hmotný i kulturní blahobyt.

V kapitalistických závodech se dělníci všemožně brání chronometráži, protože na ni pohlížejí jako na prostředek k zesílenému vykořisťování. Úkoláři jako služebníci kapitálu dělají chronometráž proto, aby nutili dělníky pracovat za stejnou (a často i za nižší) mzdu mnohem intenzivněji, aby ještě více obohatili kapitalistu. Aby se čelilo obraně dělníků, dělá se v kapitalistických závodech často tajná chronometráž v nejrůznější podobě.

Dnes, kdy dělník nepracuje na kapitalistu, ale pro sebe, je mu třeba vysvětlit, co chronometráž je a proč se dělá. To se má vysvětlovat na výrobních poradách. Kromě toho se má v době přípravných prací vysvětlit dělníkovi, který koná pozorovanou operaci, účel, význam i způsob provádění chronometráže, aby všemožně pomáhal k úspěchu chronometráže. Právě proto, že je tato spolupráce tak významná, vykládáme i v této příručce postup technického normování výkonu podrobněji než ostatní části. Je to nutné, neboť téměř všichni si pamatujeme na doby, kdy se chronometráže zneužívalo k nekalým účelům.

Čas se měří stopkami a změřené hodnoty se zapisují do pozorovacího listu. Měření se několikrát opakuje, aby se získaly spolehlivější hodnoty:

operace trvá	do 2	2—10	10—20	20—40 minut
měření se opakuje asi	40	20	10	5krát.

Z naměřené časové řady vyloučíme ty časy, které se značněji odchyľují od běžných délek. Poměr nejdelšího času k nejkratšímu je t. zv. koeficient ustálenosti časové řady. Bývá 1,2 až 2,5. Je-li větší, je třeba měření opakovat.

Normativní délku času dostaneme, sečteme-li časy a dělíme-li je počtem měření.

Snímek pracovního dne a jeho význam

Snímkem pracovního dne při technickém normování rozumíme průzkum a změření veškeré spotřeby pracovního času za celý pracovní den nebo pouze některé jeho části. Snímek pracovního dne se dělá hlavně proto, aby se zjistilo, kde vznikají ztráty pracovního času a co je způsobuje, a aby se mohla učinit opatření k jejich odstranění. Zároveň však snímek pracovního dne poskytuje materiál, kterého je třeba k vypracování normativů času a který nelze získat chronometráží (čas na obsluhu pracoviště a přestávky na oddech).

Snímek pracovního dne tedy doplňuje chronometráž. Na list se zapisuje vše, co se děje na pracovišti, a zároveň se měří spotřeba času s přesností na 30 vteřin. Pak se mohou důkladně rozebrat všechny ztráty pracovního času a učinit opatření, jímž se tyto ztráty odstraní. Ztráty, na které má vliv dělník, omezíme přesvědčováním i administrativně v rámci pracovního řádu, platného v závodě.

Uvědomělý dělník může pořídit i t. zv. snímek vlastního pracovního dne. Zapisuje, jaké se u něho vyskytly ztráty pracovního času a kolik minut každá z nich trvala. Podle těchto zápisů se pak na dílenských výrobních poradách hledají cesty, jak ztrátám zabránit.

Zavedení technických norem

Technická norma předpokládá:

- a) dokonalé využití výrobních možností strojního zařízení;
- b) správnou organizaci pracoviště;
- c) účelnost pracovních pohybů;
- d) plné využití pracovního času.

Stroje tedy pracují s takovým počtem otáček a velikostí posuvu, s jakými se může podle zkušeností nejlepších pracovníků pracovat. Pracoviště je co nejlépe vybaveno zařízením, polotovary i nástroji.

Základem technické normy je předpis nejproduktivnější práce strojního zařízení i dělníka, vyjádřený tím, že se přesně stanoví, které úkony nebo komplexy úkonů a v jakém pořadí má dělník při operaci dělat. Je zcela

zřejmé, že dělník může stanovenou technickou normu splnit jen tehdy, zvládne-li předpis nejproduktivnější práce, a proto je třeba dělníkovi nejen říkat, nýbrž i ukázat, jak má pracovat. Tak lze dosáhnout i toho, že při správné organizaci pracoviště nebude dělník dělat zbytečné úkony a pohyby a že bude plnit normu hned a že jakmile získá potřebný cvik, bude ji i překračovat.

Dělníci velmi často neplní stanovené technické normy pro různé technické organizační nepořádky ve výrobě. Nastanou-li poruchy na strojním zařízení proto, že nebylo správně opraveno, je-li přerušena dodávka elektrického proudu nebo klesne-li napětí, nedostávají-li dělníci včas materiál, nástroje a přípravy, musí-li čekat na seřízení strojů, na kontrolu, na mistra atd. — všechny tyto přestávky v práci z technických a organizačních příčin brzdí dělníkovo úsilí o to, aby si co nejrychleji osvojil stanovené technické normy výkonu. Odstranění příčin, které způsobují ztráty pracovního času, je tedy jedna z nejdůležitějších podmínek pro zavedení technických norem.

První povinností mistra je, aby vytvořil na pracovišti takové pracovní podmínky, jaké předpokládá technická norma. Výborně mu v tom pomáhá snímek pracovního dne, který odhaluje všechny zdroje ztrát pracovního času.

Abyste všichni dělníci osvojili stanovené technické normy, je nutno, aby nejen byly na pracovištích vytvořeny takové pracovní podmínky, jaké normy předpokládají, nýbrž je také třeba ukázat dělníkům do všech podrobností, jak mají pracovat. Proto je výrobní instruktáž při zavádění technických norem výkonu zvláště významná. Nejdůležitější povinností mistrovou je poučit dělníky o tom, jak mají plnit výrobní úkoly. Výrobní instruktáž může být ústní i písemná.

Ústní instruktáž: Mistrův pomocník nebo vybraný instruktor dává dělníkům soustavně pokyny, jak mají plnit výrobní úkoly. Tyto pokyny se týkají otáček a posuvů a pořadí úkonů v operaci. Instruktor se při tom neomezuje jen na pokyny, nýbrž ukazuje dělníkovi, jak má seřadit stroj, jak má dělat ten nebo onen úkon operace, které úkony se mají časově krýt (konat zároveň) a které úkony se mají dělat za automatického chodu stroje.

Písemná instruktáž: Dělníkovi se zároveň s odevzdáním výrobního úkolu dají podrobné pokyny, které se vyvěsí na pracovišti. Obsahují pravidla, jak se má ta či ona operace dělat, jakou kapacitu má strojní zařízení a kterých pravidel bezpečnostní techniky je třeba při práci dbát.

Velký význam při zavádění nových pracovních metod mají stachanovské školy. Učí na zkušenostech nejlepších pracovníků, jak zvyšovat produktivitu práce, jak plnit a překračovat normu. Tak se úspěchy jednoho dělníka nebo jednoho kolektivu stávají majetkem mnoha dělníků různých závodů.

