

Strojárska technológia II

2. ročník

Ing. Mária Mechurová

Považská Bystrica 2011

Názov: Strojárska technológia II 2. ročník

Autor: Ing. Mária Mechurová

Vydavateľ: Stredná odborná škola strojnícka, Považská Bystrica

OBSAH

	ÚVOD.....	5
1.	TVÁRNENIE.....	6
1.1	Polovýrobky.....	6
1.2	Tvárnenie kovov – základné pojmy.....	7
1.3	Valcovanie.....	8
1.3.1	Spôsoby valcovania ocele za tepla.....	10
1.3.2	Valcovanie plechov a pásov za studena.....	11
1.4	Kovanie.....	12
1.4.1	Voľné ručné kovanie.....	12
1.4.2	Voľné strojové kovanie.....	13
1.4.3	Zápusťkové kovanie.....	14
1.5	Ťahanie.....	14
1.5.1	Ťahanie profilových tyčí za studena.....	14
1.5.2	Ťahanie drôtu.....	15
1.6	Pretláčanie.....	16
1.6.1	Pretláčanie za tepla.....	16
1.6.2	Pretláčanie za studena.....	16
1.7	Výroba rúrok.....	17
1.7.1	Výroba oceľových bezšvových rúrok.....	17
1.7.2	Výroba zvaraných rúrok.....	18
1.8	Tvárnenie kovov za studena.....	19
1.8.1	Strihanie.....	20
1.8.2	Prestrihovanie.....	20
1.8.3	Ohýbanie.....	21
1.8.4	Ťahanie.....	22
1.9	Tvárnenie plastov.....	23
2.	ZVÁRANIE, SPÁJKOVANIE, LEPENIE.....	24
2.1	Zváranie – základné pojmy.....	24
2.2	Tavné zváranie.....	25
2.2.1	Tavné zváranie plameňom.....	27
2.2.2	Zváranie elektrickým oblúkom.....	28
	Zváranie obalenou elektródou.....	29
	Zváranie v ochrannom plyne.....	30
	Plazmové zváranie.....	30
	Zváranie elektrónovým lúčom.....	31
	Zváranie laserom.....	31
2.3	Tlakové zváranie.....	32
2.3.1	Elektrické odporové zváranie.....	32
	Stykové odporové zváranie.....	33
	Bodové odporové zváranie.....	33
	Švové odporové zváranie.....	34
	Výstupkové odporové zváranie.....	35
2.3.2	Elektrické indukčné zváranie.....	36
2.3.3	Zváranie trením.....	37
2.3.4	Zváranie ultrazvukom.....	37
2.3.5	Zváranie za studena.....	38
2.4	Tepelné delenie materiálu.....	39

2.5	Spájkovanie.....	40
2.5.1	Mäkké spájkovanie.....	41
2.5.2	Tvrde spájkovanie.....	42
2.6	Lepenie.....	42
2.6.1	Lepidlá.....	43
3.	POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	44
3.1	Korózia.....	44
3.1.1	Druhy korózie.....	44
3.2	Spôsoby ochrany proti korózii.....	46
3.2.1	Príprava povrchu.....	47
3.2.2	Chemické povrchové úpravy.....	48
3.2.3	Ochranné povlaky kovov.....	48
3.2.4	Povlaky farieb a lakov.....	50
3.2.5	Smaltovanie.....	50
3.2.6	Povlaky asfaltu, dechtu a kaučuku.....	50
3.2.7	Povlaky plastami.....	51
4.	MONTÁŽ STROJOV A ZARIADENÍ.....	51
4.1	Montáž – základné pojmy.....	51
4.1.1	Montážne prvky.....	51
4.1.2	Druhy a formy montáže z hľadiska organizácie.....	52
4.1.3	Triedenie montáže z hľadiska vymeniteľnosti súčiastok.....	52
4.1.4	Technologické podklady pre montáž.....	53
4.2	Mechanizácia a automatizácia montáží.....	53
4.2.1	Montážne náradie.....	54
4.2.2	Mechanizované nástroje.....	54
4.2.3	Automatizované montážne pracoviská.....	54
	POUŽITÁ LITERATÚRA.....	56

ÚVOD

Učebnica Strojárska technológia II pre 2. ročník SOŠ strojníckych oboznamuje žiakov s problematikou voľby polovýrobkov, výroby polovýrobkov rôznymi technológiami tvárnenia za tepla i za studena, so spôsobmi nerozoberateľného spojovania materiálov zvaraním, spájkovaním a lepením. Ďalší tematický celok je zameraný na problematiku korózie a spôsobov ochrany materiálov proti korózii rôznymi druhmi povrchových úprav. Posledný tematický celok sa zaoberá montážou strojov a zariadení. Aj v druhom dieli strojárskej technológie je rozsah učiva veľmi široký, preto informácie o danej problematike v jednotlivých tematických celkoch sú len základné, ale postačujúce na získanie potrebných vedomostí o danej technológii. Za každým tematickým celkom sú i v tomto dieli zaradené kontrolné otázky. Po úspešnom zvládnutí daného učiva by žiak mal vedieť na ne zodpovedať. Pri vyučovanom procese je treba pracovať aj so strojníckymi tabuľkami, ktoré vhodne potrebnými normami dopĺňujú preberané učivo.

Učebnica tematický nadväzuje na základné poznatky a vedomosti získané štúdiom tohto predmetu v prvom ročníku, ktoré boli obsiahnuté najmä v učebnici Strojárska technológia I pre 1. ročník SOŠ strojníckych.

Poznanie základných poznatkov z odboru strojárska technológia je nevyhnutné pre budúce úspešné zapojenie sa absolventov SOŠ strojníckych do výrobnéj praxe či už v pozícii robotníka, majstra, technológa, alebo v niektorej inej pracovnej pozícii v strojárskej firme. Samozrejme ak sa rozhodnete pre ďalšie vzdelávanie, napríklad štúdiom na vysokej škole strojárskeho zamerania, sú pre vás vedomosti z tohoto predmetu nepostrádateľné.

Pri štúdiu strojárskej technológie Vám prajem mnoho úspechov a trpezlivosti.

Autorka

1. TVÁRNENIE

1.1 Polovýrobky

V hutníckej prvovýrobe sa surový materiál spracováva na **polovýrobok** (polotovár). Polovýrobok je nedokončený výrobok určený na ďalšie spracovanie. Napríklad kováčňa vyrobí výrobok – výkovok, ktorý ide na ďalšie spracovanie do obrábacej dielne. Pre obrábaciú dielňu je výkovok polovýrobok. Po opracovaní odchádza z obrábacej dielne ako výrobok.

Polovýrobky rozdeľujeme do dvoch skupín:

A) Normalizované polovýrobky - majú tvar, rozmery a materiál určené STN. Patria sem plechy, pásy, tyčový materiál, drôty, rúrky.

B) Nenormalizované polovýrobky - rozdeľujeme podľa spôsobu výroby na odliatky, výkovky, výlisky, výpalky a polovýrobky zvarané, spájkované a lepené.

Tieto druhy polovýrobkov môžeme ešte podľa materiálu rozdeliť na:

1. oceľové polovýrobky;
2. polovýrobky z neželezných kovov;
3. nekovové polovýrobky;

Voľba polovýrobku je veľmi dôležitá pre ďalší výber spôsobu obrábania. Od druhu polovýrobku, t.j. od jeho tvaru, veľkosti prídavkov na obrábanie, presnosti polovýrobku, tvrdosti materiálu a spôsobu výroby polovýrobku závisí počet operácií, dĺžka výrobných časov a celkové náklady na výrobu súčiastok. Pre kusovú výrobu sa používajú polovýrobky menšej presnosti, pre sériovú a hromadnú výrobu polovýrobky presnejšie. Cena polovýrobku závisí od množstva vyrábaného polovýrobku. Preto sú normalizované polovýrobky vždy lacnejšie ako nenormalizované polovýrobky, ktoré sa vyrábajú len na objednávku. Nevýhodou normalizovaného polovýrobku je, že sa vyrába len v určitých veľkostiach, takže sa musia niekedy odobrať veľké prídavky na obrábanie.

Nenormalizované polovýrobky sa používajú vtedy, keď z normalizovaného polovýrobku nemožno získať žiadaný tvar, alebo prídavky na obrábanie by boli príliš veľké. Preto použitie nenormalizovaného polovýrobku závisí od:

- počtu vyrábaných kusov;
- veľkosti a tvaru vyrábanej súčiastky;
- vyžadovanej akosti materiálu a možnosti jeho spracovania;
- výrobného zariadenia na výrobu polovýrobku;

Preto volíme polovýrobky na základe ekonomického prepočtu nákladov na materiál a obrábanie.

Kontrolné otázky:

1. Čo je to polovýrobok ?
2. Ktoré polovýrobky sú normalizované, kde ich budeme hľadať?
3. Ktoré polovýrobky sú nenormalizované ?
4. Kedy volíme na výrobu súčiastky normalizovaný polovýrobok a kedy nenormalizovaný polovýrobok ?
5. Ako rozdeľujeme polovýrobky z hľadiska materiálu ?
6. Uveďte príklady postupného premieňania polovýrobku na výrobok.
7. Vypíšte zo strojníckych tabuliek normalizované polovýrobky.

1.2 Tvárnenie kovov – základné pojmy

Tvárnenie kovov patrí medzi najproduktívnejšie odbory technológie. Nevieme si predstaviť sériovú a hromadnú výrobu automobilov bez použitia polovýrobkov vyrobených tvárnením. Pri tvárnení sa využíva materiál veľmi hospodárne, odpad je asi do 10%. Produktivita tvárniacich strojov je veľmi vysoká.

Pri spracovaní kovových materiálov tvárnením využívame ich schopnosť trvale sa deformovať bez porušenia súdržnosti. Túto vlastnosť nazývame **tvárnosť**. Deformácia kovových materiálov má dve zložky, a to:

- **pružnú** – elastickú, to znamená, ak prestanú pôsobiť vonkajšie sily, deformácia zanikne;
- **trvalú** – čiže plastickú, to znamená, že materiál zmení svoj tvar pôsobením vonkajších síl;

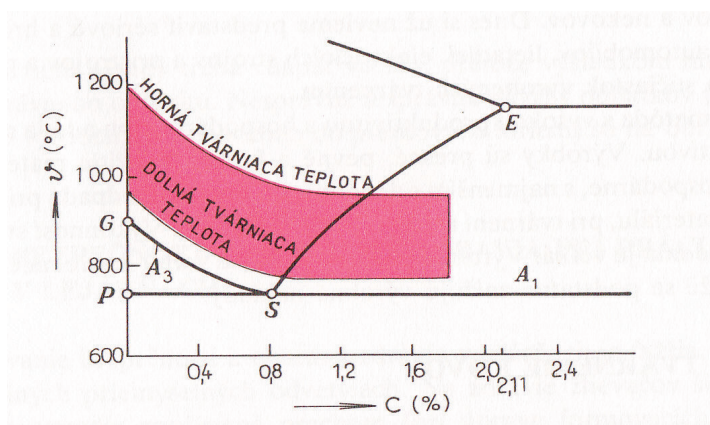
Podľa použitej tvárniacej teploty rozlišujeme dva základné spôsoby tvárnenia: **tvárnenie za tepla** a **tvárnenie za studena**.

Počas tvárnenia dochádza k spevneniu tvárneného materiálu. Pri vyšších teplotách je však deformácia sprevádzaná zotavením a rekryštalizáciou. V materiáli tvárnenom pri vyšších teplotách dochádza teda nielen k spevneniu (vnútornému napätiu), ale aj procesom, ktoré toto spevnenie odstraňujú.

Tvárnením za studena sa kovy spevňujú. Čím väčší je stupeň tvárnenia, tým väčšie je spevnenie. Tvárnením za studena sa zvyšuje medza pružnosti, pevnosť v ťahu a tvrdosť, ale znižuje sa húževnatosť. Spracovanie nie je v celom priereze rovnomerné, vznikajú nebezpečné vnútorné napätia, ktoré môžu porušiť materiál.

Pri tvárnení za tepla sa ohrevom znižuje pevnosť a húževnatosť materiálu, tým sa zlepšuje jeho tvárnosť. Oceľ sa ohrieva na teplotu (250 až 300)°C pod solidom. Táto teplota sa nazýva **tvárniaca teplota** (obr.1.). Pre vlastnosti tvárnenia ocele je rozhodujúca najmä konečná teplota, čiže teplota, pri ktorej sa tvárnenie skončilo. Preto sa tvárnenie má dokončovať pri dolnej tvárniacej teplote asi 50°nad A_{c3} alebo A_{c1} , keď má oceľ najjemnejšiu štruktúru a najväčšiu pevnosť pri veľkej húževnatosti. Tvárnenie pod teplotou A_{c3} alebo A_{c1} je vlastne tvárnením ocele za studena, to znamená, že oceľ sa spevňuje. Ak sa tvárnenie pri tejto teplote ešte neskončilo, treba predmet ohriať, to je tzv. tvárnenie na jedno, dve i viac ohriatí. Tvárniť sa má, pokiaľ je to možné, s čo najmenším počtom ohriatí, lebo pri každom ohreve sa časť materiálu premení na oxid železa. Oxidovaný povrch materiálu sa pri tvárnení odlupuje v šupinkách, ktoré sa nazývajú okuje. Takto vznikajú straty opalom, ktoré sú pri jednom ohriatí 3 až 5 %.

Materiál určený na tvárnenie sa ohrieva v peciach rôznej výroby a veľkosti. Najčastejšie sú to plameňové pece, priebežné pece alebo elektrické indukčné pece.

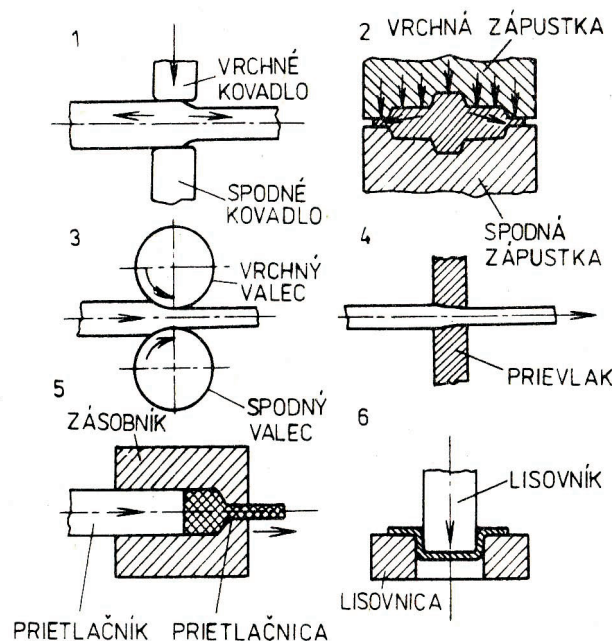


Obr. 1. Rozsah tvárniacich teplôt pre nelegované ocele

Podľa spôsobu pôsobenia nástroja rozoznávame tieto hlavné spôsoby tvárnenia (obr. 2.):

1. **voľné kovanie** – kov sa tvárni stláčaním medzi dvoma kovádlami a premiestňuje sa v rôznych smeroch;
2. **zápustkové kovanie** – kov sa vtláča do dutín vrchnej a spodnej zápustky;
3. **valcovanie** – tvárnený kov je vtáňovaný medzi rotujúce valce a plynule stláčaný;
4. **táhanie tyčí a drôtov** – materiál je pretáňovaný otvorom v prievlaku, tým sa predlžuje a na obvode stláča;
5. **pretláčanie** – kov v plastickom stave je uzatvorený v zásobníku a prietlačníkom je pretláčaný (vytláčaný) otvorom v prietlačnici;
6. **táhanie plechu** – plech je ťažníkom pretáňovaný otvorom v ťažnici, čím sa mení rovinný tvar plechu na tvar dutého telesa.

Medzi tvárnenie patrí aj **delenie** kovových plechov a tyčí **strihaním** a **vystrihávaním**.



Obr. 2. Spôsoby tvárnenia

Kontrolné otázky:

1. Čo je to tvárnenie?
2. Vymenujte a popíšte stručne hlavné spôsoby tvárnenia.

1.3 Valcovanie

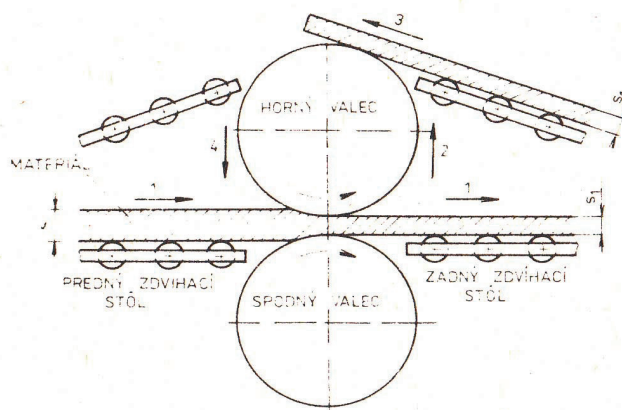
Valcovanie je plastické tvárnenie kovu medzi dvoma otáčajúcimi sa valcami, ktoré ho kontinuálne stláčajú. Ak prechádza valcovaný kov kolmo na os valcov, je to **pozdlžne valcovanie**, ak je os valcovaného materiálu rovnobežná s osou valcov, je to **priečne valcovanie**.

Pozdlžným valcovaním sa spracúva väčšina ocele a ostatných kovov. Vyrábajú sa tak tyče rôznych prierezov, drôty, pásy, plechy, profilové tyče,... Priečnym valcovaním sa vyrábajú napríklad rúrky, závitové...

Východiskové polovýrobky pre valcovanie za tepla sú ingoty, vyrobené liatím v oceliarni. Ingoty sa zohrejú na teplotu tvárnenia v peciach. Zohriaty ingot sa potom valcuje. Valcovaním sa materiál predlžuje a zároveň stláča (zmenšuje sa prierez). Valcovaním vznikne najskôr **predvalok** (polovýrobok) na predvalcovacích stolicích. Z týchto predvalkov sa na dovalcovacích stolicích vyrába konečný výrobok – **vývalok**, t.j. tyčová alebo tvarová oceľ, plechy,...

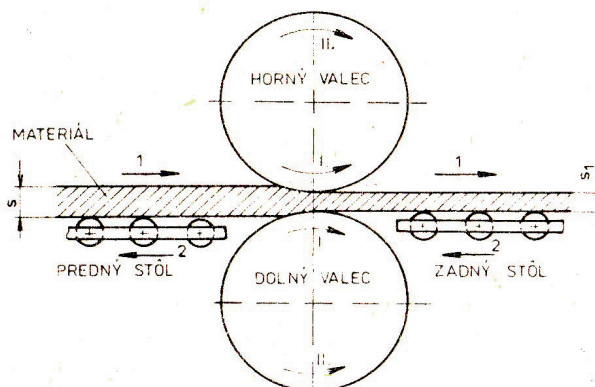
Stroje, ktorými sa materiál valcuje, sa nazývajú **valcovacie stolice**. Valce valcovacích stolíc sú **hladké** alebo **kalibrované**. Čapmi sú uložené v ložiskách stojana, s ktorým tvoria valcovaciu stolicu. Podľa počtu valcov a spôsobu práce rozoznávame dvojvalcové, trojvalcové, univerzálne a iné stolice.

Jednosmerná dvojvalcová stolica (duo, obr.3.) – Materiál položený na valčekoch predného stola prebehne smerom 1 medzi valcami na zadný stôl. Potom sa obidva stoly zdvihnú smerom 2, valcovaný materiál sa presunie cez horný valec smerom 3 späť na predný stôl. Obidva stoly sa spustia smerom 4, horný valec sa zníži a materiál môže znova prejsť medzi valcami. To sa opakuje toľkokrát, až sa získa žiadaný výsledok. Vracaním materiálu vznikajú časové straty, aj práca je namáhavá, preto sa na týchto stolicích valcujú iba tenké plechy.