Úsilí o zavedení technických norem výkonu musí být provázeno soustavnou evidencí a kontrolou jejich plnění. Je zapotřebí pravidelně zapisovat a zkoumat příčiny nedostatků a hned uvést, jaká opatření byla učiněna, aby byly odstraněny.

Aby se mohly zjistit příčiny, proč jednotliví dělníci neplní stanovené normy, je třeba vést v evidenci všechny prostoje dělníků bez výjimky. Velmi často se stává, že různé technické a organizační nepořádky ve výrobě neposkytují dělníkům možnost, aby spotřebovali jen tolik pracovního času, kolik stanoví norma. Soustavná a spolehlivá evidence ztrátových časů dělníků je jedním z nejdůležitějších prostředků k zavedení technických norem výkonu.

Zvláštní pozornost se musí věnovat evidenci práce, konané v přesčasových hodinách, a času úkolových dělníků, placených časovou mzdou.

Plnění norem výkonu se uvádí v procentech, a to tak, že skutečný výkon za určité časové období se dělí normou výkonu za toto období a podíl, který dostaneme, násobíme stem. Činí-li na příklad norma výkonu za směnu 20 kusů a zhotoví-li dělník 25 kusů, vypočteme plnění normy výkonu takto:

$$\frac{25}{20} \cdot 100 = 125\%.$$

Plnění normy času v procentech se určí tak, že dělíme normu času skutečnou spotřebou času a výsledek násobíme stem. Činí-li na př. norma času na jednotku-výroby 32 minut a skutečná spotřeba pracovního času 28 minut, vypočte se plnění normy času v procentech takto:

$$\frac{32}{28} \cdot 100 = 114,3\%.$$

Kromě evidence plnění norem na jednotlivých operacích se vede též evidence průměrného procenta plnění norem v celé dílně nebo v celém závodě se zřetelem k celkové spotřebě pracovního času.

Je třeba, aby každý pracující plně pochopil, jak pomáhá normování růstu produktivity práce. Při úkolové práci má každý dělník zájem, aby dosáhl co největší výrobnosti, protože na tom závisí výše jeho výdělků. Plně tu platí vzácná slova presidenta republiky K. Gottwalda, pronesená na zasedání ÚV KSČ roku 1951:

„My jsme zajisté pro to, aby si zejména naši dělníci dobře vydělávali. Ale každý musí pochopit, že zvýšený výdělek musí být vyvážen zvýšeným výkonem. Čili celý problém záleží v tom, aby rostla produktivita práce rychleji než průměrné mzdy a platy. Pak, a tou měrou, jak roste produktivita práce, mohou růst i mzdy a platy, což bude jen tehdy hospodářsky zdravé a neohrozí to stabilitu našeho hospodářství. V tom — neustále zvyšovat produktivitu práce a dávat tak našim dělníkům možnost lepších a lepších reálných mezd — v tom tkví hluboký smysl hnutí za prověřování norem, za plné využití pracovního času, za šetrnost a úspornost v materiálu a energii, za údernické překračování zpevněných norem a tak dále a tak podobně.“

Odověďmi na tyto otázky můžete přezkoušet své vědomosti. Otázky jsou sestaveny do skupin tak, jak je rozdělen obsah knížky. Vyčerpávají a opakují zhruba vše důležité, co bylo popsáno. Zkuste odpovědět na každou z otázek; jste-li na pochybách, podívejte se do textu na výklad. Teprve když sám správně odpovíte, můžete si otázku zaškrtnout. Je vyřizena; až budou všechny poctivě zaškrtnuty, prostudovali jste tuto knížku.

1. *Názvy zámečnických nástrojů*

1. Pojmenujte správně nástroje a zařízení zámečnické dílny podle číse a písmen na *obr. 24*.
2. K čemu je redukční ventil na láhvi s kyslíkem?
3. Jak se jmenuje část výhně, v níž se rozdělává oheň?
4. Čím otáčíme závitníky a výstružníky?
5. Pojmenujte měřidla a nástroje podle čísel na *obr. 25*.
6. Jaký je rozdíl mezi důlkem a důlčikem?
7. Pojmenujte zařízení v kovárně podle čísel na *obr. 27*.
8. Co je to perlík a k čemu se ho používá?
9. Popište zařízení klempířské dílny podle čísel na *obr. 28*.
10. Co je to babka a k čemu se jí používá?

2. *Přehled technických materiálů*

1. Co značí název „železo“ a „ocel“?
2. Jaké přísady má na př. slitinová ocel?
3. Jak se dnes značí ocel?
4. Jak vyrábíme litou ocel (ocelovou litinu)?
5. Jak se liší litina od oceli?
6. Co to je temperovaná litina?
7. K čemu se hlavně používá mědi?
8. Co se dělá ze zinku?
9. Co je to bílý plech v klempířství?
10. K čemu se používá olova?
11. K čemu se obvykle používá niklu?
12. Jak těžký je hořčík ve srovnání se stejným kusem oceli?
13. Který kov je hlavní částí slitiny zvané elektron?
14. Které jsou hlavní kovy, jejichž slitím vznikne bronz?

15. Co je to mosaz?

16. Čemu se ve strojnictví říká kompozice?

3. Technické výkresy

1. Součást je dlouhá 30 cm. Jak dlouhá bude, nakreslíme-li ji v měřítku 1 : 5?
2. Jak se značí osa na výkrese?
3. Zakryjte názvy řeckých písmen na *obr. 4a* a přečtěte písmena označená hvězdičkou.
4. Jak velký je formát oříznuté kopie A 4?
5. Jak se na výkrese značí součást v řezu?
6. S které strany přepisujeme kóty ke svislé kótovací čáře?
7. Jaký je rozdíl při kótování podle norem v SSSR a ČSN?
8. Jak se značí průměr a čtverec?
9. Jak se značí kuželovitost a jak úkos?
10. Jaký je rozdíl ve značení závitů podle normy SSSR a podle ČSN?
11. Vyložte 5 základních značek obrobení povrchu.
12. Jak se na výkrese naznačí, že součást, dlouhá 40 mm, může být delší nebo kratší o 0,1 mm?
13. Co znamená značka obrobení nad obrázkem součásti?

4. Svěrák a postoj při práci

1. Jak se měří výška svěráku nad zemí?
2. Proč se zámečnický svěrák jmenuje přímoběžný?
3. Jak se udává velikost svěráku při objednávce?
4. Jak se upínají součásti, které se nesmějí čelistmi svěráku omačkat?
5. Jakým způsobem dotáhneme svěrák zvláště silně?
6. Jak upínáme trubky do svěráku (ve svislé poloze)?