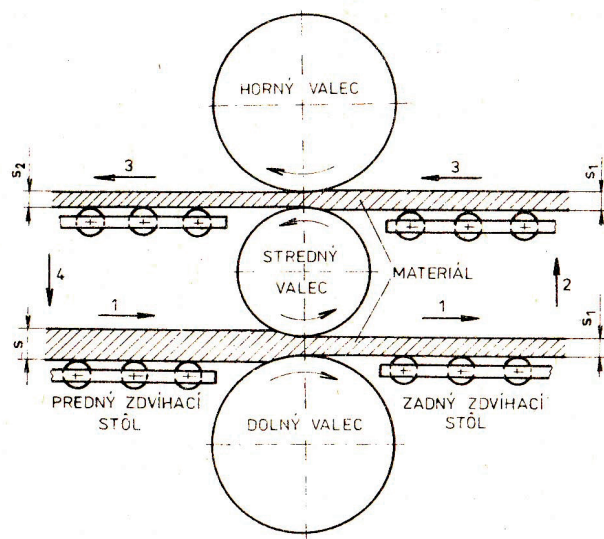
Obr. 3. Jednosmerná dvojvalcová stolica

Vratná dvojvalcová stolica (reverzná, obr.4.) odstraňuje nevýhody jednosmernej stolice. Valce sa otáčajú oboma smermi. Vratné stolice sa používajú na ťažké vývalky.



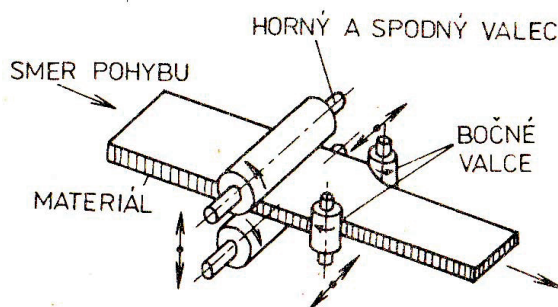
Obr. 4. Dvojvalcová vratná stolica

Trojvalcová stolica (trio, obr. 5) umožňuje valcovať materiál v oboch smeroch bez toho, že by sa menil smer otáčania valcov.



Obr. 5. Trojvalcová stolica

Univerzálna stolica (obr. 6) má okrem dvoch vodoravných valcov ešte zvislé valce. Materiál je valcovaný zo všetkých strán.

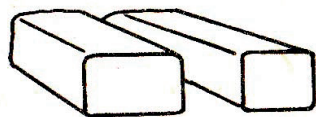


Obr. 6. Univerzálna valcovacia stolica

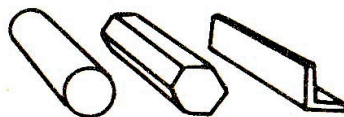
Zvyčajne sa práca nekončí v jednej valcovacej stolici. Preto býva niekoľko valcovacích stolíc usporiadaných vedľa seba alebo za sebou. Sú to tzv. **valcovacie trate**.

1.3.1 Spôsoby valcovania ocele za tepla

Bloky a predvalky (obr.7) sa valcujú na blokových tratiach z ingotov. Valce sú rovné s pomocnými valcami po stranách.

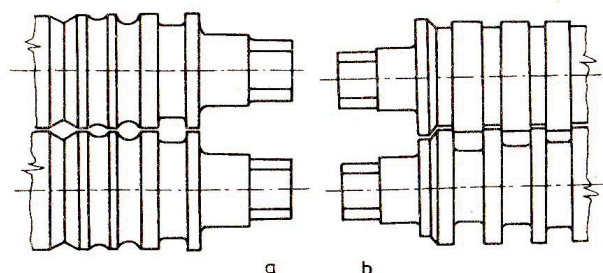


Obr. 7. Predvalky



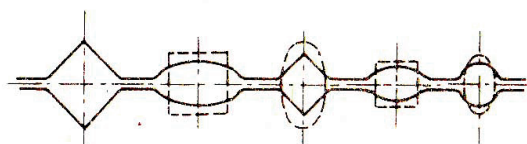
Obr. 8. Tvarová oceľ

Tvarová ocel' (obr.8) sa valcuje v kalibrovaných valcoch (obr. 9) Kaliber tvorí vybranie po obvode valcov a zodpovedá požadovanému tvaru prierezu. Jednotlivé kalibre sú vytvorené na valcoch vedľa seba.



Obr. 9. Kalibre
a-otvorené, b-uzavreté

Kruhové tyče sa valcujú v kalibroch, pri ktorých sa strieda štvorcový profil s oválnym. Iba posledný prieval sa urobí v kruhovom kalibri (obr. 10). Pri prechode z jedného kalibra do druhého sa valcovaný profil otočí (čiarkovane vyznačené).



Obr. 10. Kalibre na valcovanie kruhovej ocele

Drôt priemeru 5 až 25 mm sa valcuje na jemných valcovacích tratiach. Z tohto za tepla valcovaného drôtu sa vyrábajú ťahaním za studena drôty malých priemerov.

Plechý a pásy sa valcujú za tepla rovnými valcami z brám a ploštín.

1.3.2 Valcovanie plechov a pásov za studena

Valcovanie za studena zaručuje výrobu hladkých plechov s presnými rozmermi. Oceľové pásy sa za studena valcujú z pásov valcovaných za tepla na hrúbku 3 mm (najmenej 1 mm). Pred valcovaním za studena sa plechy moria v kyseline sírovej alebo soľnej, aby sa odstránili okoviny.

Pásy, ktorých tvárnosť bola znížená predchádzajúcim valcovaním za studena, sa musia žihať väčšinou v elektrických peciach, v ochrannej atmosfére alebo vo vákuu. Ak sa žiha hotový plech, zaraďuje sa ešte ľahké valcovanie za studena, aby sa dosiahol lesklý povrch.

Kontrolné otázky:

1. Čo je to valcovanie?
2. Popíšte princíp valcovania na valcovacích stoliaciach.
3. Ako vyrábame kruhové tyče?
4. Čo dosiahneme valcovaním plechov za studena?
5. Vymenujte polovýrobky, ktoré vyrábame valcovaním?
6. Vyhľadajte v strojných tabuľkách tieto polovýrobky.
7. Osvojte si zo strojných tabuliek označovanie normalizovaných polovýrobkov.

1.4 Kovanie

Najviac používaný spôsob tvárnenia za tepla je **kovanie**. Kovanie je tvárnenie kovov v plastickom stave pôsobením vonkajších síl nárazom – úderom kladiva alebo barana, alebo pôsobením pokojného tlaku – lisom. Polovýrobok získaný takýmto tvárnením nazývame **výkovok**. Kovaním môžeme tvárniť všetky druhy ocelí, niektoré druhy hliníkových zliatin a mosadze. Výkovky kujeme buď priamo z ingotov alebo z predvalkov, prípadne z valcovaných profilov.

Podľa tvaru, veľkosti, presnosti a množstva vyrábaných výkovkov sa používajú tieto spôsoby výroby výkovkov:

- voľné ručné kovanie;
- voľné strojové kovanie;
- zápustkové kovanie;

1.4.1 Voľné ručné kovanie

Požadovaný tvar docielime opakovanými údermi kladiva. Ručné kovanie používame len pri kusovej výrobe menších výkovkov, prípadne v údržbe. Medzi základné kováčske práce ručného kovania patria:

-**predlžovanie** (obr. 11)– údermi kladiva predlžujeme výkovok a súčasne zmenšujeme jeho prierez;

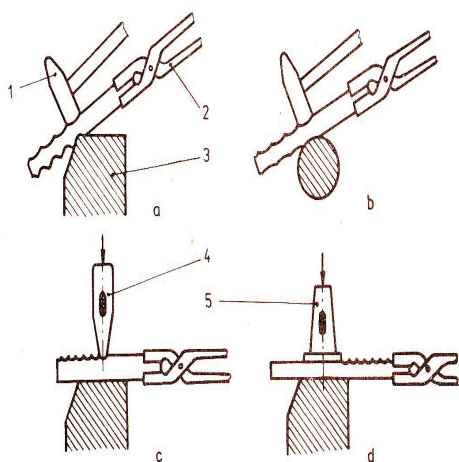
-**osadzovanie** (obr. 12) – zoslabujeme prierez výkovku v určitej dĺžke;

-**zrážanie** (obr. 13) – zväčšíme prierez na časti výkovku;

-**ohýbanie** (obr. 14) – ohýbame niektorú časť výkovku;

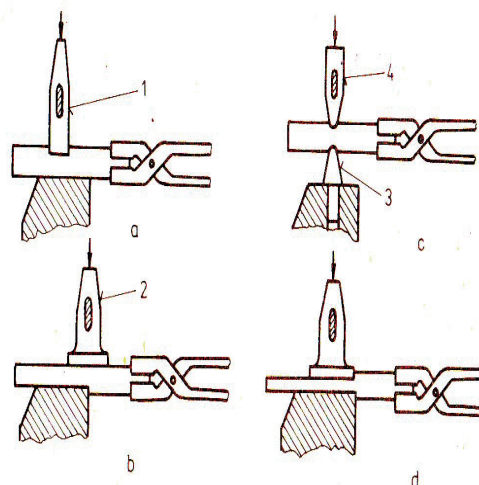
-**sekanie** (obr. 15)- oddelíme materiál;

-**prebíjanie a kalibrovanie** (obr.16) –vytvárame do výkovku otvory;



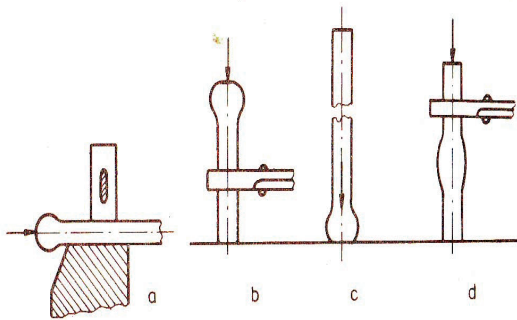
Obr. 11. Predlžovanie

1-kladivo, 2-kliešte, 3-nákova, 4-křížové kladivo, 5-široký osadzovač;

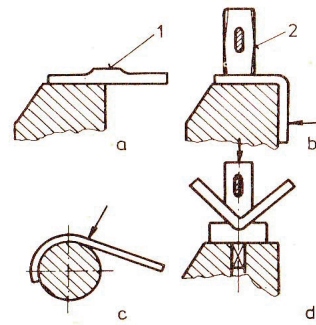


Obr. 12. Osadzovanie

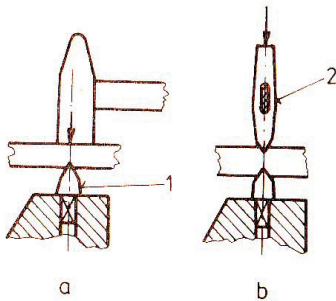
1-úzký osadzovač, 2-široký osadzovač, 3-zaoblená odtínka, 4-zaoblený osadzovač;



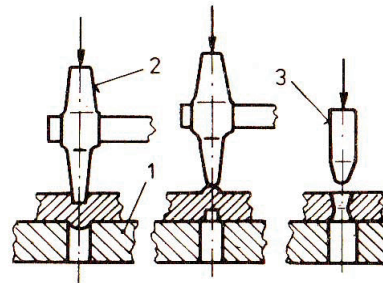
Obr. 13. Zrážanie



Obr. 14. Ohýbanie
1-prídavok, 2-perlík;



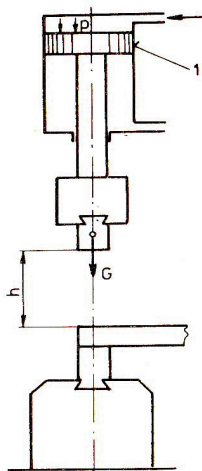
Obr. 15. Sekanie
1-odtínka, 2-sekáč;



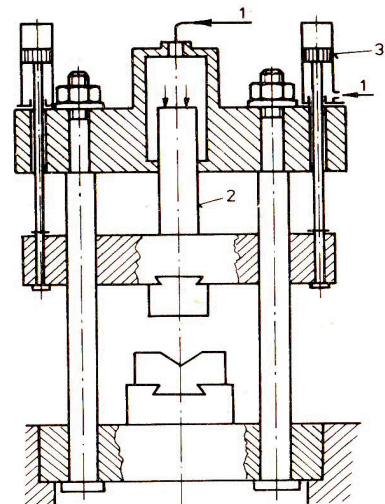
Obr. 16. Prebýjanie a kalibrovanie
1-priebojníková platňa, 2-prebýjacie kladivo, 3-kalibrovací tŕň;

1.4.2 Voľné strojové kovanie

Voľné strojové kovanie je podobné ručnému kovaniu, avšak namáhavú prácu kováča zľahčujú a zrýchľujú tvárniace stroje, z ktorých najrozšírenejšie sú **buchary** (obr.17) a **lisy** (obr. 18). Bucharý pracujú údermi pohyblivého kovadla upevneného v barane. Lisy tvárnia výkovok pokojným tlakom.



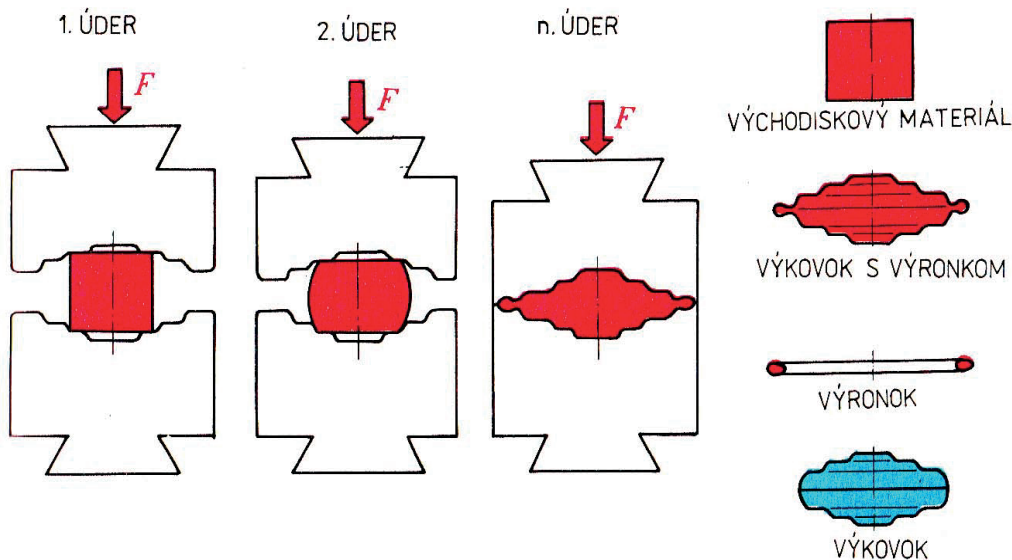
Obr. 17. Schéma buchara
1-piast;



Obr.18. Schéma hydraulického lisu
1-tlaková voda, 2-piast, 3-dvíhacie piesty;

1.4.3 Zápustkové kovanie

Zápustkové kovanie je tvárnenie výkovku v oceľových formách – zápustkách. Pri zápustkovom kovaní vložíme zohriaty polovýrobok do dutiny zápustky a údermi barana sa polovice zápustky k sebe približujú a kov postupne tečením vyplňa dutinu zápustky. Nadbytočný materiál sa vytlačí na okraje a vytvorí výronok (obr. 19).



Obr. 19. Postup pri kovaní v zápustke

Zápustkovým kovaním môžeme vykovat' tvarovo zložité výkovky, ktoré by sme voľným kovaním nemohli zhotoviť. Zápustkové výkovky sú také presné, že sa nefunkčné plochy nemusia opracúvať. Používame ich len v sériovej a hromadnej výrobe, lebo výroba zápustky je zložitá a drahá. Zápustkové výkovky kujeme na bucharoch i lisoch.

Kontrolné otázky:

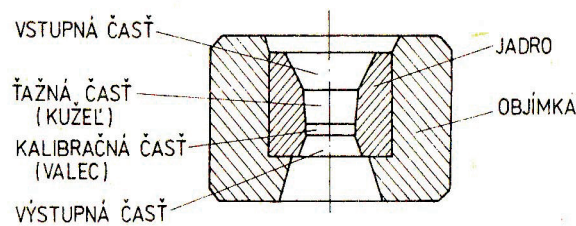
1. Čo je to kovanie?
2. Popíšte voľné ručné kovanie – základné operácie.
3. Vysvetlite čo je to voľné strojové kovanie.
4. Objasnite stručne zápustkové kovanie.

1.5 Ťahanie

Východiskový polovýrobok (tyč, drôt) sa preťahuje (kalibruje) **prievlakom** (kalibrom) z kalenej ocele, spekaného karbidu alebo diamantu.

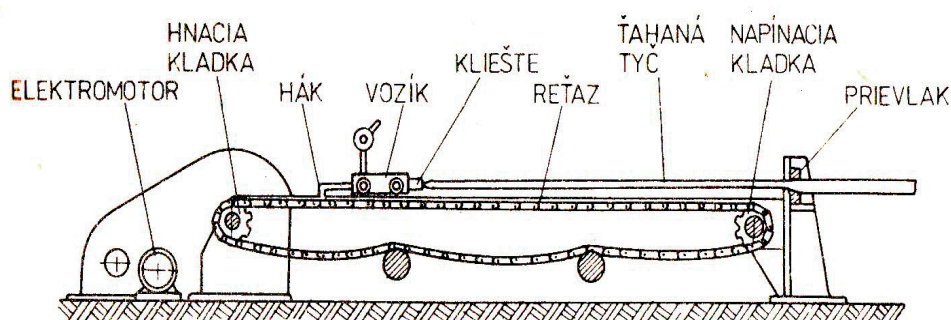
1.5.1 Ťahanie profilových tyčí za studena

Veľmi presné a hladké tyče rôznych prierezov sa získavajú ťahaním otvorom v prievlaku. Prievlak (obr.20) je z nástrojovej ocele, zo spekaného karbidu, alebo z diamantu. Diera v prievlaku zodpovedá požadovanému profilu. Steny otvoru majú určitý úkos, aby sa dosiahlo rovnomerné stláčanie v celom priereze.



Obr. 20. Časti prievlaku

Ako východiskový polovýrobok sa používajú žíhané a morené tyče zodpovedajúceho prierezu, napríklad kruhová, štvorhranná, šesťhranná. Koniec tyče sa upne do zavádzacieho zariadenia a pretlačí otvorom v prievlaku tak, aby sa mohol chytiť kliešťami ťahacej stolice. Dôležité je masťenie. Pohybujúca sa tyč alebo drôt nanáša masť na trecie plochy.

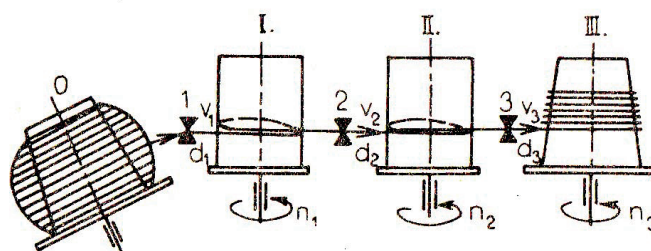


Obr. 21. Ťahacia stolica

Na ťahanie tyčí sa používajú ťahacie stolice (obr. 21). Prievlakom prechádza tyč, zachytená kliešťami. Kliešte sú upevnené k vozíku. Vozík sa spojí hákom s reťazou, ktorá je poháňaná elektromotorom.

1.5.2 Ťahanie drôtu

Na ťahanie drôtu sa používajú drôtoťahy (obr.22). Prierez drôtu sa ťahaním prievlakmi znižuje podobne ako pri tyčiach. Ťahaním sa prierez drôtu znižuje a jeho dĺžka sa zväčšuje. Pri ťahaní sa drôt odvíja z odvíjacieho bubna, prechádza prievlakom a navíja sa na navíjací bubon. Žiadaná hrúbka drôtu sa nedosiahne jedným pretiahnutím, ale drôt sa postupne preťahuje menšími a menšími prievlakmi, až sa dosiahne žiadaný rozmer. Viacnásobným ťahaním sa drôt stáva krehkým a tvrdne, čiže sa nedá už ťahať. Preto ho po každom treťom ťahaní vyžihame, aby zmäkol a netrhal sa.



Obr. 22. Viacnásobný drôtoťah

Kontrolné otázky:

1. Čo je to ťahanie ?

2. Stručne popíšte ťahanie profilových tyčí za studena.
3. Ako sa vyrába drôt?
4. Osvojte si zo strojníckych tabuliek označovanie normalizovaných polovýrobkov – profilových tyčí a drôtov.