5. Řezání ruční pilkou

1. Jak je upnut list ruční pilky?
2. Proč jsou zuby pilky rozvedeny?
3. Jak se značí hustota zubů?
4. Jakou pilku volíme na měkkou ocel; jakou na tvrdou ocel?
5. Volíme na přeříznutí trubky pilku s jemnými nebo hrubými zuby?
6. Má pilka řezat při pohybu vpřed nebo při pohybu zpět?
7. Co jsou to dvojčinné zuby a jak pracují?
8. Jak začínáme řezat na hraně?
9. Řežeme součásti na plocho (na šířku) nebo na výšku (úzkou hranou)?
10. Jak provedeme hluboký řez, při němž by rámec pilky vadil?
11. Jak můžeme opravit pilku s několika vylomenými zuby?
12. Kdy je větší nebezpečí, že se pilka zlomí — při řezání nebo při dořezávání?

6. Pilování

1. Jak držíme maličké součásti při pilování?
2. Jaký je rozdíl mezi šroubovým svorcem a skřípcem?
3. Jak upínáme hranatou součást pro šikmé pilování?
4. Jak upínáme tenké ploché předměty (na př. úhelník)?
5. Může upnutá součást ze svěráku vyčnívat nebo má být upnuta na krátko?
6. Jak se měří (určuje) délka pilníku? Počítá se do ní i násada?
7. Jak narážíme pilník do násady?
8. Kdy použijeme pilníku s jednoduchým sekem?
9. Pilujeme mosaz pilníkem se sekem jednoduchým nebo křížovým?
10. Jaký význam má křížový sek pilníku?
11. Popište osazovací pilník.
12. Nakreslete průřez nožovitým, jazyčkovitým a půlkruhovým pilníkem.
13. Jak se dělí pilník podle hustoty seků?
14. Který pilník se nazývá lícovací?
15. Kdy se používá smirkových pilníků?
16. Při pilování velkým pilníkem tlačíme pilník vpřed pravou nebo levou rukou?
17. Kdy úmyslně zanášíme pilník křídou a olejem?
18. Jak postupujeme při ubírání tlustší vrstvy?
19. Proč se nemáme dotýkat pilované plochy?
20. Jak postupujeme při pilování zaobleného konce?
21. Jaké číslo má asi smirkové plátno, jímž leštíme plochy po pilování?
22. K čemu používáme otáčivých pilníků?
23. Jakým směrem pohybuje drátěným kartáčem po pilníku při jeho čištění?
24. Jak čistíme zaolejovaný pilník? Jak pilník zanesený dřevem?
25. Jak spravíme násadu, která se uvolňuje?
26. Na tvrdý materiál použijeme nových nebo starších pilníků?
27. Na kterou stranu odkládáme při práci pilníky a kam měřidla?
28. Jak se liší podkovářská rašple od truhlářské?
29. Jak se liší rašplový sek od seku pilníkového?

7. Měření

1. Kolik mikronů připadá na 1 cm?
2. Měříme na soustruhu za chodu stroje nebo v klidu? Proč?
3. S jakou asi přesností měří ocelové (listové) měřítko?
4. Jak se odlišuje tyčové měřítko od ocelového listového měřítka?
5. K čemu je na posuvném měřítku nonius?
6. Můžeme poškozené (ohnuté) měřítko naklepáním opravit?
7. S jakou přesností měří spolehlivě mikrometr?

8. Proč je na konci mikrometrického šroubu řehtačka?
9. Můžeme týmž mikrometrem změřit délku 24 mm a 70 mm?
10. K čemu používáme číselníkových úchylkoměrů?
11. Co jsou „johansonky“ (koncové měřky)?
12. S jakou asi přesností přeneseme míru obkročné hmatadlo?
13. Jak se jmenuje ve strojnictví měřidlo na úhly?
14. Jak měříme přesně boční průměr závitů?
15. Jak měříme zhruba stoupání závitu?
16. Při měření rovinnosti přikládáme úhelník hranou nebo plochou?
17. Jak se proměřuje rovinnost na průměrné desce?
18. Z čeho a k čemu je planparalelní destička?
19. Co to značí, že byly některé výrobky normalisovány?
20. Co nám udává tolerance u rozměrů (u kóty)?
21. Kolik stupňů přesnosti zavádí lícovačí soustava *ISA*?
22. Která díra má menší toleranci, *H 7* nebo *H 8*?
23. Co značí číslice u této značky a co značí písmeno?
24. Jak zachází do díry čep smykově uložený?
25. Co je to vůle a přesah při lícování?
26. Kdy použijeme třmenového a kdy válečkového kalibru?
27. Jak rozeznáváme dobrou stranu kalibru od zmetkové?
28. Při měření čepu kalibrem má přejít přes rozměr dobrá nebo zmetková strana?
29. Při měření díry kalibrem zajde do díry zmetková nebo dobrá strana volně?
30. Jak těsně (ztuha) zachází kalibr do měřené díry?

8. Orýsování

1. Co je to stojánkový nádrh?
2. Čím natíráme součásti, aby na nich rysky lépe vynikly?
3. Proč děláme na rysky důlky?
4. K čemu se používá hledače středu?
5. Jak je urychleno rozvírání rýsovačského kružidla (*obr. 122*)?
6. Jsou-li dány dvě odvěsny pravoúhlého trojúhelníka *a*, *b*, (*obr. 126*), jak se vypočte délka přepony *c*?
7. Jak rýsujeme svislé čáry?
8. Jak rýsujeme vodorovné čáry?
9. Popište postup při ražení číslic.

9. Vyklepávání

1. Na jaké podložce vyklepáváme mělké misky?
2. Začínáme vyklepávat u okraje nebo uprostřed misky?
3. Jak jinak se mohou vyrobit části, jež byly dříve vyklepávány?
4. Jak je uklínována palička na násadě?

10. Rovnání

1. Jak rovnáme součásti (na př. kalené) bez paličky?
2. Jak vyrovnáme velké části s velkým průřezem, které se budou dále obrábět?
3. Jak vyrovnáme litinovou dlouhou součást s větším průřezem?
4. Kam klepeme při vyrovnávání vybouleného plechu?
5. Jak pracují strojní rovnačky na tabule plechu?
6. Jak rovnáme obvykle drát (při větším množství)?

11. Ohýbání

1. Co to jsou ingoty a kokily?
2. Jak vzniká vláknitý sloh oceli?
3. Jak mají probíhat vlákna oceli při ohýbání?
4. Jak upravíme součást, aby se v ostrém ohybu nezeslabil?
5. Jak přidržíme silnější materiál při ohýbání?
6. Jak ohneme krátký konec ve svěráku (*obr. 139*)?
7. Jak se počítá délka materiálu, nutná pro ohnutí?
8. Jak se ohýbá okraj plechu ručně a strojně?
9. Jak se jmenuje strojek na ruční pohon, jímž klempíř zhotoví obruby při dnech nádob, zaválcuje drát do okraje a pod.?
10. Jak se jmenuje nástroj, jímž ohýbáme na lisu?
11. Jak ohýbáme tlustostěnné trubky (na př. řídítka u jízdních kol)?
12. Jak ohýbáme větší tenkostěnné trubky?
13. Čím se vyplní ohýbaná trubka?
14. Kde musí ležet svar při ohybu svařované trubky?