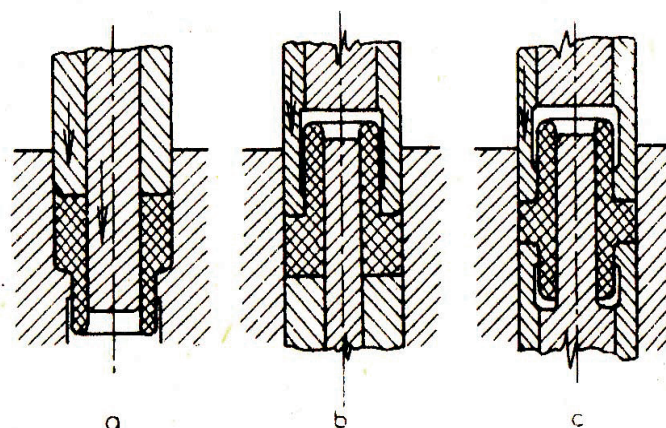
1.6 Pretláčanie

1.6.1 Pretláčanie za tepla

Pretláčaním za tepla sa vyrábajú výkovky určitého tvaru (stopkovitého, kalíškovitého, s dierou). Ako východiskový polovýrobok sa používa polovýrobok valcovitého alebo hranolovitého tvaru. Polovýrobok sa ohreje a prietlačníkom je pretláčaný (vytláčaný) otvorom v prietlačnici.

Podľa toku kovu pretláčanie rozdeľujeme na:

- a) **priame pretláčanie** – hlavný smer toku tvárneného kovu je súhlasný so smerom pohybu prietlačníka (obr.23 a);
- b) **protismerné pretláčanie** – hlavný smer toku tvárneného kovu je opačný k smeru pohybu prietlačníka (obr. 23 b);
- c) **kombinované pretláčanie** – hlavný smer toku materiálu je súhlasný so smerom pohybu prietlačníka alebo je k nemu opačný (obr.23 c);



Obr. 23. Pretláčanie za tepla

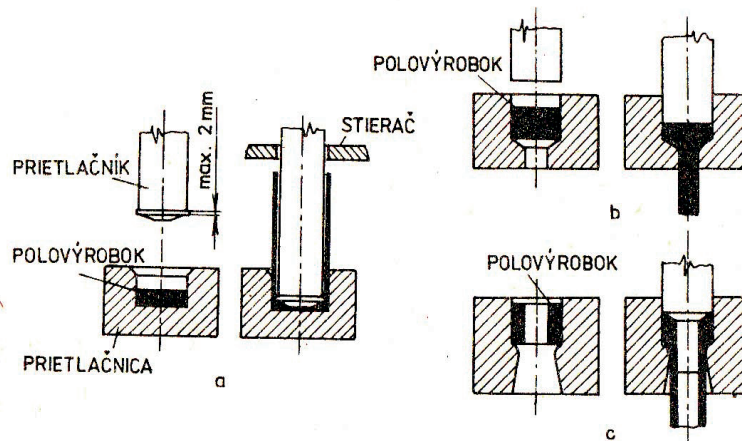
a) priame; b) protismerné; c) kombinované;

Pretláčanie je vhodné na výrobu výkovkov z kovov, ktoré majú zlú tvárnosť a pri inom spôsobe kovania sú náchylné na tvorenie trhlín. Sú to ocele s vysokým obsahom uhlíka, legované ocele, žiarupevné ocele, neželezné kovy a ich zliatiny.

1.6.2 Pretláčanie za studena

Kov určený na pretláčanie za studena sa umiestňuje v dutine prietlačnice a z nej je prietlačníkom vytlačovaný (pretláčaný). Nástroj sa volá pretláčadlo. Používané spôsoby pretláčania sú (obr. 24) :

- a) **protismerné pretláčanie;**
- b) **súsledné pretláčanie;**
- c) **súsledné duté pretláčanie;**



Obr. 24. Pretláčanie za studena
a) protismerné; b) súsledné; c) súsledné duté;

Na pretláčanie sa použije polovýrobok prestrihnutý z pásu alebo polovýrobok upichnutý z tyče. Oceľ musí byť dobre vyžihaná. Pred pretláčaním sa povrch masť technickým olejom. Pretláčaním sa oceľ spevňuje. Ak sa materiál spevní tak, že jeho tvárnosť je vyčerpaná, musíme ho pred ďalším tvárnením vyžihnúť. Za studena sa dobre pretláča meď, hliník, olovo aj zinok.

Kontrolné otázky:

1. Čo je to pretláčanie za tepla, aké druhy pretláčania za tepla poznáte ?
2. Popíšte pretláčanie za studena.

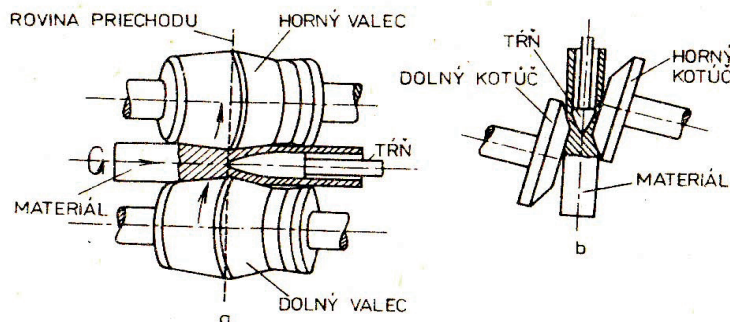
1.7 Výroba rúrok

Rúrky sa vyrábajú z kovových materiálov (ocelí, liatin, neželezných kovov) aj z nekovových materiálov (plastov).

Liatinové rúrky sa vyrábajú liatím na stojato alebo odstredivým liatím. **Rúrky z plastov** sa vyrábajú vytláčaním. **Oceľové rúrky** sú buď **bezšvové** alebo **zvárané (so švom)**.

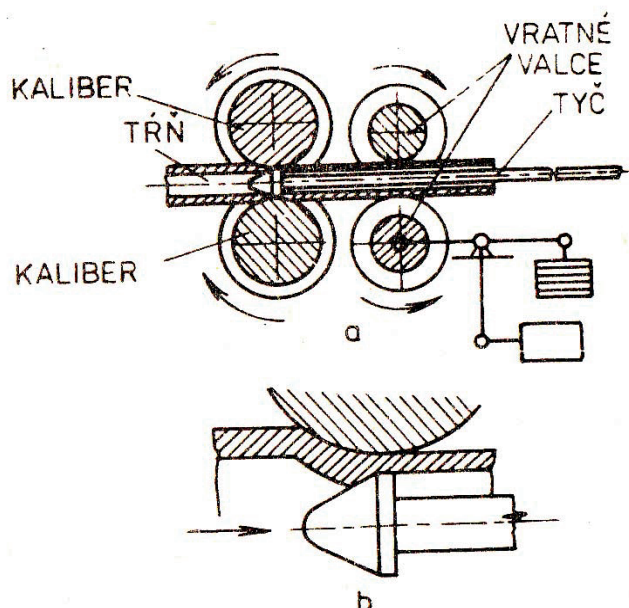
1.7.1 Výroba oceľových bezšvových rúrok

Pri výrobe bezšvových rúrok vychádzame z dierovaných polovýrobkov, ktoré sú vyrobené priečnym valcovaním na dierovacích valcových alebo kotúčových strojoch (obr. 25).



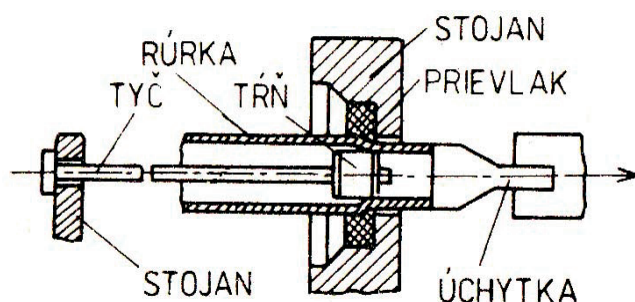
Obr. 25. Dierovanie kruhových predvalkov priečnym valcovaním
a) dvoma valcami s mimobežnými osami; b) dvoma kotúčmi;

Hrubostenný a pomerne krátky dutý predvalok, vyrobený na dierovacej stolici, sa potom spracúva na potrebnú hrúbku ďalším valcovaním (obr. 26).



Obr. 26. Automatik–valcovacia stolica na valcovanie dierovaných predvalkov
a) usporiadanie valcov a spätných valcov; b) princíp zmenšenia priemeru a stenšenia steny rúrky;

Rúrky ťahané za studena - sú rúrky s veľmi presnými hrúbkami stien a presnými priermi. Robia sa z predvalkov rúrok zhotovených valcovaním za tepla, a to najčastejšie ťahaním za studena (obr. 27).



Obr. 27. Ťahanie presných rúrok za studena

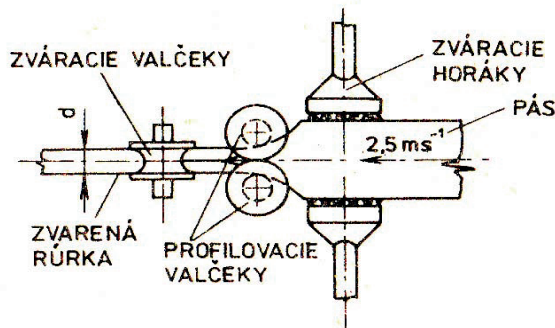
Na ťahanie rúrok za studena sa používajú ťahacie stolice. Rúrka sa preťahuje prievlakom a súčasne sa vnútorná plocha kalibruje trňom. Ak je to potrebné, preťahuje sa rúrka niekoľkokrát. Ak je tvárnosť rúrky vyčerpaná, treba rúrku pred ďalším ťahom žíhať a moriť.

1.7.2 Výroba zvaraných rúrok

Výroba bezšvových rúrok je nákladná, preto tam kde je to možné, používame lacnejšie zvarané rúrky (so švom). Zvarané rúrky sa vyrábajú:

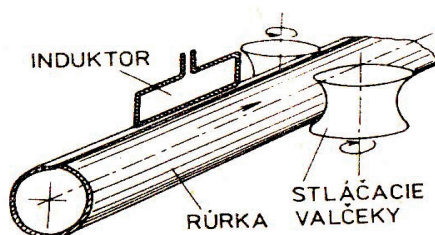
- zvaraním pásov ohriatych v plynových peciach;
- tavným zvaraním (elektrickým oblúkom alebo plameňom);
- odporovým a indukčným zvaraním;

Výroba rúrok z ohriatych pásov je na obr.28. Pás ohriaty v plynovej peci prechádza profilovacími valčekmi, ktoré pás skružia. Ďalší pár valčekov stlačí rúrkou a jej okraje k sebe tak, že sa stykovo zvaria. Na ohriatie okrajov na vyššiu zváraciu teplotu slúžia vhodne upravené plameňové horáky.



Obr. 28. Výroba rúrok stykovým tlakovým zváraním

Indukčné zváranie rúrok je na obr.29. Zvára sa bez priameho styku elektrického vodiča so stenou rúrkou. Medený induktor je chladený vodou a napájaný prúdom strednej frekvencie. Zváraná rúrka sa pohybuje v smere šípky. Tým sa ohrieva úzka časť rúrkou v miestach, kde bude urobený zvar. V ďalšej fáze je ohriata časť rúrkou postupne stlačená valčekmi a zvarená.



Obr. 29. Schéma indukčného zvárania rúrok

Kontrolné otázky:

1. Aké poznáte spôsoby výroby rúrok?
2. Popíšte výrobu oceľových bezšvových rúrok.
3. Ako sa vyrábajú zvarané rúrky ?
4. Ako a prečo vyrábame rúrky ťahané za studena ?
5. Osvojte si zo strojníckych tabuliek hľadanie a označovanie normalizovaných polovýrobov - rúrok.

1.8 Tvárnenie kovov za studena

Tvárnéním kovov za studena (tzv. lisovacou technikou) sa robí trvalá zmena východiskového materiálu bez odberu triesok pôsobéním vonkajšej sily. Podľa prevládajúceho priebehu deformácie rozoznávame plošné tvárnenie a objemové tvárnenie.

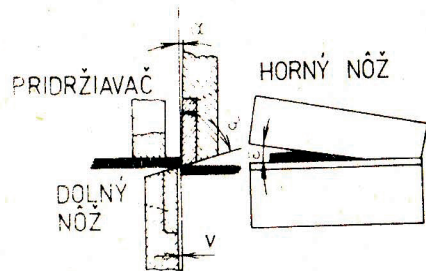
Plošným tvárnením sa dosiahne žiadaný tvar súčiastky (prevažne z plechu) bez podstatnej zmeny prierezu alebo hrúbky východiskového materiálu. Mechanické vlastnosti sa nemenia.

Objemovým tvárnením sa dosiahne žiadaný tvar súčiastky zmenou prierezu alebo tvaru východiskového materiálu. Objem sa nemení, ale materiál sa spevňuje a klesá jeho ťažnosť. Tým je obmedzený počet tvárniacich operácií.

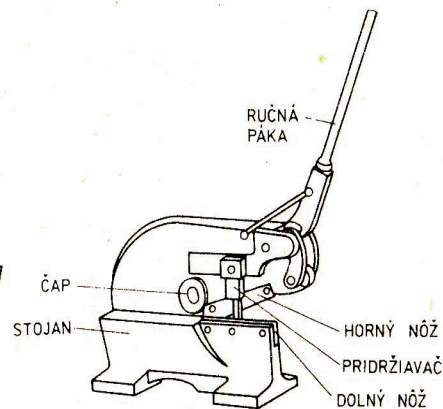
Základné práce v lisovacej technike sú **strihanie, prestrihovanie, ohýbanie, ťahanie**.

1.8.1 Strihanie

Strihá sa rovnými alebo profilovými nožmi (obr. 30). Dolný nôž je pevný, horný pohyblivý. Aby sa plech nepostavil šikmo, pred dolným nožom je pridržiavač. Uhol ostria rezného klina β je 75 až 85°.



Obr. 30. Strihanie (jednoduché)

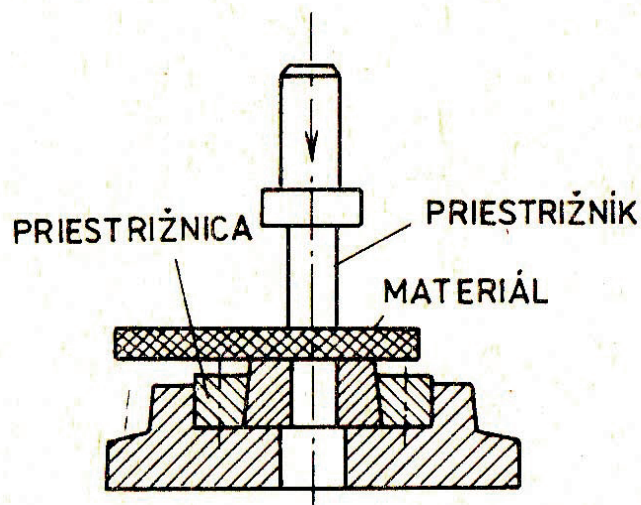


Obr. 31. Ručné pákové nožnice

Na ručné strihanie tenkých plechov sa pri montážach používajú ručné nožnice. Pre väčšie šírky a hrúbky plechov do 4 mm a pásov do hrúbky 6 mm sa používajú ručné pákové nožnice (obr.31). Profilové tyče a plechy sa zvyčajne strihajú na strojových nožniciach. Kotúčové nožnice sú na rozstrihovanie plechových pásov na užšie pásy.

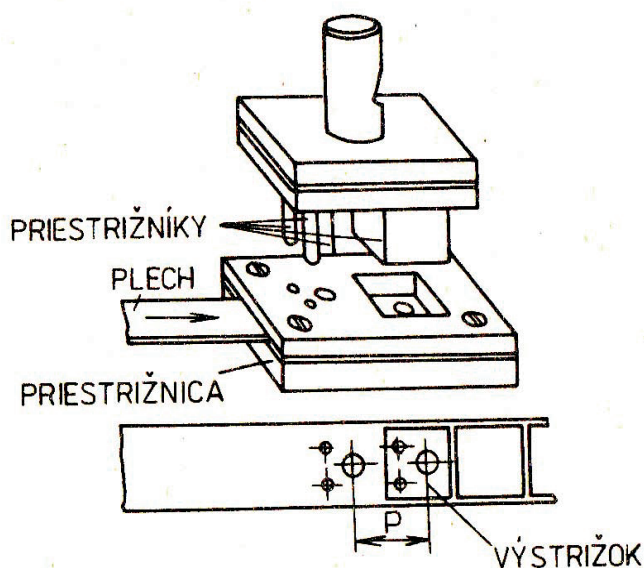
1.8.2 Prestrihovanie

Pre súčiastky, ktoré sa vyrábajú vo veľkom množstve, sa konštruujú nástroje—prestrihovadlá, ktorých hlavnými časťami sú priestrižník a priestrižnica. Pohybom priestrižníka smerom dole sa vytvára z materiálu **výstrižok** (obr. 32)



Obr. 32. Základná konštrukcia prestrihovadla

Prestrihovadlá s vodiacou platňou sa používajú na presnejšie práce. V hromadnej a sériovej výrobe sa používajú postupové nástroje, v ktorých sa robí dve i viac operácií za sebou (obr.33).

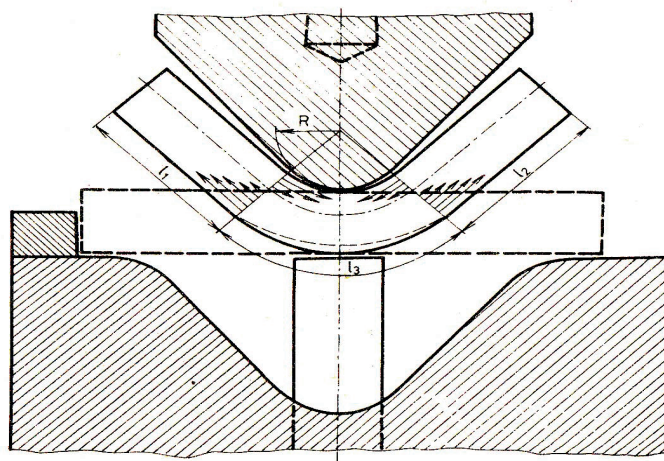


Obr. 33. Postupové prestrihovadlo

1.8.3 Ohýbanie

Ohýbanie je vytváranie ostrých alebo oblých hrán. Ohýbaním sa najčastejšie spracúva plech, tyčový materiál a rúrky.

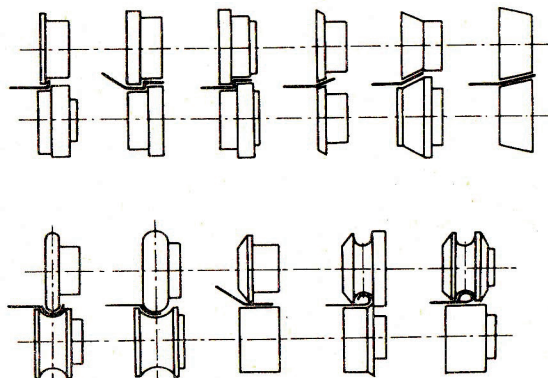
Pri ohýbaní vznikajú na vnútornej strane ohybu tlakové napätia a na vonkajšej strane ohybu ťahové napätia, ktoré spôsobujú plastické deformácie. Ak nie je kov dostatočne tvárny, alebo ak sú príliš veľké deformácie, vznikajú na ťahanej strane trhliny (obr.34).



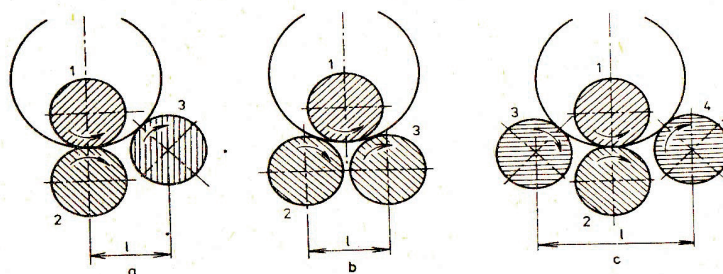
Obr. 34. Princíp ohýbania

Tenšie plechy môžeme ohýbať v zveráku. Na ohýbanie dlhých ohybov používame ručné a motorové ohýbačky. Na ohýbanie väčšieho množstva menších súčiastok používame ohýbacie nástroje—ohýbadlá. Pohyblivá čeľusť-ohybík zatláča plech do pevnej čeľuste-ohybnice. Ohýbame pomocou lisu.

Lemovanie (obr.35) je ohýbanie okrajov plechov ručne alebo strojovo lemovacími valčekmi. **Skrúžovanie** je ohýbanie na skružovacích strojoch medzi valcami (obr.36)



Obr. 35. Tvary lemovacích valčekov

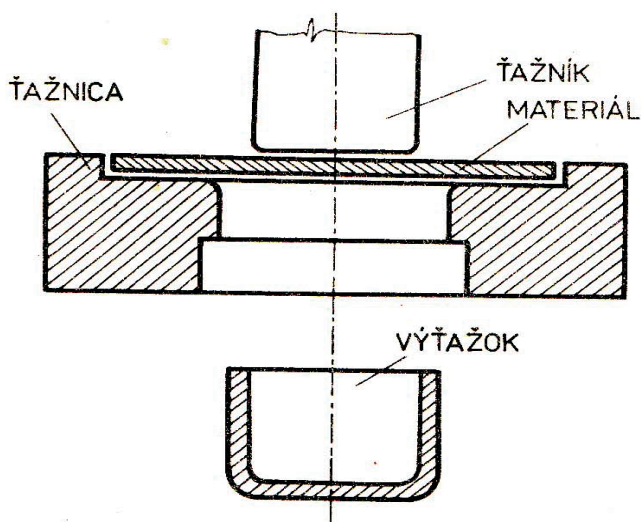


Obr. 36. Skružovanie

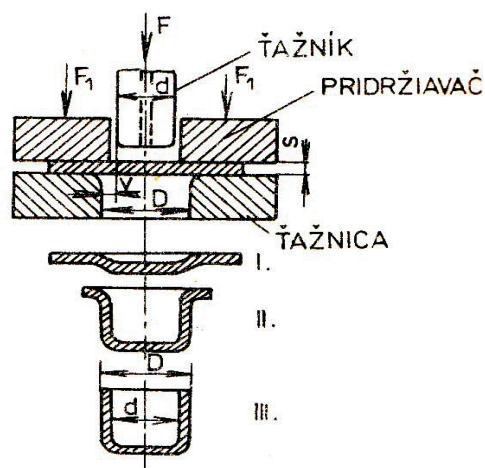
a), b) tromi valcami; c) štyrmi valcami;

1.8.4 Ťahanie

Pri ťahaní je rovný plech (priestrih, výstrižok) tvárnený do dutej polouzavretej nádoby rotačných aj nerotačných tvarov. **Výťazky** sa väčšinou už neupravujú. Nástroj-ťahadlo sa skladá z ťažníka a ťažnice (obr.37), (obr.38).



Obr. 37. Princíp ťahania



Obr. 38. Ťahanie s pridržiavačom
I, II, III – fázy ťahania

Kontrolné otázky:

1. Čo je to tvárnenie kovov za studena, ako ho rozdeľujeme ?
2. Aké sú základné operácie tvárnenia kovov za studena ?
3. Popíšte stručne technológiu strihania.
4. Vysvetlite stručne prestrihovanie.
5. Čo je to ohýbanie ?
6. Aké polovýrobky vyrábame ťahaním ?

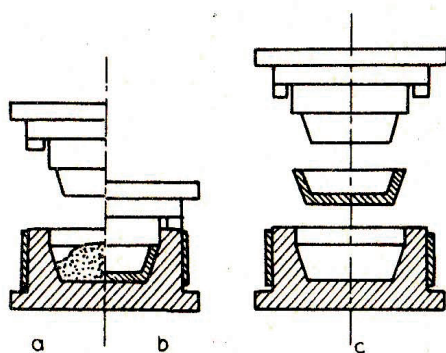
1.9 Tvárnenie plastov

Plasty sa tvárnia rôznymi spôsobmi, ktoré sú prispôbolené vlastnostiam materiálu a použitiu výrobku. Tvárni sa nasledujúcimi spôsobmi: **lisovaním, valcovaním, vytlačaním, fúkaním.**

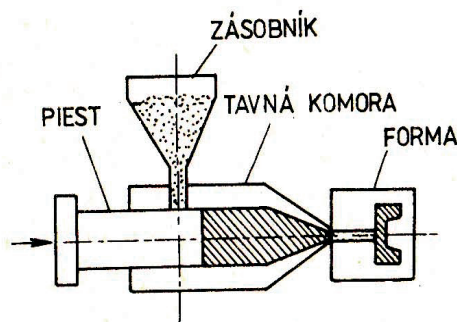
Lisovanie je najrozšírenejšie spracovanie plastov. Celý postup pri lisovaní možno rozdeliť na tieto operácie (obr.39):

- a) plnenie formy lisovacím materiálom;
- b) uzavretie formy pri pôsobení tlaku a tepla až do vytvrdenia výlisku;
- c) otvorenie formy a vybratie výlisku;

Lisovaním sa spracúvajú termoplasty aj reaktoplasty (obr.39)



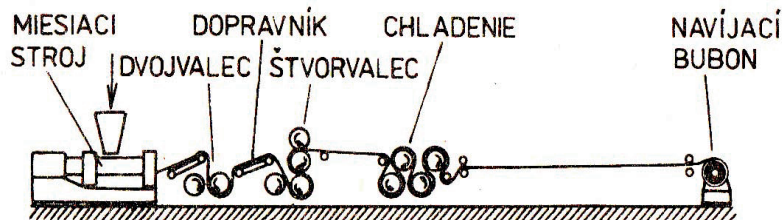
Obr. 39. Schéma priameho lisovania plastov



Obr. 40. Schéma vstrekovania

Pri lisovaní **vstrekováním** (obr.40) sa spracúvajú termoplasty. Plast sa roztaví v tavnej komore a tlakom piesta sa vtláča do studenej formy, v ktorej tuhne. Formy bývajú zvyčajne viacnásobné, takže jedným vstreknutím sa vyrobí viac výrobkov.

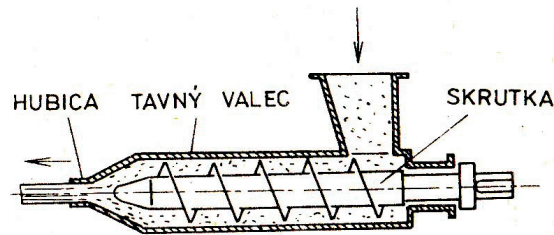
Valcovaním sa zhotovujú prevažne platne alebo fólie z PVC. Valcuje sa na strojoch s dvoma alebo viac valcami (obr.41)



Obr. 41. Schéma výroby fólií

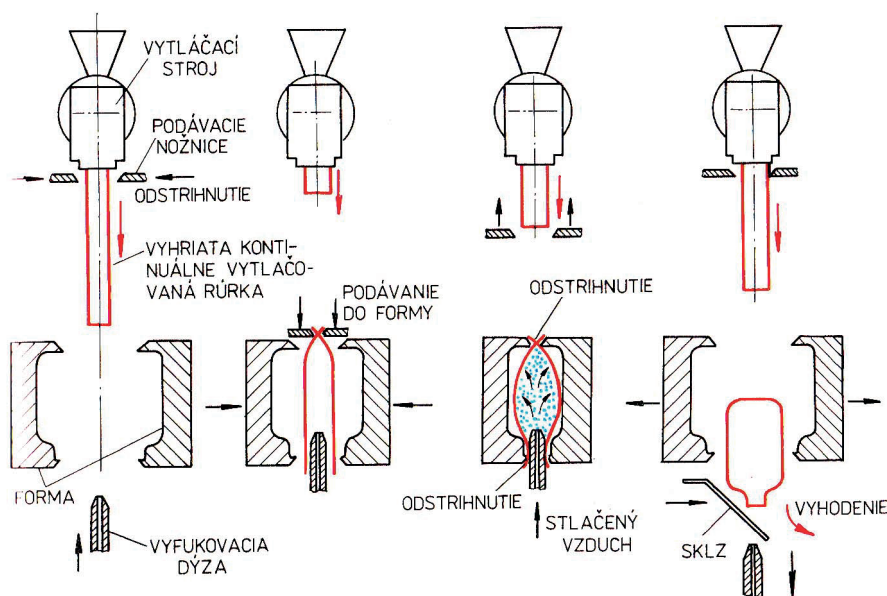
Vytlačaním možno spracúvať reaktoplasty aj termoplasty. Na vytlačanie sa používajú skrutkové vytlačacie lisy. Hlavnou časťou je skrutka, ktorá tlačí sytkú alebo

predplastifikovanú látku cez vykurovaný tavný valec. Látka v plastickom stave je tlačaná ku koncu tavného valca, ktorý je ukončený vykurovanou hubicou, ktorou je plast pretláčaný. Hubica je vymeniteľná a pre každý druh výroku špeciálne upravená (obr. 42).



Obr. 42. Vytlačanie plastov závitovkovým vytlačacím lisom

Fúkaním možno spracúvať termoplasty na duté predmety. Do formy sa vkladajú dve fólie, medzi ktoré sa privádza stlačený vzduch alebo para. Po ohriatí sa každá fólia vytiahne na svoju polovicu formy a získa jej tvar. Podobne sa môžu vyfukovať rúrky (obr.43)



Obr. 43. Postup výroby fliaš z polyetylénu na vyfukovacom automate

Kontrolné otázky:

1. Vymenujte základné spôsoby tvárnenia plastov.
2. Popíšte stručne lisovanie plastov.
3. Aké polovýrobky z plastov vyrábame valcovaním ?
4. Vysvetlite tvárnenie plastov fúkaním.

2. ZVÁRANIE, SPÁJKOVANIE, LEPENIE

2.1 Zváranie – základné pojmy

Zváraním sa získava pevné a nerozoberateľné spojenie častí do celku pôsobením tepla, alebo tepla a tlaku, alebo len tlaku. Podľa potreby použijeme aj prídavný materiál rovnakého alebo podobného zloženia ako má základný materiál. Spojenie je vytvorené **zvarom**.

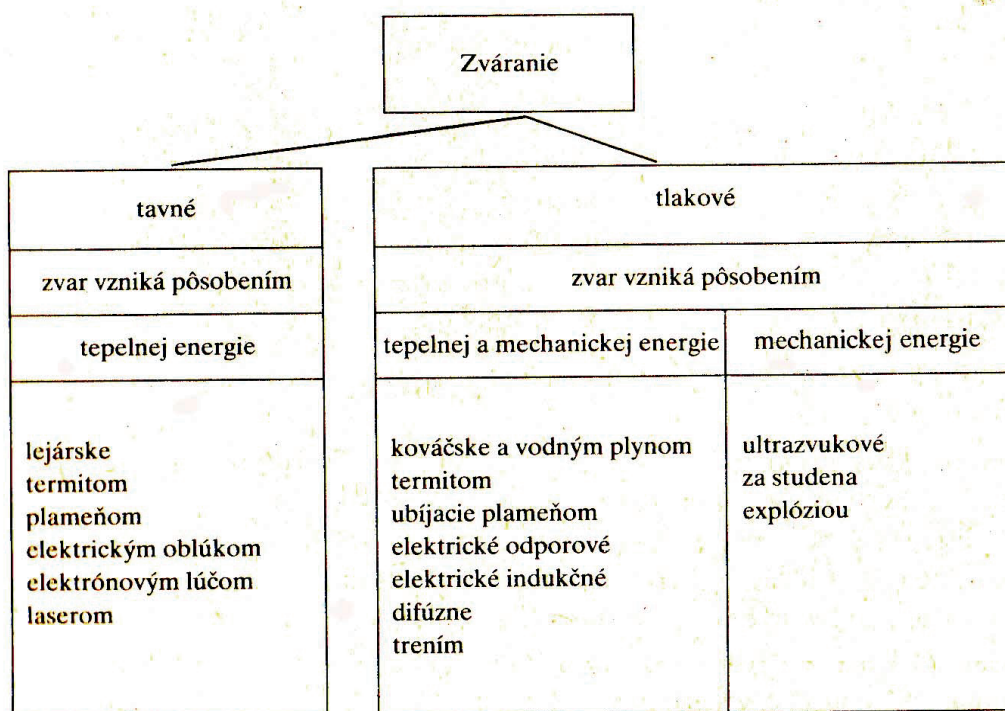
Zvarok je zváraný výrobok, ktorý vznikol zvarením viacerých častí (plech, tyč, rúra, výkovok, odliatok,...) do jedného nerozoberateľného celku.

Rozsah použitia zvárania je daný **zvariteľnosťou** materiálu. Zvariteľnosť materiálu je schopnosť materiálu vytvoriť v určitých podmienkach zváraný spoj predpísanej akosti. Určuje sa tavná a tlaková zvariteľnosť.

Tavná zvariteľnosť závisí od chemického zloženia, spôsobu výroby, tepelného spracovania a aj od hrúbky zváraných materiálov. Pri nelegovaných oceliach závisí hlavne od obsahu uhlíka. Za dobre zvariteľné sú považované nízkouhlíkové ocele s maximálnym obsahom 0,25 % C. Čím je vyšší obsah uhlíka, tým je zváranie obtiažnejšie. Preto sú dobre kaliteľné ocele ťažko zvariteľné. Zo zliatinových ocelí sú na zváranie väčšinou vhodné ocele, ktoré STN odporúča na cementovanie. Materiálové listy klasifikujú tavnú zvariteľnosť ocelí do nasledujúcich skupín: **zaručená zvariteľnosť, podmienne zaručená zvariteľnosť, dobrá zvariteľnosť, obtiažná zvariteľnosť.**

Odporová (tlaková) zvariteľnosť je vlastnosť materiálov vytvoriť odporovým teplom a pôsobením tlaku pevné spojenie požadovaných vlastností. Meradlom odporovej zvariteľnosti ocele je komplexné pôsobenie jednotlivých prvkov na ich kaliteľnosť.

Prehľad spôsobov zvárania kovových technických materiálov:

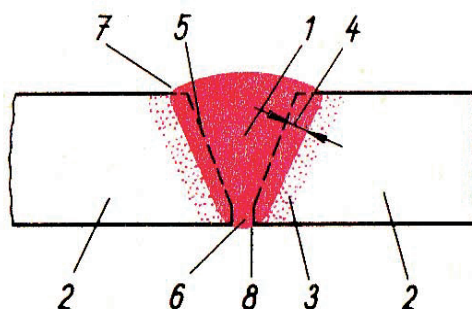


2.2 Tavné zváranie

Pôsobením tepelnej energie plameňa, elektrického oblúka a pod. sa natavuje stykový materiál spojovaných častí a zvar sa vytvára zaliatím. Zvarový kov môže vytvoriť aj prídavný materiál, ktorý spolu s nataveným kovom tvorí zvar. Aby sa dosiahlo dokonalé prevarenie, súčiastky sa pred tavným zváraním čistia, vyrovnávajú a ich stykové plochy sa

upravujú do požadovaného tvaru. Správna poloha súčiastok počas zvárania sa zabezpečuje nastehovaním, mechanickým upnutím alebo iným spôsobom.

Základná terminológia pri zváraní a stykové tavné zvary



Obr. 44. Základná terminológia pri zváraní

1-zvarový kov, 2-základný materiál, 3-prechodové pásmo, 4-hĺbka závaru, 5-návarová plocha, 6-koreň zvaru, 7-líce zvaru, 8-rub zvaru;

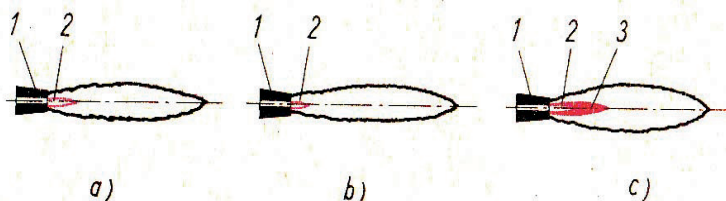
Druh zvaru	Zobrazenie	Použitie
lemový zvar		zváranie materiálov tenších ako 1 mm
zvar I		jednostranný pre $t = 1$ až 4 mm; obojsstranný pre t až 8 mm
zvar V zvar 1/2 V		zváranie materiálov $t = 4$ až 25 mm
zvar X zvar 1/2 X		pre materiály $t = 12$ až 40 mm
zvar U zvar UU (dvojitý zvar u)		zváranie materiálov hrubších než 15 mm; zváranie materiálov hrubších než 30 mm
kútový zvar rohový zvar		zváranie materiálov hrubších než 2 mm; nevhodné pre veľké dynamické namáhanie

Obr. 45. Stykové tavné zvary

2.2.1 Tavné zváranie plameňom

Zdrojom tepla je **plameň**, ktorý vzniká spaľovaním zmesi horľavého plynu, zväčša acetylénu a kyslíka. Miesto acetylénu sa používajú aj iné plyny ako vodík, propan, butan,... Zvárací plameň (obr.46) sa posudzuje podľa pomeru miešania acetylénu a kyslíka ako:

- a) **neutrálny**, pomer $C_2H_2 : O_2$ je 1 : 1,1;
- b) **oxidačný**, obsah O_2 prevyšuje predchádzajúci pomer;
- c) **redukčný**, obsah C_2H_2 je vyšší než pri pomere pre neutrálny plameň;



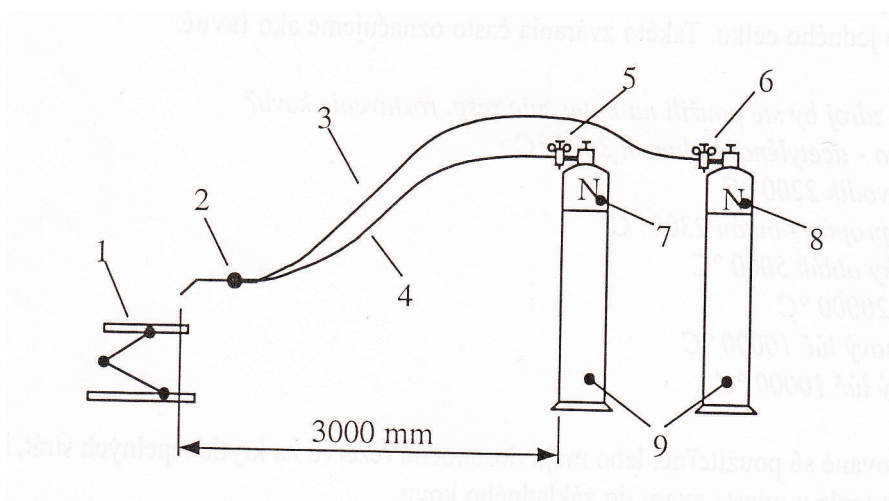
Obr. 46. Druhy plameňa

- a) neutrálny: 1 - hubica horáka, 2 – ostro ohraničený kužel; b) oxidačný: 1 – hubica, 2 – skrútený namodralý kužel; c) redukčný: 1 – hubica, 2 – kužel je obklopený nažltlou hmlovinou (prebytok acetylénu)

Neutrálny plameň sa používa na zváranie väčšiny kovov a zliatin. Oxidačný sa používa na zváranie mosadze a niektorých bronzov, prípadne na rezanie. Redukčný je určený na zváranie hliníka a jeho zliatin, liatiny, na naváranie a na spájkovanie.

S ohľadom na výstupnú rýchlosť plynov z hubice horáka sa získava plameň mäkký, stredný a ostrý. Mäkký plameň (malá rýchlosť) sa používa pri zváraní, ostrý plameň (veľká rýchlosť) sa používa pri rezaní materiálu.

Zariadenie pre zváranie plameňom (zváracia súprava – obr.47) sa skladá z fliaš s fľašovými a redukčnými ventilmi, hadíc, horákov a príslušenstva.

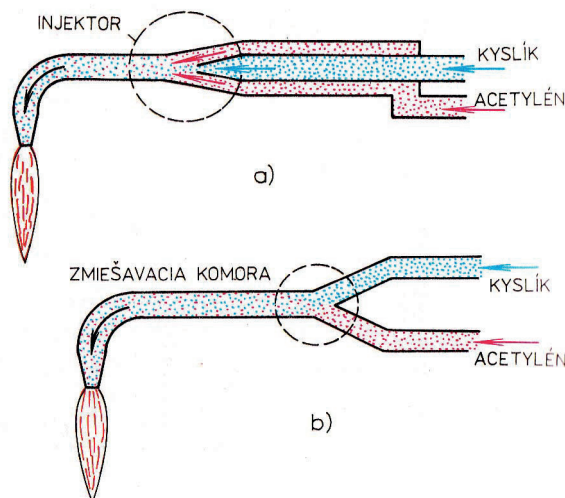


Obr. 47. Zváracie pracovisko pre zváranie plameňom

- 1 – polohovadlo, 2 – horák, 3 – hadica modrej farby, 4 – hadica červenej farby, 5 – strmeňový redukčný ventil, 6 – závitový (pravý) redukčný ventil, 7 – (N nové označenie) zaoblená časť fľaše má gaštanovú farbu, 8 – (N nové označenie) zaoblená časť fľaše má bielu farbu, 9 – oceľové fľaše

Fľaše pre plyny sú oceľové s objemom 10, 20 alebo 40 l. Farebný pruh určuje použitie fľaše pre daný druh plynu. Fľašový ventil uzatvára fľašu. Redukčný ventil sa pripája k fľašovému a mení tlak za fľašou na pracovný tlak. Hadice spájajú redukčný ventil na fľaši

s horákom. Zváracie horáky zmiešavajú kyslík s horľavým plynom. Zmes plynov vystupujúca z horáka po zapálení horí pri hubici plameňom (obr.48).