12. Vinutí pružin

1. Popište zařízení pro vinutí pružin na soustruhu (*obr. 148*).
2. Má trn, na který pružinu vineme, průměr shodný s vnitřním průměrem pružiny?
3. Popište zařízení na ruční vinutí pružin ve svěráku.
4. Jak upravíme konec tažné pružiny? Jak konec tlačné?
5. Co je to předpětí u tažné pružiny?
6. Jak zhotovíme pružinu s předpětím, jejíž závity jsou i u nezátížené pružiny k sobě tlačeny?

13. Sekání

1. Jak se jmenuje naše běžná ocel na sekáče?
2. Jak je napuštěn břit sekáče (podle barev)?
3. Jak se jmenuje sekáč na drážky?
4. Jaký je postup při odsekávání tlustší vrstvy materiálu?
5. Jak zabráníme zaseknutí břitu (*obr. 155*)?
6. Chladíme a mažeme sekáč při práci?

7. Jak zabráníme úrazům při sekání?
8. Popište postup při dosekávání hrany.
9. Jak postupujeme při sekání větších děr v materiálu?

14. Zaškrabávání a tuširování

1. Čemu říkáme tuširování?
2. Kdy zaškrabáváme obrobené plochy?
3. Jak se kontroluje dokonalost styku dvou ploch?
4. Kolik styčných bodů má být na plošce $2,5 \times 2,5$ cm při jemném zaškrabávání?
5. Jakou barvou natřeme povrch při měření rovnosti?
6. Natřeme barvou měřený předmět nebo průměrnou desku?
7. Jak poznáme vyšší místo, které nutno odškrabat?
8. Jaký průřez má škrabák na pánve ložisek?
9. Kterou rukou více tlačíme na škrabák (*obr. 164*)?
10. Škrabeme pohybem od těla nebo k tělu?
11. Můžeme škrabanou plochu očistit smirkovým plátnem?
12. Jaký účel mají zaškrabané ozdoby na plochách?
13. Jsou škrabané ozdoby znakem přesnosti?
14. Jak zjistíme dosedání hřídele v pánvi ložiska?
15. Čemu říkáme ve strojnictví „apretura“?
16. Jak zabrušujeme ručně automobilové ventily?

15. Stříhání

1. Jak si narýsujeme čaru pro odstrižení pásku z tabule?
2. Je nutné rýsování při použití tabulových nůžek?
3. Proč bývá u strojních nůžek plech před stříháním přidržen?
4. Můžeme stříhat tlusté profily (na příklad kulatinu) na tabulových nůžkách?
5. Jak se stříhají dna nádob v klempířství?
6. Jak jsou upraveny řezáky na přeříznutí trubky?

16. Prorážení

1. Jak se jmenuje nástroj na ruční prorážení plechu?
2. Jak se jmenuje nástroj k prostřihování na lisu?
3. Jak velká je vůle mezi patricí a maticí?
4. O kolik stupňů směrem dolů je rozšířen otvor matrice?
5. Máme vystřihnout díru 50 mm v plechu 4 mm tlustém; jaký rozměr bude mít patrice a matrice?
6. Jakým nástrojem vystřihneme podložku z kůže?
7. Jak prorážíme za tepla díru v tlustém materiálu?
8. Jaká je nejlepší násada u kovářského průbojníku?

17. Vrtání

1. Jak se vypočítá řezná rychlost?
2. Jak se udává posuv vrtáku do záběru?
3. Můžeme vrtat tímž vrtákem měkký a potom tvrdý (křehký) materiál?
4. Vrtá vrták přesně takovou díru, jaký je jeho průměr?
5. Kolik břitů má kopinatý vrták?
6. Jaká je hlavní nevýhoda kopinatého vrtáku?
7. Popište zhruba postup při výrobě kopinatého vrtáku z nástrojové oceli.
8. Jak se upínají šroubovitě vrtáky do vřetena vrtaček?
9. Jak nasadíme kuželovou násadu vrtáku do vřetena?
10. Jak je veden vrták v díře?
11. Má delší vrták průměr v celé délce stejný?
12. Jak se odstraní nepříznivý účinek spojovacího ostří?
13. Srážíme roh u vrtáku na litinu nebo na ocel?
14. Jak se liší vrcholový úhel vrtáku na hliník a na ocel?
15. Který vrták je špičatější, na tvrdou gumu nebo na mosaz?
16. Kdy se vrták nejčastěji láme (obr. 189)?
17. Kde se vrták nejvíce opotřebí?
18. Co je to vrtačí olej?
19. Jak vyrážíme vrták z vřetena po skončení práce?
20. Popište postup při vrtání na soustruhu.
21. Kdy používáme nástrojů s břity ze slinutého karbidu?
22. K čemu se používá dělových vrtáků?
23. K čemu použijeme záhlubníků?
24. Jak se jmenuje nástroj na kuželové srážení hrany?
25. K čemu je návrtník?
26. Kdy použijeme k vrtání řehtačky?

18. Vystružování

1. Čím otáčíme ručním výstružníkem?
2. Proč má výstružník nestejně dělení zubů?
3. Kolik asi necháme na brání výstružníku v díře průměru 30 mm?
4. Jak se vystruží větší kuželový otvor?
5. Jaký je rozdíl mezi stavitelným a rozpínacím výstružníkem?
6. Čím mažeme výstružník při práci?
7. Můžeme točit výstružníkem oběma směry?
8. Dá se výstružník nabrousit od ruky?
9. Čím mažeme nový výstružník a čím opotřeбенý? Proč je tento rozdíl v mazání?
10. Co je to zábřit a co fasetka?

11. Jak zamezíme pískání nástroje při vystružení?
12. Co je to pravořezný výstružník?
13. Jak chráníme ostří uložených výstružníků před poškozením?

19. Ruční řezání závitu

1. Jak značíme metrický závit a jak závit Whithworthův?
2. Znáte zpaměti, kolik mm je jeden palec, $1/2''$, $1/4''$?
3. Jak se pozná a značí levý závit?
4. Kde má správný závit v matici dosedat?
5. Určete z tabulky závitů vrták pro vnitřní závit *M 12* v litině; pro závit *W 1''* v oceli.
6. Kolik závitníků tvoří sadu a jak je rozeznáme?
7. Může mít slepá díra závit v celé délce?
8. Čím otáčíme závitníkem při ručním řezání?
9. Jak mažeme závitníky při práci? Čím?
10. Jak uvolníme třísky, když jde závitník příliš ztuha?
11. Jak vyjímáme ulomený konec závitníku z díry?
12. Kdy použijeme k řezání závitů závitového želízka?
13. Jak se dá nařídit kruhová závitová čelist, aby řezala závit trochu větší (t. j. závit, který půjde do matice ztuha)?
14. Jak upravíme konec svorníku pro řezání kruhovou čelistí?
15. Může se závitnice mazat strojním olejem?
16. Jaké výhody mají kosé závitové čelisti proti kruhovým?
17. Mohou se kosými závitovými čelistmi řezat závity na různém průměru?
18. Popište podrobně práci s kosými závitovými čelistmi.
19. Který nástroj vyřízne závit na jeden záběr, kruhové nebo kosé čelisti?
20. Čím se urychlí práce při použití závitových hlav?