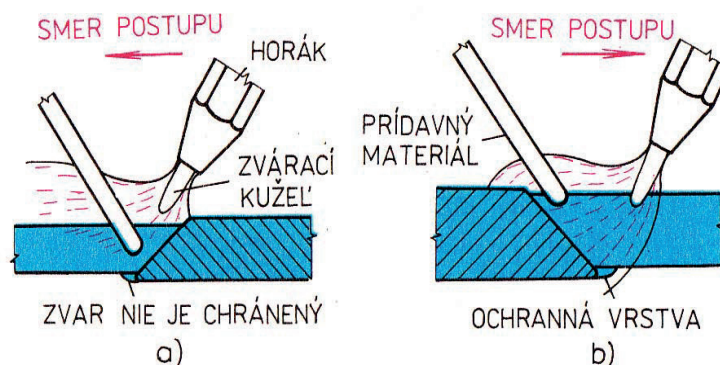


Obr. 48. Zváracie horáky
a) nízkotlakový (injektorový); b) vysokotlakový (zmiešavací);

Spôsoby zvárania plameňom (obr.49) rozoznávame:

a) zváranie dol'ava – prídavný drôt je vedený pred horákom, plameň nechráni zvarový kov pred stykom so vzduchom;

b) zváranie doprava – prídavný drôt je vedený za horákom, plameň lepšie prehrieva a chráni zvarový kov;



Obr. 49. Spôsoby zvárania plameňom
a) dol'ava (dopredu); b) doprava (dozadu);

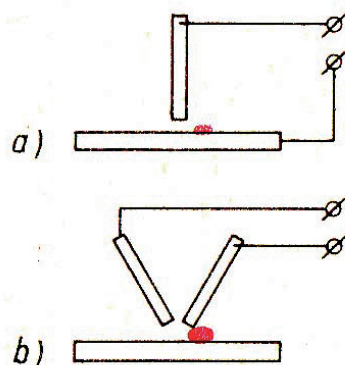
Zvárať sa môže v **polohe vodorovnej, zvislej alebo nad hlavou**. Pre ľahšie zváranie - v najvýhodnejšej polohe sa používajú rôzne zváracie **prípravky (polohovadlá)**.

Plameňové zváranie sa používa v kusovej a malosériovej výrobe a v opravárstve.

2.2.2 Zváranie elektrickým oblúkom

V súčasnosti je to najpoužívanější spôsob tavného zvárania. Zdrojom tepla je elektrický oblúk, ktorý horí medzi elektródou a zváraným materiálom (priame zváranie – obr.50 a) alebo medzi dvoma elektródami (nepriame zváranie – obr.50 b), ak ich napojíme na vhodný zdroj

elektrického prúdu. Teplom elektrického oblúka nastane miestne natavenie a spojenie (zvarenie) zváraných súčiastok.



Obr. 50. Spôsoby elektrického oblúkového zvarovania triedené podľa horenia oblúka
a) priame zváranie; b) nepriame zváranie;

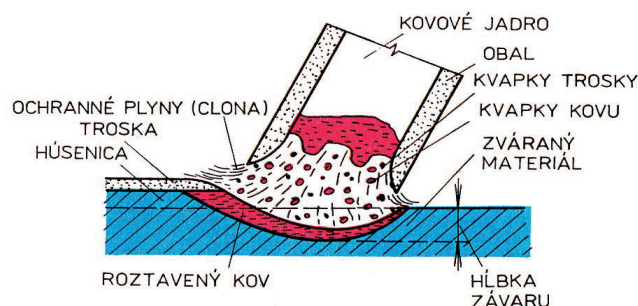
Pri zváraní sa používa jednosmerný alebo striedavý prúd o napätí 10 až 70 V a intenzite 30 až 500 A, prípadne i viac. Preto sa prúd na zváranie nemôže odobrať priamo zo siete (220 alebo 380 V). Zdrojom jednosmerného prúdu sú točivé zvaracie agregáty a usmerňovače, zdrojom striedavého prúdu sú zvaracie transformátory.

Elektródy sú vodivé časti elektrického obvodu, ktorými prúd prechádza z prírodných vodičov zvaracky do prostredia, v ktorom prebieha proces zvarovania. Väčšinou majú tvar tyčí, rúrok, drôtov alebo platní. Môžu byť **netaviteľné** alebo **taviteľné**. Netaviteľné elektródy (uhlíkové, wolfrámové) sa používajú len ako prostriedok na vytvorenie oblúka a neposkytujú zvarový kov. Tavitelne elektródy majú spravidla rovnaké alebo podobné zloženie ako zváraný materiál, teplom oblúka sa odtavujú a dodávajú do zvaru prídavný (zvarový) kov. Môžu byť **holé** alebo **obalené**. Holé elektródy sa používajú len pri zváraní v ochrannej atmosfére alebo pri zváraní pod tavivom. Obalené elektródy sa používajú pre jednosmerný a aj striedavý prúd. Účelom obalu je stabilizovať oblúk, chrániť zvarový kov pred prístupom vzduchu, spomaliť chladnutie zvaru vytvorenou troskou, prípadne dodať do tavného kúpeľa niektoré prísadové prvky (Cr, Ni, Mo, V, ...).

Zvára sa **ručne**, **poloautomaticky** i **automaticky**.

Zváranie obalenou elektródou

Teplom oblúka sa taví zváraný materiál, kovové jadro elektródy aj obal (obr.51). Troska vytvorená z obalu chráni odtavované kvapky kovu pred škodlivými účinkami vzduchu tým, že obaľuje kvapky kovu (usadzuje sa na nich vo forme trosky) a vytvára plynovú clonu, ktorá zabraňuje prístupu vzduchu (kyslíka, dusíka) k nim. Zvára sa najčastejšie ručne, a to vo všetkých polohách.

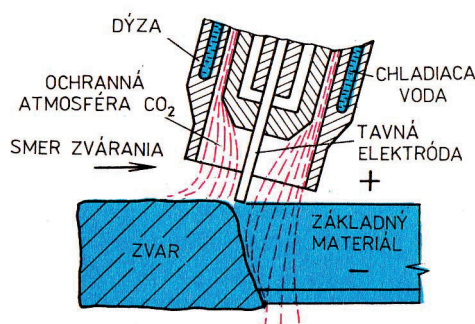


Obr. 51. Zváranie elektrickým oblúkom obalenou elektródou

Zváranie v ochrannom plyne

Pri zváraní v ochrannom plyne, zvar a zvarový kúpeľ pred účinkami vzduchu chráni umelá atmosféra vytvorená z plynov. Podľa použitého plynu rozoznávame tieto spôsoby zvárania:

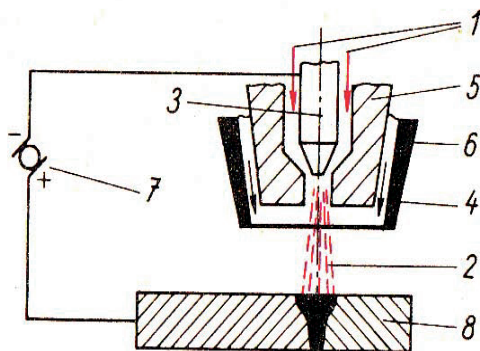
- **zváranie v ochrannej atmosfére CO_2** – metóda **MAG**. Elektrický oblúk horí medzi kovovou elektródou a zváraným materiálom v atmosfére CO_2 . Hĺbka prevarenia (hrúbka zvaru) je veľká (obr.52).
- **zváranie v ochrannej atmosfére Ar** – metóda **MIG**. Elektrický oblúk horí medzi taviacou sa elektródou a zváraným materiálom v ochrannej atmosfére inertného plynu (Ar , $\text{Ar} + \text{CO}_2$). Hĺbka prevarenia je menšia ako pri metóde MAG.
- **zváranie v argóne netaviacou sa elektródou** – metóda **WIG**. Elektrický oblúk horí medzi základným materiálom a wolfrámovou elektródou. Prídavným materiálom je zvarací drôt. Ochrannú atmosféru tvorí argón.



Obr. 52. Zváranie v ochrannej atmosfére CO_2 – metóda MAG

Plazmové zváranie

Tepelnú energiu potrebnú na zváranie poskytuje okrem oblúka vysoko ionizovaný **plazmový plyn** (Ar , Ar s H_2 alebo s He). Plyn prechádzajúci jednosmerným oblúkom sa ohrieva na vysokú teplotu a vytvárajú sa podmienky pre disociáciu-rozpad molekúl na atómy a následné vyvolanie zrážok atómov. Zrážky sú príčinou ionizácie. Dej sa prejavuje spotrebou tepelnej energie. Plazma je zmesou atómov a iónov. Pri dopade plazmového lúča na zváraný materiál sa atómy opäť zlučujú do molekúl a dej je sprevádzaný uvoľňovaním veľkého množstva tepelnej energie. Zvára sa v rozsahu teplôt ($12\,000 - 25\,000$) $^{\circ}\text{C}$. Zváracie zariadenie (obr.53) sa skladá zo zdroja jednosmerného prúdu (usmerňovača), riadiaceho a spínacieho zariadenia, fľaše pre plazmový i ochranný plyn (možno zvärať aj v ochrannom plyne) a plazmometu (zváracieho horáku).



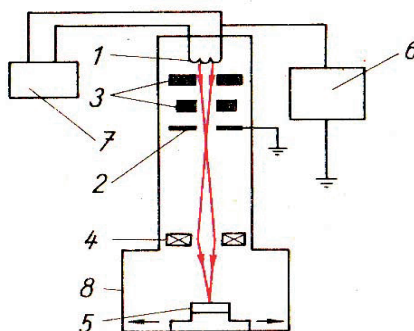
Obr. 53. Princíp plazmového zvárania v ochrannom plyne

1-plazmový plyn, 2-plazma, 3-wolfrámová elektróda, 4-ochranný plyn, 5-plazmová hubica, 6-plynová hubica, 7-usmerňovač, 8-zváraný materiál;

Plazmové zváranie sa používa na naváranie a na zváranie tenkostenných i hrubších materiálov z ocele, neželezných kovov v elektrotechnike, leteckom, raketovom a jadrovom priemysle. Často nahrádza spájkovanie. Môžeme ním zvätať bez prídavného materiálu aj ťažkotaviteľné materiály.

Zváranie elektrónovým lúčom

Elektrónový lúč je vysielaný elektródou z wolfrámu (obr.54). Pohyb elektrónov je zrýchľovaný rozdielom napätí medzi wolfrámovou katódou a anódovou clonou. Pohybová energia elektrónov sa pri dopade na zváraný materiál mení na tepelnú energiu a zváranie prebieha pri teplote asi $6\,000^{\circ}\text{C}$. Elektróny lúča usmerňuje regulačná clona a elektróda. Lúč je sledovaný pomocou mikroskopu a magnetickej šošovky. Zvárané predmety sa upínajú na pohyblivý suport umiestnený vo vákuovej komore. Zabraňuje sa tým oxidácii i inému znečisteniu zvaru. Neskôr bol vyvinutý spôsob zvárania aj mimo vákuovej komory.



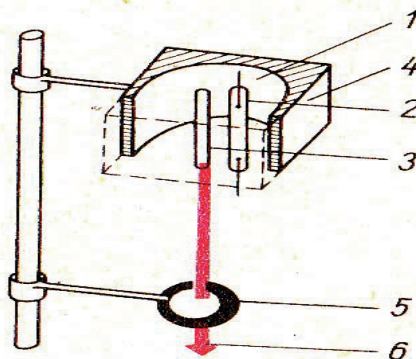
Obr. 54. Schéma zvárania elektrónovým lúčom

1-wolfrámová elektróda, 2-anóda (clona), 3-regulačná mriežka a ohnisková clona, 4-elektromagnetická šošovka, 5-zváraný materiál na suporte, 6-zdroj vysokého napätia, 7-zdroj žeravenia katódy, 8- vákuová komora;

Elektrónovým lúčom sa dosiahne úzky zvar a deformácie súčiastok vplyvom zvárania sú zanedbateľné. Táto metóda sa používa pri zváraní materiálov pre jadrovú a raketovú techniku. Zvárame ním zliatinové ocele, hliník, mangán, ale aj zirkón, berýlium, urán, titan a tantal. Nahrádzujeme ním stykové zváranie elektrickým odporom pri spojovaní súčiastok z rôznorodých materiálov.

Zváranie laserom

Na zváranie **laserovým lúčom** sa používajú kvantové generátory svetla – lasery. Zdrojom tepelnej energie je do lúča sústredený žiarenie, ktoré vzniká stimulovanou emisiou v aktívnom prostredí lasera. Laser sústreďuje najväčšiu energiu do miesta dopadu (miesta zvaru) pomocou svojej optiky (obr.55).



Obr. 55. Schéma laserového zariadenia

1-budiaca dutina s dokonale opticky odrazivou plochou, 2-budiaca výbojka (Xe, Kr), 3-laserový výbrus (kryštál), 4-hlavica lasera, 5-šošovka, 6-laserový lúč;

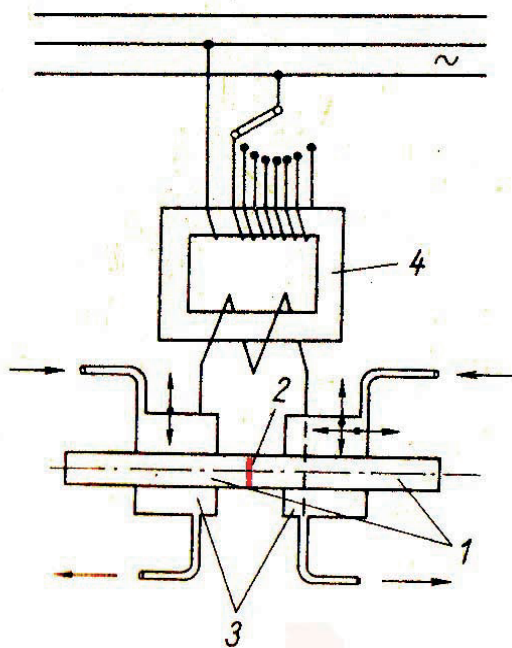
Základný materiál ovplyvňuje zanedbateľne. Laserový lúč sa používa na zváranie ťažkotaviteľných kovov i zliatin. Môžeme ním zvärať aj veľmi tenké materiály (0,001 mm), alebo aj kombinácie rôznych materiálov. Tiež sa používa na naváranie a rezanie ťažkotaviteľných kovov.

2.3 Tlakové zváranie

Zvar vzniká samostatným pôsobením mechanickej energie alebo spoločným pôsobením mechanickej a tepelnej energie.

2.3.1 Elektrické odporové zváranie

Pri tomto zváraní sa používa mechanická aj tepelná energia. Prúd intenzity až 150 000 A a napätia (0,5 – 30)V prechádza zváraným materiálom vloženým do elektrického obvodu zväračky ako odpor (obr. 56). Najväčší odpor prechodu prúdu kladie materiál v mieste styku, kde vzniká najvyššia teplota. Spojenie ohriatych súčiastok sa uskutočňuje pôsobením mechanickej energie, ktorá je vytvorená tlakom elektród.



Obr. 56. Stykové elektrické odporové zváranie
1-zvárané súčiastky, 2-zvar, 3-elektrody (upínacie čeluste chladené vodou), 4-transformátor

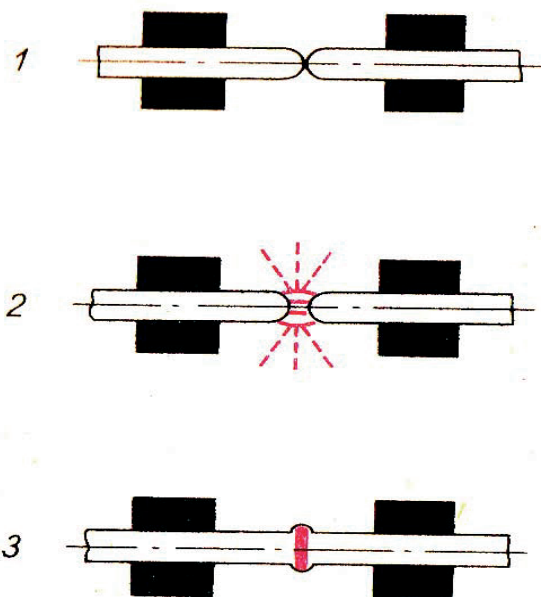
Zariadenie odporových zväračiek sa skladá z mechanickej časti a elektrickej časti. Hlavným zariadením elektrickej časti je transformátor, najčastejšie na jednofázový striedavý prúd. Prívodné vodiče transformátora sú zakončené rozlične tvarovanými elektródami. Mechanická časť dodáva elektródam mechanickú energiu, jej podstatou sú pákové, prevodové, pneumatické alebo hydraulické mechanizmy. Podľa tvaru, usporiadania elektród, priebehu procesu a vlastností spoja rozoznávame tieto spôsoby odporového zvárania:

- stykové odporové zváranie;
- bodové odporové zváranie;
- švové odporové zváranie;
- výstupkové (bradavkové) odporové zváranie;

Stykové odporové zváranie

Týmto spôsobom sa získavajú stykové spoje súčiastok z uhlíkovej ocele, legovanej ocele a niektorých zliatin neželezných kovov. Zvára sa materiál priemeru (0,06 - 225) mm a aj veľké platne. Zváraný materiál sa vkladá do dutých elektród chladených vodou, ktoré plnia funkciu upínacích čelustí. Stykové zváranie sa robí dvojakým spôsobom:

- **ubíjaním**, kedy rovnobežné a dokonale obrobené konce dobre zvariteľného materiálu sa jednorázovo ohrejú na teplotu zvárania a pritlačením sa zvaria;
- **odtavením**, kedy stykové plochy i z obtiažnejšie zvariteľného materiálu nemusia byť špeciálne upravené. Tento spôsob je používaný častejšie a prebieha v troch fázach (obr.57):
 1. predhriatie stykových plôch;
 2. odtavovanie a spaľovanie povrchových nečistôt odtavovacím oblúkom, ktorý je udržiavaný striedavým stykom plôch zváraných súčiastok;
 3. rýchle a silné stlačenie zváraných súčiastok;

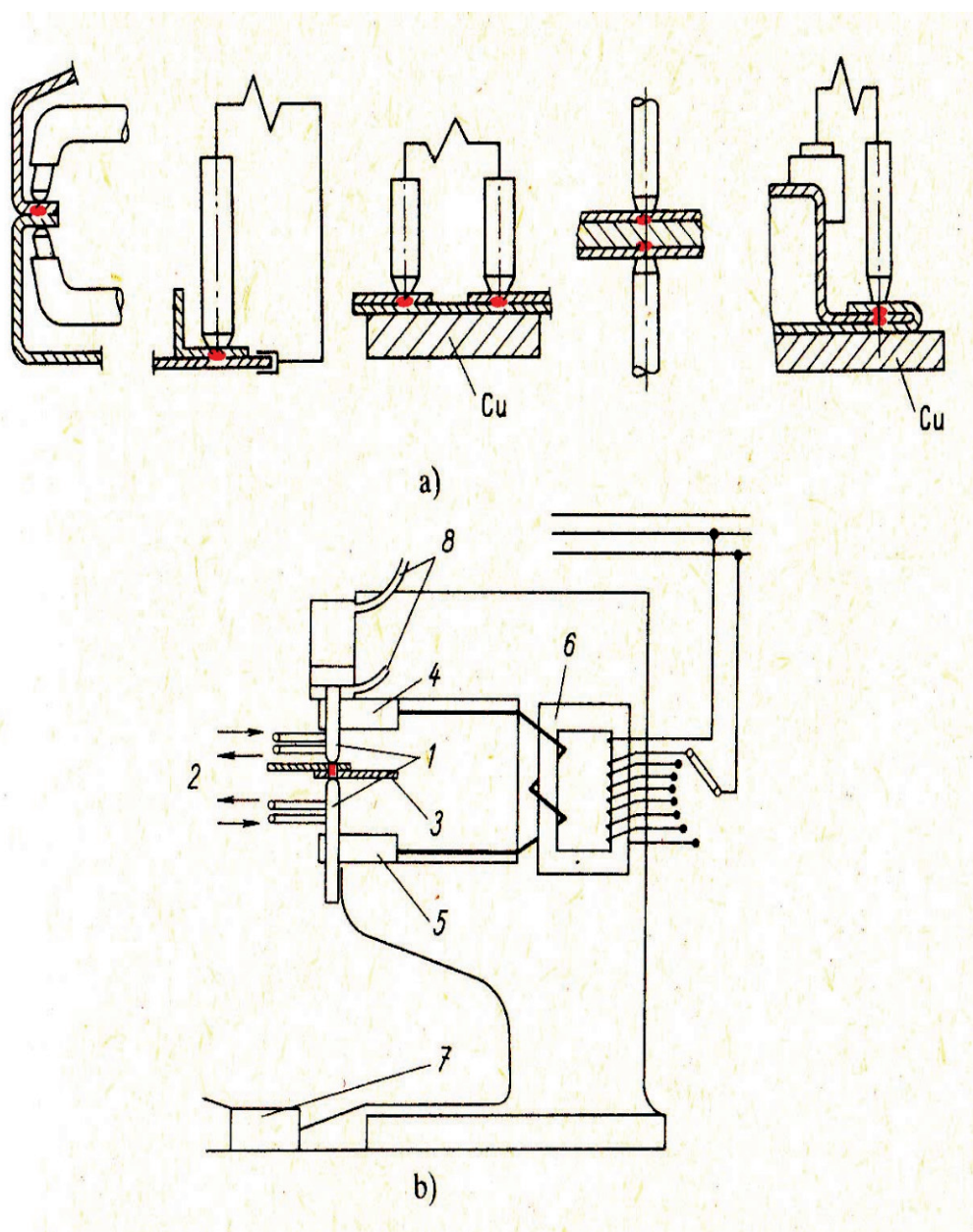


Obr. 57. Priebeh odtavovacieho spôsobu pri stykovom odporovom zváraní
1-predhriatie stykových plôch, 2-odtavenie, 3-stlačenie;

Bodové odporové zváranie

Bodovým zváraním sa vyrábajú preplátované spoje, najčastejšie sú to plechy hrúbok (2 - 4) mm z nízkouhlíkatých a legovaných ocelí, zliatin medi a hliníka. Zváraný materiál upravený ako preplátovaný spoj sa vkladá medzi hrotové elektródy (obr.58). Po počiatočnom stlačení hornou pohyblivou elektródou sa zapne prúd, ktorý preteká z jednej elektródy do druhej, teda

aj zváranými plechmi. V osi elektród vzniká medzi plechmi zvar šošovkovitého tvaru.



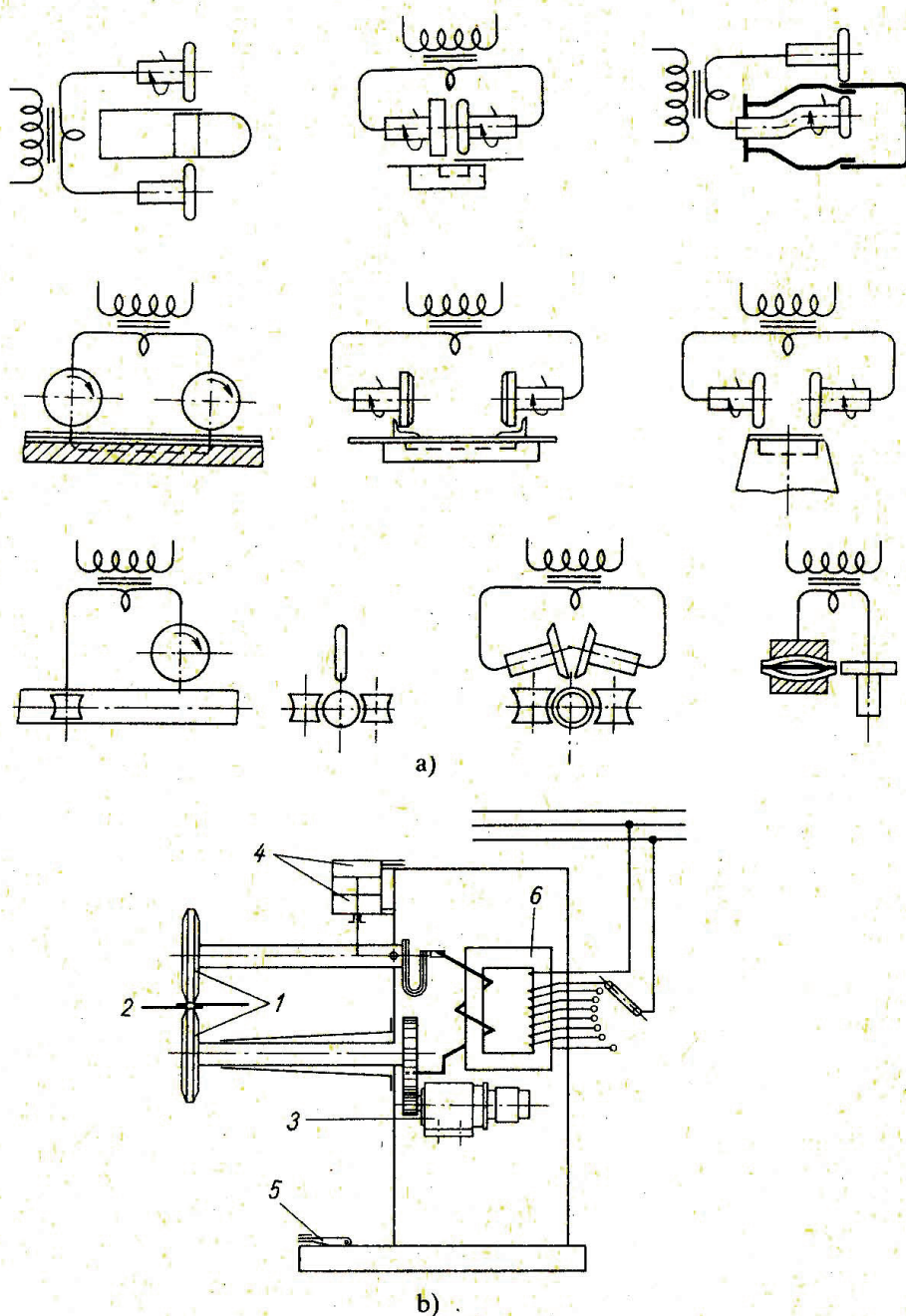
Obr. 58. Bodové odporové zváranie

a) príklady použitia bodového zvárania; b) elektrická odporová zväračka pre bodové zváranie: 1-hrotové elektródy chladené vodou, 2-prívod a odvod vody, 3-zvárané materiály, 4-horné pohyblivé rameno, 5-spodné pevné rameno, 6-transformátor, 7-nožný ovládač, 8-stlačený vzduch;

Švové odporové zváranie

Zvárané súčiastky sa spájajú stykovo alebo preplátovane. Ako materiál sa používa uhlíková alebo zliatinová oceľ a neželezné kovy do hrúbky maximálne 2 mm. Zvárané súčiastky s očistenými stykovými plochami sa vkladajú medzi rotujúce kotúčové elektródy (obr.59), z ktorých jedna môže byť upravená ako upínací prípravok. Po dosadnutí hornej pohyblivej elektródy a stlačení spojovaného materiálu sa zapojí hnací mechanizmus elektród a zvaráci

prúd. Tenšie súčiastky sa zvárajú bez prerušovania prúdu, hrubšie je výhodnejšie zvärať prerušovaným spôsobom.



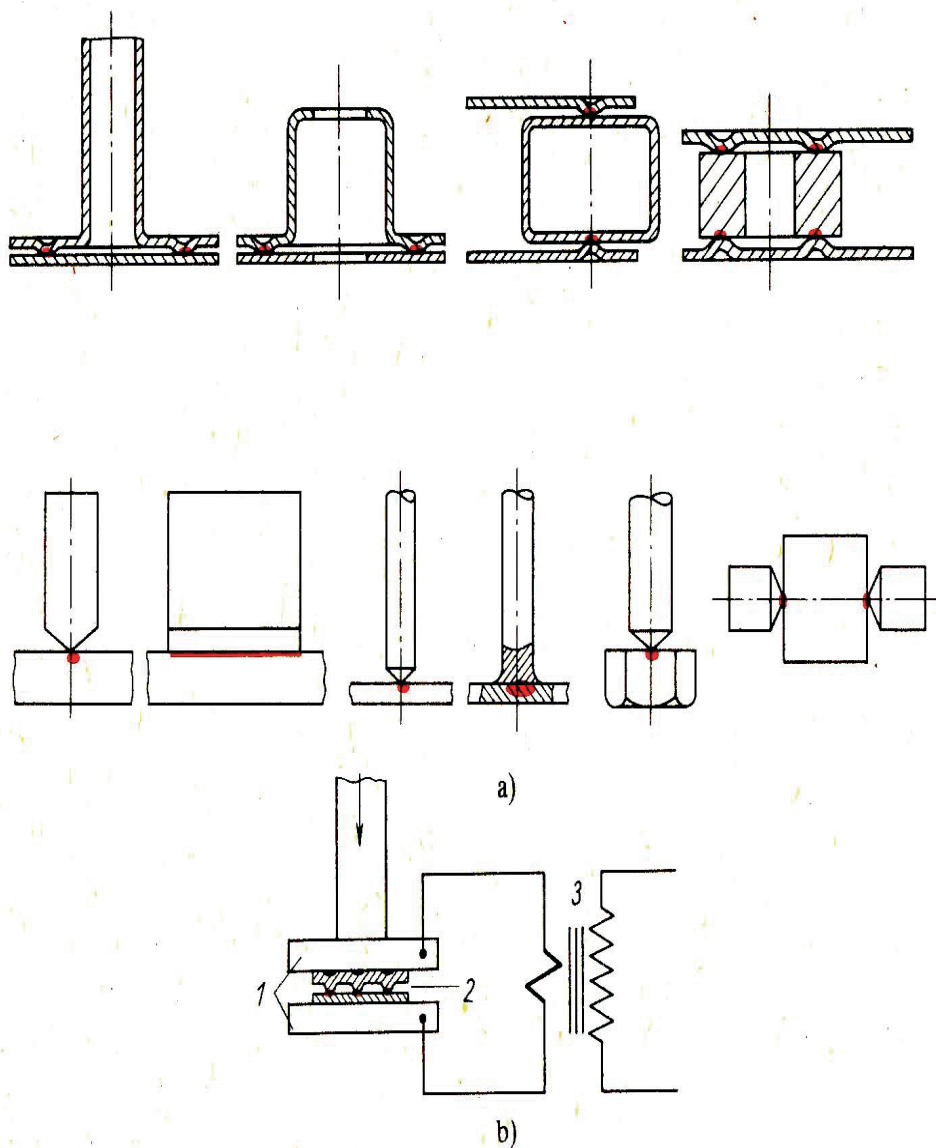
Obr. 59. Švové odporové zváranie

- a) príklady použitia švového zvárania; b) švová elektrická odporová zväračka: 1-kotúčové rotujúce elektródy, 2-zváraný materiál, 3-pohon elektród, 4-stlačený vzduch, 5-nožný ovládač, 6-transformátor;

Výstupkové (bradavkové) odporové zváranie

Výstupkovým zváraním môžeme vyhotoviť spoje stykové i preplátované. Výstupkové zváranie často nahrádza spájkovanie alebo lepenie a umožňuje súčasné vyhotovenie veľkého

počtu zvarov. Pri výstupkovom zváraní sa väčšinou po očistení spojovaných súčiastok do hrubšieho spojovaného materiálu vylisujú vtlačky a zvárané dielce sa vložia medzi platňové elektródy zvaracieho lisu (obr.60). Horná elektróda je pohyblivá a spodná je pevná. Po stlačení zváraných dielcov prechádza prúd v mieste vytvorených výstupkov a vytvárajú sa bodové zvary na vopred určených miestach.



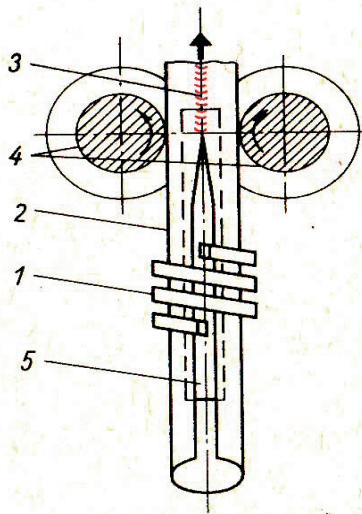
Obr. 60. Výstupkové odporové zváranie

a) príklady použitia , b) zvarací lis pre výstupkové zváranie: 1-platňové elektródy, 2-zvárané súčiastky, 3-transformátor;

2.3.2 Elektrické indukčné zváranie

Princíp elektrického indukčného zvárania je znázornený na obr.61. Zakružený pás materiálu unášajú tlakové valce. Materiál prechádza induktorom chladeným vodou.

Indukovaný prúd preteká pozdĺž zváraných okrajov a ohrieva stykové plochy na teplotu zvárania. Zvar vzniká tlakom rotujúcich valcov. Takýmto spôsobom sa zvárajú napr. rúrky zo zliatinových ocelí a neželezných kovov.

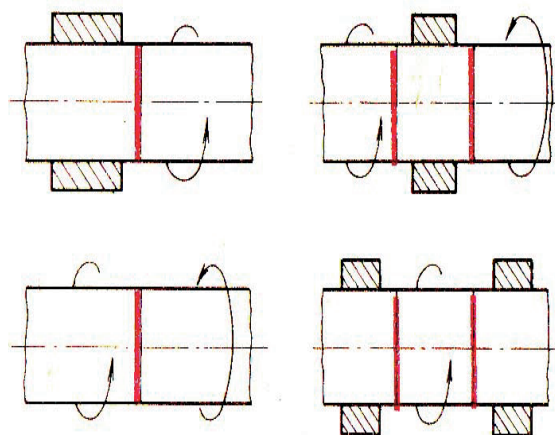


Obr. 61. Princíp vysokofrekvenčného elektrického zvárania
1-induktor, 2-zváraná rúrka, 3-zvar, 4-prítlačné rotujúce kladky, 5-magnetické jadro;

2.3.3 Zváranie trením

Týmto spôsobom sa zvára rôzny materiál. Stykové plochy nemusia byť rovné. Zvar vzniká pôsobením vysokého tlaku, ktorý zabraňuje styku návarových plôch s ovzduším, a preto má zvarový kov totožné vlastnosti so zváraným materiálom.

Trením sa pôvodne zváralo na sústruhu. Dnes sú skonštruované špeciálne programovo riadené automaty. Zváraný materiál sa upína centricky k stykovej ploche zvaru a jedna alebo obidve súčiastky pri zváraní rotujú za súčasného pôsobenia tlaku (obr.62). V stykových plochách sa vplyvom trenia uvoľňuje teplo potrebné na dosiahnutie zvaracej teploty. Zvýšením tlaku vzniká zvar s obvodovým ostrapom, ktorý sa odstraňuje.

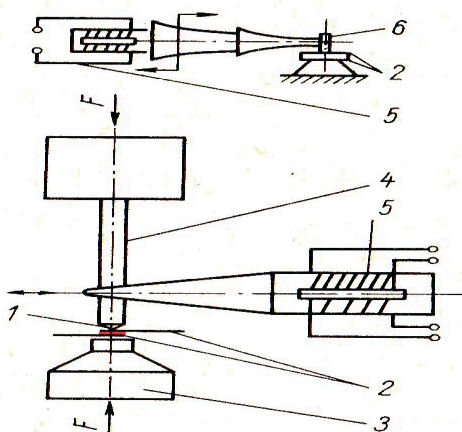


Obr. 62. Usporiadanie súčiastok pri zváraní trením

2.3.4 Zváranie ultrazvukom

Ultrazvukom sa spájajú súčiastky z plastov, medi k titánu, striebra k oceli, kovy k plastom, a pod. Zvára sa materiál hrúbky (0,006 – 3,2) mm, pričom obmedzenie platí len pre jeden zo zváraných materiálov, druhý môže byť ľubovoľne hrubý.

Pri zváraní sú spojované súčiastky zovreté dvoma zváracími dotykmi. Vysokofrekvenčný prúd sa mení magnetostrikčným meničom na ultrazvukové chvenie, ktoré rozkmitáva jeden zo zváracích dotykov frekvenciou až 20 kHz. Zvar vzniká pôsobením ultrazvukového chvenia a tlaku (obr. 63)

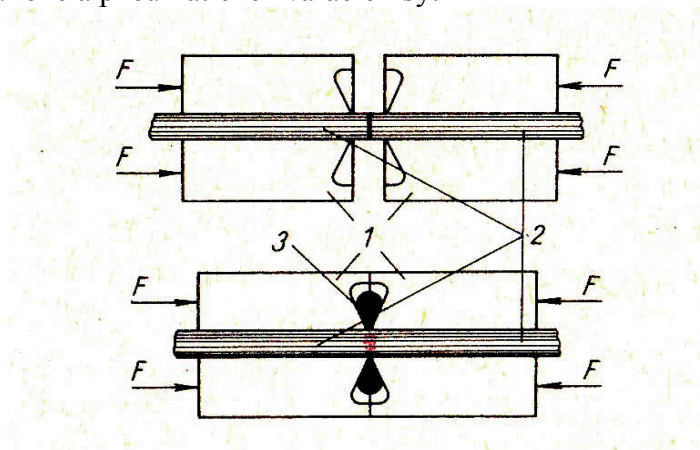


Obr. 63. Princíp zvárania ultrazvukom

1-zvárací hrot, 2-zvárané materiály, 3-spodný dotyk, 4-horný dotyk, 5-magnetostrikčný menič, 6-zvárací kotúč pre švové zváranie;

2.3.5 Zváranie za studena

Používa sa najmä v elektrotechnike. Vytvárajú sa ním stykové aj preplátované spoje. Najlepšie výsledky sa dosiahli so zváraním hliníka a jeho zliatin, dobre sa zvára aj nikel, olovo, meď a striebro. Pri zváraní za studena sa stykové plochy stlačia zváracím zariadením na vzdialenosť parametra kryštálovej mriežky a vplyvom difúzie vznikne spojenie vnútornými väzbovými silami (obr.64). Účinná difúzia nastane iba vtedy, keď sú stykové plochy čisté a spoj je dokonale elektricky vodivý. Stykové plochy na zváranie za studena sa môžu upraviť aj nanosením povlakov z niklu, chrómu,... Na zváranie za studena sa používajú hydraulické a pneumatické zváracie lisys.



Obr. 64. Zváranie za studena

1-zváracie čeluste, 2-zvárané súčiastky, 3-výronok po zváraní;

Kontrolné otázky:

1. Čo je to zváranie ?
2. Vysvetlite pojem zvariteľnosť.
3. Objasnite tavné zváranie, vymenujte základné druhy tavného zvárania.
4. Popíšte princíp tlakového zvárania a jeho základné druhy.
5. Vymenujte a nakreslite jednotlivé druhy tavných zvarov. Viete pre aké hrúbky materiálov sa jednotlivé druhy používajú ?
6. Ako upravujeme zvárané materiály pred zváraním ?
7. Ako postupujeme pri zváraní plameňom ?
8. Aké poznáte zváracie plamene ?
9. Vysvetlite princíp zvárania elektrickým oblúkom.
10. Čo sú to elektródy, viete ich vyhľadať v strojných tabuľkách ?
11. Objasnite podstatu zvárania v ochrannom plyne, aké spôsoby zvárania v ochrannom plyne poznáte ?
12. Popíšte stručne princíp plazmového zvárania a jeho použitie.
13. Popíšte zváranie elektrónovým lúčom a jeho použitie.
14. Popíšte zváranie laserom a jeho použitie.
15. Vysvetlite princíp elektrického odporového zvárania.
16. Čo je to stykové odporové zváranie ?
17. Stručne popíšte bodové, švové a výstupkové zváranie.
18. Čo je to elektrické indukčné zváranie ?
19. Kde používame zváranie trením ?
20. Ako zvárame ultrazvukom ?
21. Kde sa používa zváranie za studena ?

2.4 Tepelné delenie materiálu

Tepelná energia plameňa, elektrického oblúka, elektrónového a laserového lúča sa nevyužíva iba na spájanie materiálu, ale aj na jeho spracovanie napríklad pri naváraní, rezaní, drážkovaní, vyrovnávaní, a pod.