20. Ruční kování

1. Může se někdy také kovat (razit) za studena?
2. Popište rozdíl mezi volným kovááním a kovááním v zápustkách.
3. Jaké jsou škodlivé nečistoty v oceli?
4. Kdo určuje nejspolehlivěji kovací teploty?
5. Jak teplá je třeshňově červená a jasně žlutá ocel?
6. Je lepší ocel s hrubým nebo s jemným zrnem?
7. Jak poznáme správný ohřev u oceli?
8. Jak poznáme, že hliníková slitina je ohřáta na správnou teplotu pro kování?
9. Kolik asi procent materiálu přidáváme na okuje?
10. Výkovek má vážit asi 10 kg; kolik kg oceli použijeme?
11. Čím topíme v kovářských výhních?

12. Jak se reguluje proudem vzduchu žár ve výhni?
13. Co dá větší žár, dřevěné nebo kovářské uhlí?
14. Položíme ve výhni ohříváný kus oceli do ohně nebo těsně k ohni?
15. Proč kropíme povrch ohně v jímce?
16. Příkladáme nové uhlí na ohříváný (žhavý) kus oceli?
17. K čemu je spona na kleštích?
18. Jak se liší ruční kladivo od perlíku?
19. Jak se jmenuje kladivo, jehož nos má směr násady?
20. Z čeho jsou kovadliny?
21. Jak je uložena kovadlina?
22. K čemu se hlavně používá rohatiny?
23. Jak mohou být upravena držadla sekáčů?
24. Jak pracuje vzduchový buchar (obr. 245)?
25. Jak naznačí mistr pomocníkovi při kování ve dvou, že má přestat přitloukat?
26. Jak pýchujeme dlouhé kusy na jednom konci?
27. Co je výhodnější, pýchování tenčího materiálu nebo prodlužování tlustšího?
28. Čím ohladíme povrch při prodlužování?
29. Popište postup při kování součásti tvaru T.
30. Dá se svařovat z ohně i tvrdá kalitelná ocel?
31. Čím posypeme svařované žhavé konce, aby se povrch neopaloval?
32. Na jaký žár nutno ohřát konce pro svar?
33. Ohříváme pomalu nebo rychle? Proč?
34. Jak zabráníme, aby se materiál odspodu v ohni neopaloval?

21. Nýtování

1. Jaký je zásadní rozdíl mezi spojením šroubem a nýtem?
2. Jak se vyrábějí nýty?
3. Jak se jmenují hlavy na zataženém nýtu (obr. 256)?
4. Co je to nýtování svorníkové?
5. Jak upravíme hrany díry pro nýt?
6. Oč větší je díra než svorník při konstrukčním a kotlovém nýtování?
7. Jak jsou odstupňovány průměry konstrukčních nýtů?
8. Jak upravíme nýt tam, kde by vyčnívající hlava vadila?
9. Jaký asi volíme průměr nýtu podle tloušťky plechu?
10. Jak dnes říkáme nýtům, které se dříve nazývaly „nýty do sudů“?
11. Do jakého průměru nýtujeme za studena?
12. Jak se ohřívají nýty na montáži?
13. Proč se před nýtováním musí používat zatahováku?
14. K čemu používáme hlavičkáře?
15. Proč bývají hlavičkáře u strojních nýtaček chlazené vodou?
16. Je spoj tím lepší, čím více byl nýt ohřát?

17. Vadí to, když je nýt pēchován příliš prudce (přilíš velkou silou)?
18. Mají nýtky na tenké plechy v letectví půlkulaté obě hlavy?
19. Jak se zvětší tvárnost duralových nýtků?
20. Kde použijeme nýtování výbuchem?
21. Proč se na hliníkový plech rýsují čáry jen tužkou?
22. Z jak tlustého plechu nýtujeme plechové komíny?
23. K čemu používáme tužlíku?
24. Jak těsníme tlustší nýtované plechy?
25. Proč se někde ztužují (temují) i hrany plechů u mostů?

22. Pájení

1. Jaký je rozdíl mezi pájením a svařováním?
2. Máme ohřát pájené součásti nebo pájku?
3. Čemu se říká pájecí vodička?
4. Kdy pájíme za použití kalafuny?
5. Ze kterých kovů se zpravidla slévá měkká pájka?
6. Co je to Woodův kov?
7. Proč je hlava pájedla měděná?
8. Jak správně ohříváme pájedlo?
9. Jak pocínujeme pájené plechy?
10. Popište přesně postup při pocínování hrotu pájedla.
11. Jak poznáme, že pájka ztuhla a že se už plechy nemusí přidržovat?
12. Můžeme spoj chladit vodou?
13. Jak zabráníme vzniku opálených skvrn na plechu?
14. Pájí se hliník snadno nebo obtížně?
15. Jak rozeznáme na prvý pohled tvrdou pájku od měkké?
16. Jak se značí zrnění tvrdé pájky?
17. Kdy použijeme stříbrné pájky?
18. Jak ohříváme součásti pro pájení tvrdými pájkami?
19. Jakého tavidla použijeme při pájení tvrdými pájkami?
20. Jak se připravuje borax pro pájení?
21. Jsou-li spájené části staženy drátem, jak zabráníme připájení drátu?
22. Jak nanášíme zrnitou pájku na spájené místo?
23. Ohříváme hořákem pájku nebo okolí spáry?
24. Zlepší se spoj větším ohřátím po pájení?
25. Jak zabráníme unikání tepla při pájení?
26. Jak chráníme tenký plech, aby se nepropálil?
27. Jak odstraníme nadbytečné tavidlo po pájení?
28. Popište pájení pásové pily na dřevo!
29. Jak se pájela seriově očka z drátu?