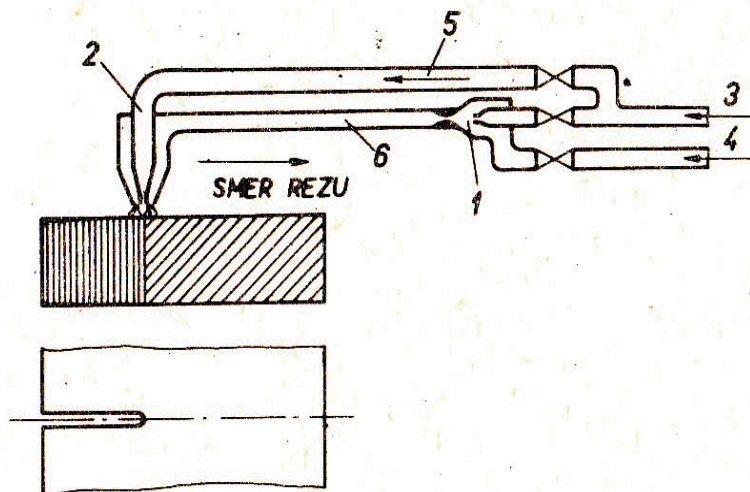
Tepelné delenie – rezanie sa používa na výrobu polovýrobov jednoduchých i zložitejších tvarov najmä z hrubšieho a obtiažne obrobiteľného materiálu, ďalej na úpravu odliatkov a stykových plôch spojovacieho materiálu pri tavnom zváraní, a pod.

Rezanie plameňom – reže sa rezacím horákom. Rezaný kov sa ohrieva kyslíkovo-acetylénovým, vodíkovým alebo propan-butanovým plameňom na zápalnú teplotu a prúdom kyslíka (rezanie kyslíkom) sa kov v deliacej škáre spaľuje a vyfukuje. Kyslíkom možno rezať materiál, ktorého zápalná teplota je nižšia než teplota tavenia, to isté platí aj pre vznikajúce oxidy pri spaľovaní. Inak by kov nehorel, iba by sa taval a rez by nebol hladký. Tomuto vyhovuje oceľ do obsahu 0,7 % C, ale liatina, hliník a meď nie.

Postup pri rezaní kyslíkovo-acetylénovým rezacím horákom (obr.65) je nasledovný. Plameňom $O_2 + C_2H_2$ sa zohreje oceľ na teplotu spaľovania. Pridaním čistého kyslíka hornou vetvou sa spaľuje oceľ a vznikajúce teplo predhrieva ďalšie miesto rezu. Pretože vzniká veľký odvod tepla, pri spaľovaní vznikajúce teplo je nepostačujúce na udržanie spaľovacej teploty ocele, preto je potrebné udržiavať aj plameň C_2H_2 .

Rezať možno aj zváracími horákmi po pripojení rezacej hubice. Materiály, ktoré nemožno rezať kyslíkom, sa spracúvajú **elektrickým oblúkom** s wolfrámovou elektródou, často za prítomnosti ochranného plynu. Liatina sa reže pod ochranou argónu. Vysokolegované ocele i neželezné kovy sa režu **plazmou**, ťažkotaviteľné materiály **elektrónovým** alebo **laserovým**

lúčom na poloautomatických alebo automatických rezacích zariadeniach.



Obr. 65. Kyslíkovo-acetylénový rezací horák
1-injektor, 2-rezací nástavec, 3-prívod kyslíka, 4-prívod acetylénu,
5-prívod kyslíka na rezanie, 6-prívod zmesi acetylénu a kyslíka;

Kontrolné otázky:

1. Čo je to tepelné delenie materiálu ?
2. Aké spôsoby tepelného delenia poznáte ?
3. Popíšte rezanie plameňom ?
4. Vymenujte akými rôznymi technológiami by ste vedeli nadeľiť polovýrobok daných rozmerov podľa výkresu.

2.5 Spájkovanie

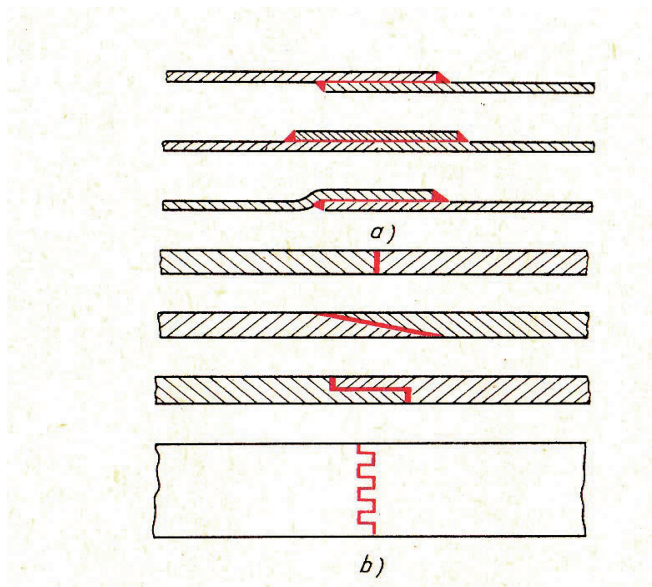
Spájkovaním sa vytvárajú nerozoberateľné spoje súčiastok z rovnakého alebo z rozdielneho chemického zloženia materiálov (spojovanie kovov z nekovmi). Na spájkované plochy preplátovaných alebo stykových spojov (obr.66), sa nanáša spájka s nižšou teplotou tavenia než má spojovaný materiál. Spájka pôsobením kapilárnej vztlínivosti vyplňa póry stykových plôch i škáru medzi súčiastkami. Spájkovaný kov difunduje do základného materiálu. Materiál sa na pracovnú teplotu ohrieva buď miestne, alebo sa ohrievajú celé súčiastky.

Spájkovaný spoj býva menej pevný než zvaraný spoj. Ale spojovaný materiál nie je tak tepelne ovplyvňovaný ako pri zvaraní, preto v okolí spoja vznikajú malé napätia i deformácie. Nevýhodou spájkovaných spojov je nebezpečenstvo vzniku elektrochemickej korózie, ak má spájka iné chemické zloženie než spájkovaný materiál a na spojenie pôsobí elektricky vodivé prostredie.

Na kvalitu spájkovaného spoja má rozhodujúci vplyv použitie vhodnej spájky, taviva, spájkovačky a ďalšieho zariadenia.

Spájka - je prídavný materiál, ktorý tvorí spájkovaný spoj. Má rovnaké, alebo i iné chemické zloženie ako základný materiál. Spájka musí mať tieto vlastnosti:

- **zmáčavosť**- spájka musí byť schopná spojiť sa so základným materiálom;
- **vzlínavosť**- spájka musí vyplniť škáry pôsobením kapilárnych síl v negatívnom zmysle ku gravitácii;
- **zabíehavosť**- spájka vyplňa škáru medzi spojovanými súčiastkami;



Obr. 66. Spájkované spoje
a) preplátované, b) stykové;

Na vlastnosti spájky vplýva jej chemické zloženie, množstvo použitého taviva i čistota povrchu spájkovaného materiálu. Podľa výšky pracovnej teploty sa spájkovanie delí na:

1. **mäkké** – používame pri ňom mäkké spájky;
2. **tvrdé** – používame pri ňom tvrdé spájky;

Mäkké spájky sa používajú pre pracovné teploty do 500°C. Dodávajú sa v tvare liatych tyčí, zŕn, bochnkov, drôtov, pásov, fólií a rúrok plnených tavivom. Spája sa nimi oceľ, liatina, keramika a mnoho neželezných kovov a ich zliatin. Z mäkkých spájok sa najčastejšie používajú cínové spájky. Obsahujú okrem Sn ešte Pb a Sb.

Tvrdé spájky sa používajú pre pracovné teploty vyššie než 500°C, najčastejšie v rozsahu (600 – 700) °C. Spája sa nimi oceľ, liatina, žiarupevné kovy, neželezné kovy a ich zliatiny, grafit, keramika. Z tvrdých spájok sa najčastejšie používajú medené. Spájky z Cu a jej zliatin obsahujú okrem základnej zložky ešte P, Sb, Ag, Si, Ni, Sn, a Zn.

Tavivá – sú chemické prostriedky, ktoré zlepšujú zmáčavosť spájok a chránia spájku i spájkovaný povrch pred oxidáciou a vyparovaním niektorých zložiek spájky. Z povrchu spájkovaných plôch odstraňujú oxidy. Majú nižšiu teplotu tavenia i hmotnosť než spájky, nemajú pôsobiť koróziívne a musia sa dať ľahko odstrániť. Pri mäkkom a tvrdom spájkovaní sa nepoužívajú len špeciálne spájky, ale aj špeciálne tavivá. Základné zložky tavív pre mäkké spájkovanie sú chlorid zinočnatý alebo amónny, kyselina chlór vodíková a kolofónia. Okrem kolofónie treba tieto tavivá po spájkovaní odstrániť, lebo majú korozívny účinok. Pri tvrdom spájkovaní sa ako tavivo najčastejšie používa bórax alebo zmes bóraxu a kyseliny bórítvej.

Metódy spájkovania – spájkovanie môžeme robiť rôznymi technológiami, ktoré sa líšia hlavne spôsobom a rýchlosťou ohrevu materiálov. Ohrev môže byť **miestny** (lokálny) alebo **celoobjemový**. Najrozšírenejšie metódy spájkovania sú: **spájkovačkou**, **cínovou vlnou**, **ponorením do roztavenej spájky**, **v peci**, **plameňom**, **indukčné spájkovanie**. Menej

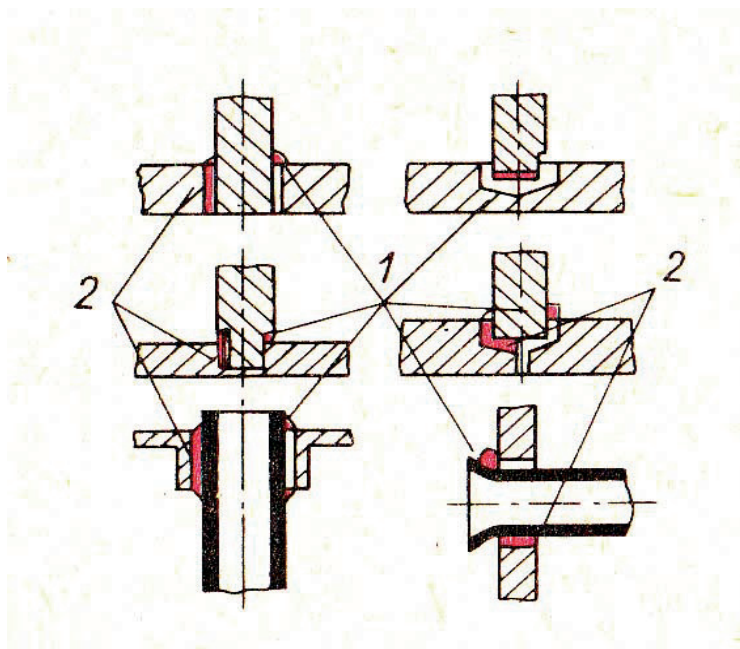
rozšírené sú **spájkovanie vo vákuu, spájkovanie ultrazvukom, spájkovanie rôznymi svetelnými lúčmi,...**

2.5.1 Mäkké spájkovanie

Spoje vyhotovené mäkkým spájkovaním nesmú byť v prevádzke vystavené značnému namáhaniu. Používajú sa v elektrotechnike, klampiárstve,... Vyhotovené sú najčastejšie ako preplátované spoje. Medzera medzi spojovanými súčiastkami musí mať tvar kapiláry, spájkované plochy musia byť kovovo čisté. Tavný materiál sa nanáša na spojované plochy. Na materiál sa spájka umiestňuje v mieste spoja, alebo na špičku hrotu spájkovačky. Najrozšírenejším zdrojom tepla pri mäkkom spájkovaní sú spájkovačky.

2.5.2 Tvrdé spájkovanie

Spoje vyhotovené tvrdým spájkovaním sú pevnejšie. Stykové plochy sa musia pred spájkovaním očistiť. Tavný materiál pre tvrdé spájkovanie sa nanáša na spojované plochy alebo je obsiahnuté v zmesi so zrnami spájky. Spájka v tvare zŕn, pásov, drôtov, plieškov sa vkladá na miesto spoja (obr.67). Zdrojom tepla na dosiahnutie pracovnej teploty a vyžadovanej zmáčavosti spájky býva mäkký neutrálny plameň horáka, pec, soľný kúpeľ, indukčné cievky,... Volí sa podľa druhu spájkovaného spoja. V niektorých prípadoch sa spoj zabezpečuje pred vypadnutím vlozenej spájky upínadlom. Troska sa z hotového spoja odstraňuje mechanicky alebo chemicky.



Obr. 67. Umiestnenie spájky pri tvrdom spájkovaní
1-spájka pred spájkovaním, 2-spájka po spájkovaní;

Kontrolné otázky:

1. Čo je to spájkovanie ?
2. Vysvetlite pojmy: základný materiál, spájka, tavný materiál, spájkovačka.
3. Aké vlastnosti musí mať spájka ?
4. Ako rozdelíme spájky podľa pracovnej teploty ?
5. Aké poznáte metódy spájkovania ?
6. Vyhľadajte základné informácie o spájkach a tavných materiáloch v strojných tabuľkách.

2.6 Lepenie

Lepenie je technologický postup nerozoberateľného spájania strojových súčiastok pomocou **lepidla**. Lepením môžeme nahrádzať niektoré technológie, ako napríklad spájkovanie, nitovanie, skrutkové spoje aj zváranie. Lepené spoje majú mnoho predností: nezoslabuje sa nosný prierez, spájaný materiál je menej tepelne namáhaný, deformácie sú menšie, spoje lepšie odolávajú poveternostným vplyvom, možno lepiť aj veľmi tenké materiály, a pod. Zlepiť možno kovy, nekovy, kovy s nekovmi.

2.6.1 Lepidlá

Lepidlo je spájacou zložkou. V súčasnosti sa vyrába veľké množstvo lepidiel rôzneho chemického zloženia. Preto je najlepšie voliť vhodné lepidlo pre jednotlivé druhy spájaných materiálov aj so správnym návodom postupu lepenia podľa firemnej literatúry.

Lepidlo musí mať tieto základné vlastnosti:

- a) **adhéziu** – dobrú priľnavosť podľa možnosti ku všetkým materiálom;
- b) **kohéziu** – dobrú súdržnosť po vytvrdnutí;
- c) **spracovateľnosť** – lepidlo má byť jednoducho spracovateľné;

Lepidlá podľa chemickej stavby môžu byť :

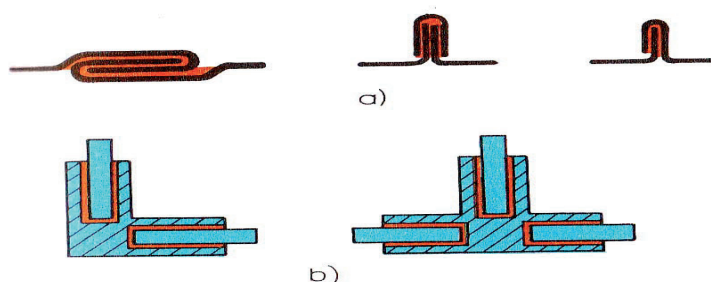
- **jednozložkové (jednokomponentné)** – rozpúšťadlové, disperzné, kyanoakrylátové, silikónové, tavné;
- **dvojzložkové (dvojkomponentné)** – epoxidové, polyesterové, polyuretanové;

Podľa spôsobu vytvorenia spoja lepidlá rozdeľujeme na:

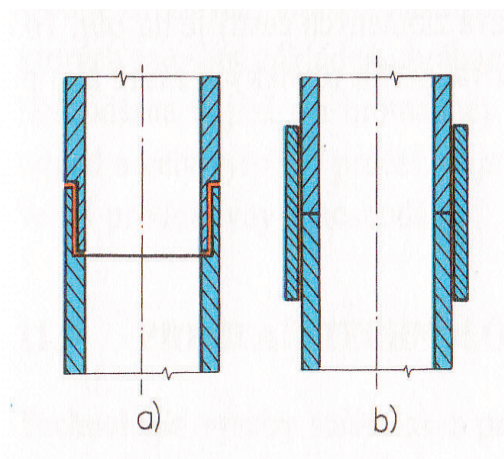
- vytvrdzujúce vyprechaním rozpúšťadla;
- vytvrdzujúce sa účinkom UV žiarenia;
- vytvrdzujúce sa pomocou aktivátorov;
- vytvrdzujúce sa pomocou absorbovanej vlhkosti;
- za tepla alebo pri normálnej teplote zosieťujúce;
- polymerizujúce sa bez prítomnosti kyslíka;

Pred lepením spojovaný materiál najprv upravujeme podľa druhu zvoleného spoja. Stykové plochy sa čistia mechanicky, chemicky alebo elektrolyticky. Na očistené plochy sa nanáša optimálna hrúbka vrstvy lepidla, ktorá sa pohybuje v rozsahu (0,05 – 0,015) mm. Potom sa spojované časti zostavujú podľa zvoleného spoja a ich poloha sa zabezpečuje zvierkami alebo inými prípravkami. Fixovaný spoj sa očistí od nadbytku lepidla a nechá sa vytvrdiť podľa návodu od výrobcu.

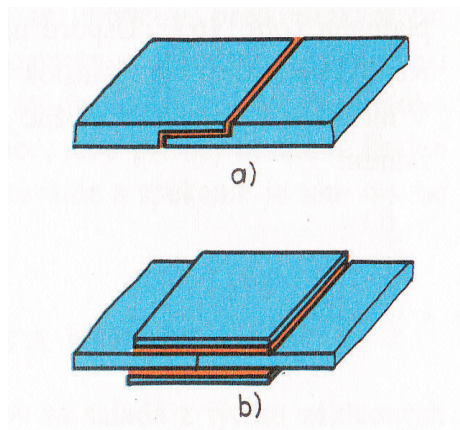
Lepené spoje majú charakter preplátovaných spojov. Musia sa navrhnuť tak, aby boli namáhané šmykom, nikdy nie kolmo na lepenú plochu, lebo by sa mohli časti spoja odtrhnúť (obr.68, 69,70).



Obr. 68. Lepené spoje
a) lemové, b) drážkové;



Obr. 69. Lepenie rúrok
a) s osadenými koncami, b) vonkajšími krúžkami;



Obr. 70. Lepenie platní
a) preplátovaním, b) stykovými platňami;

Utesňovacie lepidlá nazývame **tmely**. Rozdeľujú sa na **vytvrditeľné a netvrditeľné**. Používajú sa pri opravách a montážnych prácach.

3 POVRCHOVÉ ÚPRAVY

3.1 Korózia

Korózia je definovaná ako rozrušovanie materiálu vplyvom chemických alebo elektrochemických reakcií s okolitým prostredím. Pri niektorých kovoch sa rozrušuje len povrch, lebo vzniknutá oxidačná vrstva chráni spodné vrstvy kovu pred ďalším rozrušovaním. Pri iných kovoch pokračuje oxidácia ďalej, až sa rozruší celý kov. Korózne účinky prostredia spôsobujú nenahraditeľné škody. Na celom svete ročne korózia zničí niekoľko miliónov ton kovu. Preto ochrana materiálov proti korózii patrí medzi prvoradé ekonomické úlohy.

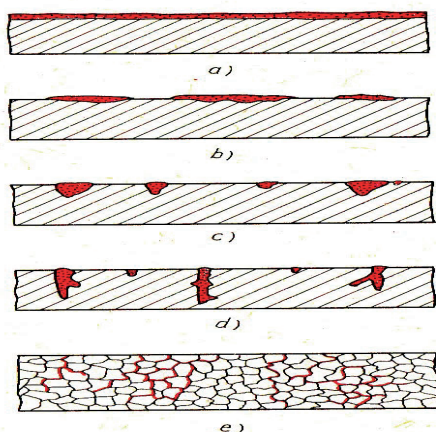
3.1.1 Druhy korózie

a) Podľa vzhľadu (obr.71):

1. Rovnomerná (celková) korózia;
2. Nerovnomerná (miestna) korózia;

Rovnomerná (celková) korózia – napadá každé miesto povrchu materiálu približne rovnakou intenzitou a preto sa dá stanoviť životnosť súčiastok v určitom koróziivnom prostredí.

Nerovnomerná (miestna) korózia – je nebezpečnejšia ako celková. Napadá materiál v určitých miestach do rôznej hĺbky. Môže byť **škvrnitá, jamková, bodová, štruktúrna**. Štruktúrna môže mať charakter medzikryštalickej korózie, alebo selektívny, keď sa rozpadá iba niektorá fáza zliatiny.