23. Svařování

1. Kdy se svařuje vodním plynem?
2. Jakých plynů se dnes nejčastěji používá ke svařování plamenem?

3. V čem se prodává stlačený kyslík a acetylen?
4. Jak je značen barevným proužkem druh plynu?
5. Proč jsou na redukčním ventilu dva tlakoměry?
6. Dá se z láhve vypustit všechn plyn libovolnou rychlostí?
7. Z čeho se vyrábí acetylen ve vyvíječi?
8. Jak otevřeme zamrzlý ventil na láhvi s plynem?
9. Jak se řídí plamen hořáku?
10. K čemu se nejčastěji používá vysokotlakého hořáku?
11. Z jakého materiálu má být svářecí tyčinka?
12. Proč používáme při svařování tavidla?
13. Proč se při svařování musí nosit vždy brýle?
14. Jak zapalujeme hořák?
15. Kde je plamen hořáku nejteplejší?
16. Jak poznáme podle plamene, že je špička ucpána?
17. Jak se liší správný plamen od plamene s přebytkem acetylenu nebo s přebytkem kyslíku?
18. Jak připravíme hrany tlustšího plechu pro svar?
19. Jak postupujeme při svařování delších svarů?
20. Jak se liší svařování doprava od svařování doleva?
21. Kolik materiálu přidáváme na svar tyčinkou?
22. Je výhodné vyhrátí nebo vyklepávání svaru?
23. Jak upravíme měď pro svařování?
24. Které kovy se dají řezat plamenem?
25. Jak se liší řezací hořák od svařovacího?
26. Kdy musí být tlak kyslíku větší, při svařování nebo při řezání?
27. Proč bývají na řezacím hořáku kladky?
28. Jak začínáme obyčejný řez uprostřed desky?
29. Jak se určí podle tlaku v láhvi, kolik litrů plynu se spotřebovalo?
30. Jaký je rozdíl mezi svařováním odporovým a obloukovým?
31. Proč jsou čelisti odporového svářecího stroje měděné?
32. Jak je proveden tupý odporový svar?
33. Napěchují se konce tyčí, svařených odporově na tupo?
34. Jak se svařuje na tupo s odtavováním?
35. Jak poznáme odtavovací svar podle vzhledu?
36. Popište postup při bodovém svařování.
37. Může se bodově svařovat tenký plech s tlustým?
38. Zbudou na povrchu stopy po otisku elektrod (při bodovém svařování)?
39. Lze svařovat i ocelové plechy normálně zokujené?
40. Dá se bodově svařovat také litina?
41. Může se svařovat pozinkovaný plech?
42. Kdy se spotřebuje více proudu, při bodovém svařování oceli nebo hliníku?

43. Jak se liší švové svařování od bodového?
44. Jak nutno upravit okraje plechu pro švové svařování?
45. Proč je ochranná kukla při obloukovém svařování něžbytně nutná?
46. Proč musí mít svařeč při obloukovém svařování kožené isolační rukavice?
47. Kdy se ohřívá větší kus materiálu, při obloukovém svařování nebo při svařování plamenem?
48. Proč se kolem svařeče musí postavit ochranná clona?
49. Jak vzniká žár při obloukovém svařování?
50. Používá se často oblouku mezi dvěma uhlíky?
51. Kdy použijeme oblouku mezi uhlíkem a materiálem?
52. Jak držíme svářecí elektrodu při práci?
53. Popište druhy svářecích elektrod.
54. Proč je svar obalenou elektrodou lepší než svar holou elektrodou?
55. Jak se liší elektroda preparovaná od obalené?
56. Jaká chyba vznikne ve svaru, použijeme-li příliš velkého proudu?
57. Jak získáme proud nutný k vytvoření elektrického oblouku?
58. Popište podrobně, jak se zapaluje elektrický oblouk mezi elektrodou a materiálem.
59. Jak se liší svar V od svaru X?
60. Kde je nebezpečné místo u svarové housenky?
61. Které kovy se dají obloukově svařovat?
62. Jak se odstraní vnitřní pnutí, které vzniklo místním ohřátím při svaru?
63. Kdy svařujeme litinu za studena a kdy za tepla?
64. Jak nabíjíme větší litinové kusy pro svar?
65. Čemu říkáme ve strojnictví „thermit“?
66. Co se někdy svařuje thermitem?
67. Svařujeme thermitem tenké součásti?
68. Popište, jak se thermit zapálí?
69. Popište úpravu formy pro svařování thermitem podle obr. 318.
70. Jak si připravíme práškový hliník?
71. Mohou se do thermitu přidat kousky oceli?

24. Černění povrchu

1. Proč se povrch někdy černí?
2. Popište postup při černění oceli v malém.
3. Jak zbarvíme vyleštěnou ocelovou součást modře?
4. Popište černění v uměleckém zámečnictví.

25. Leptání kovů

1. Jak očistíme povrch pro leptání nápisu?
2. Jak se připraví asfaltová vrstva?
3. Co to znamená, když asfaltový nátěr odprýskává?

4. Jak urychlíme tvrdnutí asfaltové vrstvy?
5. Čím ředíme asfalt?
6. Jak zabráníme rozlití kyseliny kolem leptaného místa?
7. Čím leptáme ocel?
8. Jak nanášíme kyselinu?
9. Jak dlouho leptá sublimát nápis v tvrdé oceli?
10. Jak odstraníme vosk po leptání?

26. Tepelné zpracování kovů

1. Vložte podrobně, čemu říkáme rekrystalisace.
2. Čemu říkáme překrystalisace?
3. Co je to žihání?
4. Co je to kalení?
5. Kdy použijeme normalisačního žihání?
6. Co je to měkké žihání?
7. Kdy použijeme žihání k odstranění vnitřního pnutí?
8. Co je to patentování drátů?
9. Čemu říkáme zušlechťování oceli?
10. Co je to cementování oceli?
11. Jak se jmenují jehličkovité krystaly v kalené oceli?
12. Popište hrubé rozdělení oceli na nástrojovou a konstrukční.
13. Jak zkoušíme druh oceli jiskrovou zkouškou?
14. Jaké jiskry dává ocel uhlíková, chromniklová, rychlořezná?
15. Jaký je lom nejlepších ocelí?
16. Jak poznáme podle lomu, že byla ocel spálena (přehřáta)?
17. Jak poznáme povrchové odubličení oceli?
18. Jak zkoušíme druh lehké slitiny?
19. Poznáme druh lehké slitiny (na př. hliníkové) podle barvy nebo podle jiskření?
20. Jak se měří tvrdost podle Brinella?
21. Je u oceli vztah mezi pevností v tahu a Brinellovou tvrdostí?
22. Proč nemůžeme podle Brinella zkoušet tvrdost malých, silně zakalených součástí?
23. Jak se měří tvrdost podle Vickerse?
24. Jak měříme tvrdost podle Rockwella?

27. Kalení a napouštění

1. Kolik uhlíku asi obsahují nástrojové oceli?
2. Čemu říkáme karbid železa čili cementit?
3. Dá se kalit i ocel s malým obsahem uhlíku?
4. Na čem hlavně závisí kalicí teplota uhlíkové oceli?
5. Ohříváme pro kalení pomalu nebo rychle?
6. Ohřívají se rychlořezné oceli pro kalení víc než nástrojové?

7. Jak poznáme na lomu přeražené kalené tyčinky, že byla správně zakalena (podle zrna)?
8. Jaký je rozdíl v ohřevu uhlíkové a rychlořezné oceli?
9. Jak chráníme místa, která mají zůstat při kalení měkká?
10. Ohříváme pro kalení často ve výhni?
11. Jak upravíme oheň pro ohřev před kalením?
12. V jakých pecích ohříváme ocel pro kalení?
13. Jak je upravena ohřívací lázeň?
14. Která výheň je větší, kovářská nebo kalicí?
15. Popište podrobně postup při ohřívání v kalici výhni podle *obr. 323*.
16. Jak se mohou měřit teploty v kalírně?
17. Jak určíme zhruba teplotu podle barvy oceli, zářící v temné místnosti?
18. Kalíme jen ve vodě nebo i jinak?
19. Proč bývá někdy na kalici vodě vrstva oleje?
20. Jak zkouší kalici zhruba tvrdost?
21. Jak ponoříme součást do kalici tekutiny?
22. Dá se opravit nástroj, který byl kalen při nízké teplotě?
23. Dá se opravit nástroj, který byl pro kalení ohřát příliš rychle (jehož jádro nebylo prohřáto?)
24. Co to značí, když se součást při kalení značně křiví?
25. Proč se při kalení nemají na nástroji tvořit bubliny?
26. Jak zjistíme magnetem jemné trhlínky v zakalené součásti? Dají se spravit?
27. Popište postup při napouštění zvenčí.
28. Jak napouštíme zevnitř?
29. Jak můžeme napustit jen konec nástroje?
30. Jak poznáme zhruba tvrdost při napouštění podle barev?
31. Je žlutě napouštěná součást měkčí nebo tvrdší než součást napouštěná modře?
32. Na jakou asi teplotu napouštíme nástroje z rychlořezných ocelí?
33. Jak stejnoměrně prohřejeme menší nástroje před napouštěním?
34. Popište napouštění frézy žhavým čepem.
35. Popište podrobně postup při výrobě plochého sekáče.
36. Popište postup při tepelném zpracování nože z rychlořezné oceli (*obr. 329*).
37. Popište postup při tepelném zpracování nože z tvrdé nástrojové oceli (*obr. 330*).
38. Jak se liší zušlechťování od napouštění?

28. Cementování

1. Cementujeme měkkou nebo tvrdou ocel?
2. Proč se po cementování zakalí jen povrch?

3. Do jaké hloubky vnikl do povrchu uhlík, nutný k zakalení?
4. Jakých cementačních hmot používáme?
5. Popište podrobně postup při cementování v prášku.
6. Jak zabráníme cementování některých míst?
7. Jak tlustá nauhličená vrstva se dá vytvořit svítiplynem?
8. Popište postup při kalení po cementování.
9. Jak se dělá pestrý povrch (mramorování)?
10. Jak cementujeme hlavičky šroubků práškem?
11. Co je to nitridování?

29. Ostření (broušení) nástrojů

1. Používáme častěji pískovcového brusku?
2. Z čeho se dnes nejčastěji zhotovují brusné kotouče?
3. Čím jsou zrna kotouče spojena?
4. Otáčí se tvrdý kotouč pomaleji nebo rychleji než jemný kotouč?
5. Jak poznáme, že kotouč je příliš tvrdý?
6. Jak ostříme a orovnaváme brusný kotouč?
7. Volíme na tvrdý materiál tvrdý nebo měkký brusný kotouč?
8. Jak se značí tvrdost (soudržnost) kotoučů a velikost zrna?
9. Jak zkoušíme tvrdost (soudržnost) kotouče v dílně?
10. Proč ostříme nástroje od ruky zpravidla za sucha?
11. Jak ochladíme nástroj, který se při ostření od ruky příliš ohřál?
12. Jak opravíme nástroj, změkklý na povrchu vyhrátím při ostření?
13. Čemu říkáme obtahování břitu?
14. Popište podrobně postup při ostření soustružnického nože.
15. Tlačíme na nůž při ostření silně nebo jemně?
16. Čím se liší břit nože na tvrdý a na měkký materiál (*obr. 336*)?
17. Popište podrobně postup při ostření šroubovitého vrtáku (*obr. 338 až 339*).
18. Jaký úhel má mít hrot normálního vrtáku?
19. Jak provedeme zašpičatění (zkrácení spojovacího ostří)?
20. Kde brousíme závitník (*obr. 342*)?
21. Popište ostření závitového očka.
22. Popište, jak ostříme nůž k tabulovým nůžkám.

30. Jak zlepšíme trvanlivost nástrojů?

1. Jaký je poměr mezi cenou obyčejné oceli, rychlořezné oceli a slinutého karbidu?
2. Proč se zlepšuje trvanlivost nástroje vyleštěním?
3. Jak moříme nástroje?
4. Vyložte rozdíl mezi leptáním a elektrolytickým leštěním.
5. Proč se nástroj zlepšuje zpracováním nízkými teplotami?
6. Jak dosáhneme nízké teploty, potřebné ke zlepšení nástrojů?

7. Popište rozdíl mezi galvanickým chromováním, thermochemováním a tvrdým chromováním.

8. Jaký význam má kyanování nástrojů?
9. Je kyanování v roztavené soli bezpečné?
10. V čem jsou uloženy nástroje při kyanování plynem?
11. Může se kyanovat každá ocel?
12. Jak se zpevní břit nástroje elektrickými jiskrami?

31. Stachanovské hnutí a nové pracovní metody

1. Co je podstatou stachanovského rozboru práce?
2. Jak se rozepíše plán až na pracoviště?
3. Kdo vyučuje na školách vysoké produktivity práce?
4. Proč má dnes žena v dílně stejný plat jako muž?

32. Technické normování výkonu

1. Kolik tříd zavedl Státní katalog prací v kovoprůmyslu?
2. Jmenujte aspoň tři požadavky, podle nichž hodnotíme práci.
3. Co má růst rychleji, produktivita nebo mzdy, a proč?
4. Jak dělíme pracovní čas v normování?
5. Co se dělá v hlavním a co ve vedlejším čase?
6. Jmenujte některé práce, spadající do času obsluhy pracoviště.
7. Kdy se hlavně stanoví norma množství?
8. Co to je úsek operace?
9. Jaký je rozdíl mezi úkonem a pracovním pohybem?
10. Co rozumíme prověrkou pracoviště?
11. Co vše je uvedeno v listu údernické pracovní metody?
12. Co jsou normativy.
13. Jak se určí čas potřebný na oddech?
14. Z čeho se skládá norma času na kus?
15. Co rozumíme pojmem chronometráž?
16. Kolikrát se měří čas při chronometráži?
17. Co je to snímek pracovního dne?
18. Jak se dělá výrobní instruktáž?
19. Je-li norma výkonu za směnu 40 kusů a vyrobil-li dělník 50 kusů, určete, jak splnil normu v procentech.

a) z vydavatelství Práce, Praha

- B. Dobrovolný*, Mechanická technologie, 1952, 580 str.
D. Slavin—N. Ostapenko, Nauka o materiálech, 1952, 168 str.
B. Dobrovolný, Rozměření orýsováním ve strojnické výrobě, 1949, 92 str.
V. Šindelář—J. Machalický, Měření délek ve výrobě, 1952, 240 str.
J. Dobrovolný, Nástrojařství, 1952, 260 str.
B. Dobrovolný, Pilování, 1951, 96 str.
J. Havlíček—B. Dobrovolný, Návuk práce sekáčem, 1950, 40 str.
K. Mardikin, Výkonné metody tuširování, 1951, 36 str.
J. Němec, Abeceda obloukového svařování, 1952, 128 str.
V. Kříž—K. Veselý, Svařování plamenem, 1952, 126 str.
R. Krňák, Obloukové svařování, novátorské pracovní metody, 1953, 160 str.
N. Medvěduk, Příručka pro nýtaře, 1952, 160 str.
J. Korecký, Kalení oceli, 1952, 160 str.
B. Dobrovolný, Vrtání kovů, 1946, 96 str.
 Kolektiv Zbrojovky, Brno, Technický slabikář, 1952, 140 str.
F. Drastík—B. Dobrovolný, Kovářská abeceda, 1952, 140 str.
E. Hamerník, Slabikář technického normování výkonu, 1952, 64 str.
B. Dobrovolný, Dilenská matematika, 1953, 240 str.
A. Seidler—J. Kolář, Výběr norem pro dílny kovoprůmyslu, 1952, 340 str.
Z. Schmidt—B. Dobrovolný, Technická příručka (Strojnické tabulky), 1952, 680 str.

Knihovnička úderníků, 30 svazků v naklad. Práce.

b) z bývalého vydavatelství PV, Praha a SNTL, Praha

- Slavin D. O.*, Vlastnosti kovů, SNTL Praha, 1953.
Klímeš F., Technická kontrola ve strojřenské výrobě, PV Praha, 1951.
Glizmaněnkó D. L., Svařování, SNTL Praha, 1953.
Volodin V. S.—Golovincev M. G., Rychlostní způsoby ručního svařování elektrickým obloukem, SNTL Praha, 1953.

REJSTŘÍK

Číslo u hesla značí stranu

Abeceda řecká 21

Barvy ohřáté oceli 125

bodové svařování 162

Brinell 176

bronz 16

brusný kotouč 189

buchary 129

Cementování 187

cín 16

Čas, rozdělení v normě 207

černění povrchu 171

čtyřhran nástrojů 115

Dělový vrták 108

děrování 97

Dobrovolný 14, 17, 160, 195

Doutnáč 168

dovolené úchytky 31

dráty svařovací 152

důlek 72

Elektrické svařování 159

elektrody svařovací 165

Formáty výkresů 21

Hladkost povrchu 32

hlavičkář 138

hlíník 16

hloubkoměr 60

hmatadla 64

hořáky svařovací 151

hořčík 16

Chromování nástrojů 198

chronometráž 214

ISA soustava 68

Jiskření oceli 174

Jozífek 168

Kalení 177

kalibr závitový 65

kladiva 128

klempířská dílna 39

kleště kovářské 127

Kochman 17

kolovrátek 110

komposice 16

koncové měrky 63

kopinatý vrták 100

korunový vrták 109

kótování 26

kovadliny 128

kování ruční 125

kovárna 37

kreslení výkresů 17

kružítka 73

Kuzněcov 160

kyanování nástrojů 199

Lapování 196

leptání kovů 172

leštění elektrolytické 197

licování 67

litina 14

Materiály 14

měď 15

měření 59

metrický závit 118

Michajlov 168

mikrometr 60

mikrozis 63

minimetr 63

montážní dílna 38

mosaz 16

Náčrty od ruky 19

napouštění 183

nikl 16

nitridování 188

nonius 59

norma 206

normalisace 34

normování výkonu 205

nůžky 94

nýtování 134

nýty 134

Obloukové svařování 163

obrábění, definice 13

obrubovací strojek 82

obtahování ostří 191

ocel 14

odporové svařování 160
odškodné za úraz 9
ohřev materiálu 126
ohýbačky 83
ohýbání 80
olovo 16
operace výrobní 209
operační čas 211
optimetr 63
orthotest 63
orýsování 72
osazování 131
ostření nástrojů 189
otázky k opakování 218

Pájedlo 142
pájení 142
pájky měkké 143
— tvrdé 145
passometr 61
pece ke kalení 179
péčování 131
píłka 45
pilníky 51
pilování 49, 54
písmo normalisované 20
plyny k svařování 149
pořádek na pracovišti 40
postoj při práci 43
posuvné měřítko 59
povrch, značení 29
pracoviště zámečnicka 40
prodlužování 131
produktivita práce 205
promítání 22
prorážení 97
průbojník 98
pružiny, vinutí 84
příměrný hranol 66
Punskij 205

Rašple 58
režijní materiál 16
Rockwell 176
rohové razítko 22
rovinnost, měření 66
rovnání 78
rýsovací jehla 72

Recká abeceda 21
řehačka 111
řezák na trubky 96
řezání plamenem 158
— ruční 45

Sek pilníků 53
sekáče 86
sekání 86
— za tepla 132
skřipce 49
slinuté karbidy 15
snímek pracovního dne 215
socialistické soutěžení 203
sovětské normy kreslení 33
stachanovské hnutí 202
středicí vrták 109
stříhání 94
surové železo 14
svařování 149
— v ohni 132
svěráky 42
svěrky 49

Škrabák 91
škrabání 91
šroubovitý vrták 101
šrouby, kreslení 30

Tavidlo 146
temování 141
temperovaná litina 14
tepelné zpracování 173
thermitové svařování 169
trvanlivost nástrojů 196
třmenový kalibr 70
tuširování 90
tvrdost, měření 175
Ůhloměr 65
úhly, měření 64
úchytkoměr 61
umělé hmoty 16
úrazy 8

Válečkový kalibr 70
Vickers 176
vložky do svěráku 44
Volodin 168
vratidlo 114
vrtací olej 103
vrtačky 110
vrtáky, rychlosti 104
vrtání 99
výheň kovářská 127
vyklepávání 76
výkresy 17
vyrovnávání 78
vysekávač 97
výstružník 113
vystružování 113

Whitworthův závit 119

Zabrušování 93
záhlubník 108
zámečnická dílna 35
zaškrabávání 90
zatahovák 138
závit, měření 65
závitníky 119

závitová čelist 122
závity, řezání 117
zdraví, ochrana 9
zinek 16
zpevnění elektrojiskrové 200
ztužování 141
zušlechťování 186

Železo 14

Bohumil Dobrovolný

RUČNÍ OPRACOVÁNÍ A OBRÁBĚNÍ KOVŮ

Vydání sedmé, vyšlo v červnu 1954

240 stran, 348 obrázků

Vydalo Státní nakladatelství technické literatury, n. p.,

Spálená 51, Praha II.

Řada strojírenské literatury

Tiskové korektury: Oldřich Vyhlídal

Technická redaktorka: Líbuše Hokrová

Obálku navrhl: Miroslav Vlk