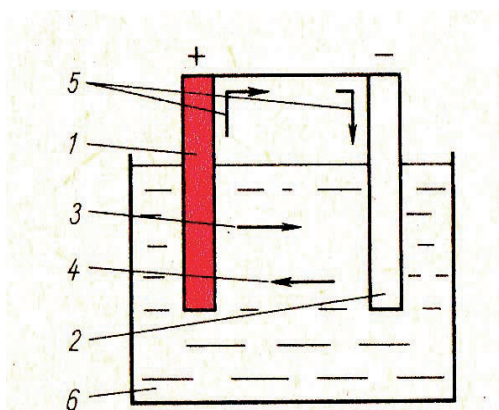
Obr.71. Druhy korózie z hľadiska vzhľadu
a) celková, b) škvrnitá, c) jamková, d) bodová, e) medzikryštalická;

b) Z hľadiska vnútorného mechanizmu:

1. Chemická korózia;
2. Elektrochemická korózia;
3. Biologická korózia;

Chemická korózia – vzniká chemickými reakciami materiálu s elektricky nevodivým prostredím. Prvotne sa zlučujú atómy kovov s atómami kyslíka a na povrchu materiálu vzniká vrstva oxidov. Keď je tenká a súvislá, môže materiál chrániť pred ďalším prenikaním korózie, napríklad pri Al, Sn, Zn, Cr,... Hrubá vrstva oxidov, ktorá vzniká najmä pri zvýšenej teplote, vplyvom napätia praská a odlupuje sa z povrchu (okuje Fe). Bežné pracovné prostredie obsahuje okrem kyslíka i niektoré iné plyny (H_2 , N, CO_2 , SO_2), ktoré tiež spôsobujú vznik chemickej korózie.

Elektrochemická korózia – je zapríčinená elektrochemickými reakciami. Vzniká vtedy, keď sa kovy stýkajú s vodnými roztokmi solí (elektrolytmi), ktoré vedú elektrický prúd. Najznámejším príkladom elektrochemickej korózie je galvanický článok (obr.72). Ak napríklad spojíme zinok a meď a ponoríme ich do roztoku (elektrolytu), napríklad zriedenej kyseliny soľnej, medzi obidvoma kovmi bude tiecť prúd. Meď je pritom katódou a zinok anódou. Zinok sa rozpúšťa vo forme malých čiastočiek, ktoré nazývame iónmi a prechádza do roztoku. Pôsobením galvanického článku sa zinková anóda postupne rozpúšťa, avšak medená katóda zostáva neporušená, lebo je len miestom, kde sa neutralizujú kladne nabité ióny roztoku. Zinok je menej ušľachtilý kov, kým meď je ušľachtilý kov. Preto v roztokoch, alebo vo vlhkom prostredí zinok koróduje, ak sa spojí s meďou.



Obr. 72. Princíp vzniku elektrochemickej korózie
1 anóda (zinok), 2 katóda (meď), 3 prúd katiónov, 4 prúd aniónov, 5 prúd elektrónov, 6 elektrolyt;

Vodidlom pre posudzovanie korodovateľnosti kovov je ich **ušľachtilosť**. Ako porovnávací potenciál sa používa potenciál vodíka, ktorý sa rovná nule. Podľa veľkosti potenciálu sa potom kovy k sebe navzájom chovajú ako ušľachtilé kovy, alebo menej ušľachtilé kovy. Tento ich vzájomný vzťah udáva galvanický rad napätí kovov pri teplote 25 °C (tabuľka 1).

Tabuľka 1.

Galvanický rad napätí kovov

Kov	Štandardný potenciál (V)	Kov	Štandardný potenciál (V)	Kov	Štandardný potenciál (V)
Au	+1,500	Pb	-0,130	Cr	-0,140
Ag	+0,808	Sn	-0,142	Zn	-0,760
Cu	+0,345	Ni	-0,250	Mn	-1,100
H	0,000	Fe	-0,440	Al	-2,070

Kovy, ktoré sú v rade galvanického napätia pred vodíkom, sú elektropozitívne (ušľachtilé). Kovy, ktoré sú za vodíkom, sú elektronegatívne (menej ušľachtilé). Čím je kov menej ušľachtilý, tým ľahšie sa rozpúšťa (prechádza do roztoku).

Kov, ktorý je v rade napätí vyššie, je ušľachtilejší (katóda) než kov, ktorý je postavený nižšie (anóda). To umožňuje správny a vhodný výber materiálu.

Elektrochemická korózia kovov je teda rozpúšťaním anódy galvanického článku malých rozmerov, čiže mikročlánku.

Elektrochemickú koróziu môže spôsobiť aj vonkajší zdroj prúdu a vtedy je označovaná ako **korózia blúdiovými prúdmi** (pôdna korózia). Korózný rozpad vzniká napríklad pri potrubí alebo kábloch, ktoré sú uložené blízko elektrifikovanej trate. Ak sú jej koľajnice zle spojené, vracia sa časť prúdu pôdou (elektrolytom) a kovovými predmetmi uloženými v pôde. Korodujú predovšetkým tie predmety, ktoré sú v anódovej oblasti korózneho prostredia.

Atmosferická korózia je najrozšírenejší druh elektrochemickej korózie. Vzniká pri vlhkosti vzduchu vyššej ako 60 %. Taktiež vzniká aj vtedy, ak má povrch kovu nižšiu teplotu, než je teplota okolitého prostredia a na jeho povrchu kondenzujú vodné pary. Intenzita atmosferickej korózie sa zvyšuje, ak sa v danom prostredí vyskytujú pary chlórovodíka, oxidov síry, atď.

Biologická korózia – kovový materiál môže byť rozrušovaný aj živými organizmami (chrobáky, baktérie).

Kontrolné otázky:

1. Vysvetlite čo je to korózia.
2. Vymenujte a charakterizujte jednotlivé druhy korózie.
3. Čo je to galvanický rad napätí kovov ?

3.2 Spôsoby ochrany proti korózii

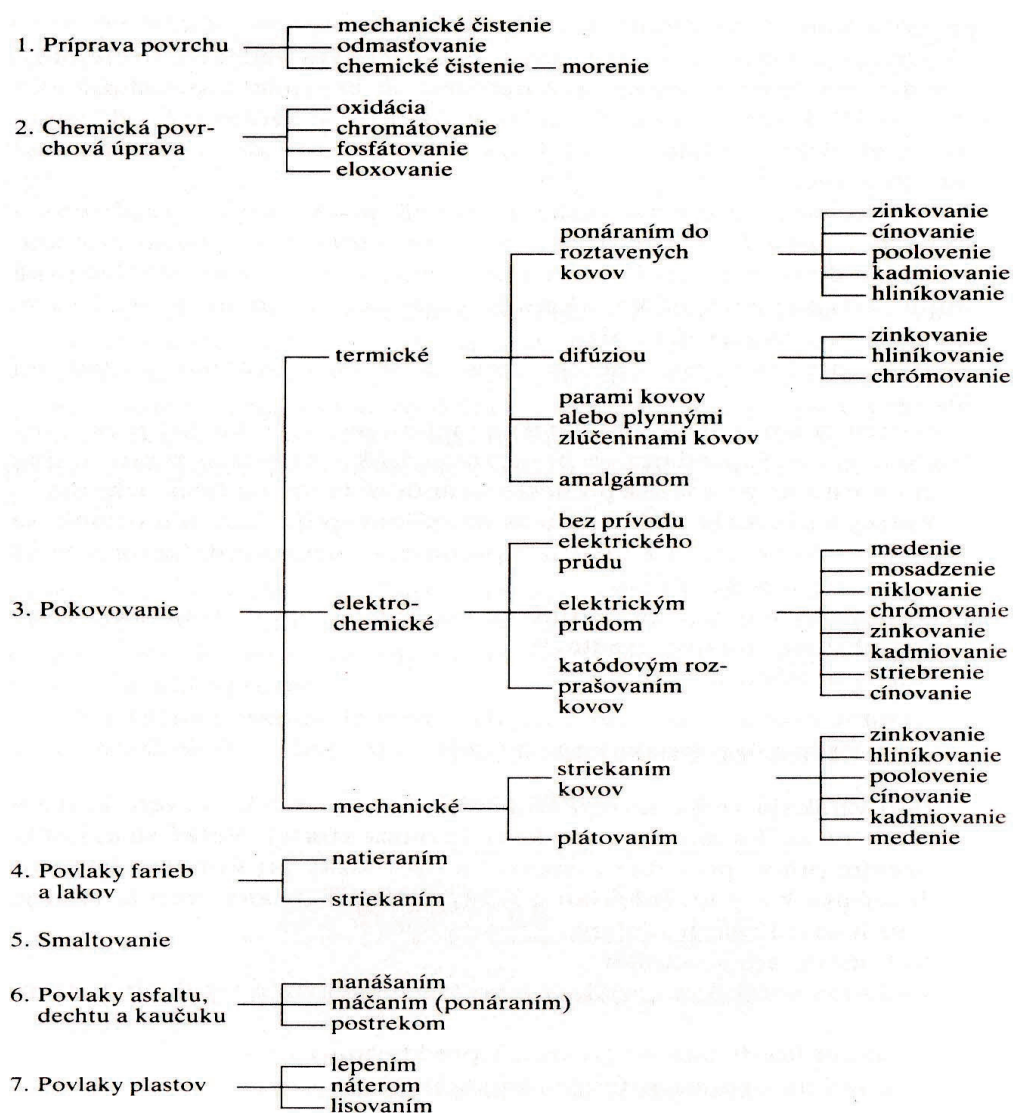
Spôsoby ochrany proti korózii volíme s ohľadom na agresivitu prostredia, pracovné podmienky, vnútorné a vonkajšie faktory korózie v ktorých predmety pracujú. Požadované vlastnosti výrobkov, vzhľad a účinnosť povrchových úprav dosiahneme rôznymi spôsobmi a to najmä:

1. vhodnou voľbou materiálu súčiastky a jeho spracovania;
2. konštrukčnou úpravou súčiastky;
3. úpravou korózneho prostredia a znížením jeho agresivity;
4. elektrickou ochranou;

5. povrchovou úpravou súčiastky ochrannými povlakmi;

Povrchová úprava zahŕňa všetky fyzikálne, chemické, elektrochemické a mechanické procesy, ktorými povrch súčiastok získa požadované vlastnosti. Rozdelenie povrchových úprav je v tabuľke 2.

Tabuľka 2. Rozdelenie povrchových úprav



3.2.1 Príprava povrchu

Pred tvorbou ochranných povlakov a vrstiev treba podľa zvolenej úpravy vhodne pripraviť povrch súčiastok. Najčastejšie používané spôsoby čistenia a predbežných povrchových úprav kovových súčiastok pred ďalšou antikoroúznou úpravou sú:

- **Mechanické čistenie** – pieskovanie, omieľanie, brúsenie,... Z povrchu súčiastky sa odstráni hrubšie nečistoty;
- **Chemické čistenie** - odmastňovanie v rozpúšťadlách, morenie, leštenie,... Z povrchu súčiastky sa odstráni tuk, prach, kovové triesky, brusivo, oxidy;

- **Elektrochemické čistenie** – elektrolytické odmasťovanie, elektrolytické morenie, elektrolytické leštenie,... Dosiahne sa kovovo čistý povrch súčiastok, vyrovnajú sa povrchové nerovnosti;

3.2.2 Chemické povrchové úpravy

Zvyšujú odolnosť voči korózii a priľnavosť povrchov pri ďalších povrchových úpravách. Na povrchu súčiastky sa vytvorí tenká vrstva chemickej zlúčeniny, ktorá je odolnejšia voči korózii ako základný materiál. Ochranný povlak vzniká z vlastného kovu predmetu. Patrí sem napríklad:

1. Oxidácia (pasivovanie) – je vytváranie tenkých povlakov oxidov železa na povrchu ocele. Povrch súčiastok nadobúda čiernu, hnedú alebo modrú farbu. Čiernenie sa uskutočňuje máčaním v oxidačnom kúpeli. Hnedenie a modrenie je v podstate popúšťanie na farbu pri teplotách (210 - 310) °C, pričom upravovaný povrch musí byť leštený. Chemickou oxidáciou sa chránia aj súčiastky z mosadze (čiernením) a z hliníka (eloxovaním).

2. Chromátovanie – je vytváranie ochrannej vrstvy na povrchu oceľových alebo zinkových súčiastok vo vodnom roztoku kyseliny chrómovej pri teplote 95 °C. Na povrchu vzniká veľmi tenká ochranná vrstva chrómanov.

3. Fosfátovanie – je jedným z najpoužívanějších spôsobov povrchovej ochrany. Oceľové, hliníkové, manganové a zinkové súčiastky sú chránené kryštalickým povlakom fosforečnanov, ktorý vzniká postrekom alebo ponorením do kúpeľa obsahujúceho chemické zlúčeniny fosforu. Hrúbka vrstvy fosfátov je 0,001 až 0,004 mm. Fosfátové povlaky slúžia na ochranu proti atmosférickej korózii, ako podklad pod nátery, pre zmenšenie opotrebenia nástrojov pri tvárnení za studena,...

3.2.3 Ochranné povlaky kovov

Pokovovanie je nanášanie ochranného kovového povlaku na základný kov. Ochranná vrstva musí byť bez pórov a trhliniek, musí dobre priľnúť na základný kov, musí mať dostatočnú hrúbku a dobré mechanické vlastnosti. Inak sa koróznivé prostredie dostane k základnému kovu. Ochranný povlak volíme podľa druhu kovového výrobku a jeho namáhania (mechanického, chemického, tepelného).

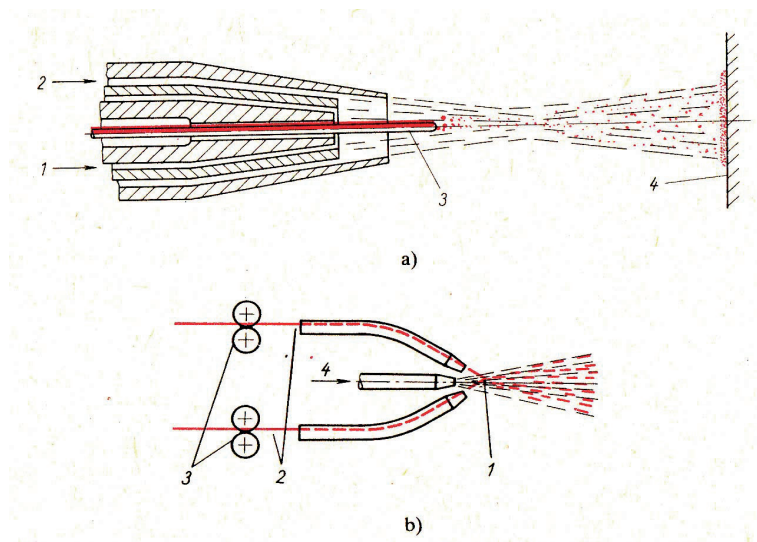
a) Pokovovanie ponorením do kúpeľov roztavených kovov – patrí medzi najstaršie spôsoby ochrany proti korózii. Kovový povlak vytvárame ponorením predmetu do roztaveného kovového kúpeľa príslušného kovu, ktorého teplota tavenia je nižšia ako teplota tavenia základného kovu. Súčiastky musia mať pred pokovovaním povrch pripravený morením, leštením,... Po omočení a ohriatí povrchu sa z kúpeľa vyberú a ochladia. Kúpeľ musí mať také vlastnosti, aby jeho zložky podmienili vznik difúznej medzivrstvy zo základného a povlakového kovu. Pokovujeme cínom, zinkom, olovom, kadmíom, hliníkom.

b) Plátovanie – pri plátovaní obkladáme základný materiál (súčiastku) tenkou vrstvou ochranného kovu a obidva kovy spojíme. Stykové plochy spojovaných materiálov musia byť dokonale čisté. Najdokonalejší spoj vznikne vtedy, keď medzi spájanými kovmi dôjde k difúzii. Pri plátovaní sa vrstva ochranného kovu na súčiastkach vytvára privalcovaním, oblievaním, naváraním alebo privarením ochranného kovu. Ako ochranné materiály používame nehrdzavejúce ocele, meď, mosadz a hliník.

c) Striekacie kovov – metalizovanie alebo šopovanie (obr.73), je vytváranie kovových povlakov na súčiastkach z kovov i nekovov (na dreve, porceláne, tkaninách, papieri, ...), pretože striekaný kov iba nepatrne ohrieva základný materiál. Ochranný povlak môže byť

ľubovoľne hrubý. Nemá vysokú príľnavosť. Povrch predmetov musí byť čistý, suchý, dobre odmastený a drsný, aby nanosená vrstva na predmete dobre držala a neodlupovala sa.

Podľa spôsobu prípravy kovu rozlišujeme tri spôsoby striekania kovov a zliatin: z drôtu, prášku a roztaveného kovu alebo zliatiny. Striekaním môžeme nanášať všetky kovy a zliatiny s teplotou tavenia pod 600 °C. Striekaním nanášame najčastejšie povlaky zinku. Ďalej striekame povlaky z hliníka, olova, cínu, medi, kadmia.



Obr. 73. Pištoľ pre žiarové striekanie kovov

- a) drôtová plynová pištoľ: 1-zmes acetylénu a kyslíka, 2-stlačený vzduch, 3-odtavujúci sa drôt, 4-striekaný predmet;
- b) drôtová oblúčová pištoľ: 1-elektrický oblúk, 2-odtavujúci sa drôt, 3-podávacie kladky, 4-stlačený vzduch;

d) Difúzne pokovovanie – antikorózna vrstva vzniká difúziou ochranného kovu z pevného, kvapalného alebo plyného prostredia do súčiastok za ohrevu v ochrannej atmosfére alebo vo vákuu. Difúziou možno pokovovať len vtedy, ak obidva materiály vytvárajú tuhé roztoky.

Cementovanie a nitridovanie sú veľmi rozšírené difúzne procesy v tepelnom spracovaní ocelí. V povrchovej úprave je najrozšírenejšie zinkovanie, hliníkovanie, chrómovanie a bórovanie.

e) Pokovovanie parami kovov alebo plynými zlúčeninami (vákuové pokovovanie) – parami kovov pokovujeme tak, že kov, ktorým chceme chrániť povrch predmetu, premeníme vysokým ohrevom vo vákuovej komore na pary, ktoré vedieme prúdom inertného plynu na predmet. Keďže teplota predmetu je nižšia než kondenzačná teplota pár ochranného plynu, pary sa zrážajú na povrchu predmetu ako jemný kovový povlak.

Druhým spôsobom je vylučovanie kovového ochranného povlaku z prchavých alebo plyných zlúčenín kovov. Výhodou oboch spôsobov je: malá hrúbka vrstvy povlaku, možnosť pokovovať predmety zložitých tvarov s dutinami, povlaky sú rovnomerné, kovové aj nekovové, možno ich nanášať na akýkoľvek materiál.

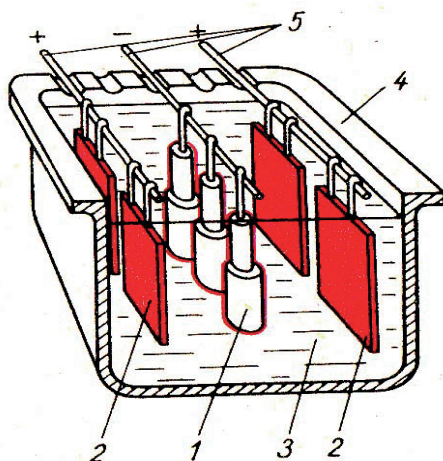
f) Elektrochemické pokovovanie bez prívodu elektrického prúdu – pri ponorení súčiastky z kovu s nižším elektrickým potenciálom do roztoku kovu s vyšším elektrickým potenciálom nastane jeho vylučovanie z roztoku a ukladanie na povrchu súčiastky aj vo väčších hrúbkach. Napríklad na oceľových súčiastkách ponorených do síranu meďnatého sa tvorí povlak z medi,...

g) Pokovovanie elektrickým prúdom (galvanické pokovovanie, obr.74) – je to najrozšírenejší spôsob povrchovej úpravy. Podstatou galvanických procesov je **elektrolýza**. Je to elektrický rozklad vodných roztokov solí toho kovu, ktorým chceme nanášať. Kov

uvoľnený rozkladom sa vylučuje na katóde, na ktorú zavesíme predmety, ktoré chceme pokovovať. Kov, ktorým pokovujeme, zavesíme do kúpeľa ako anódu, ktorá sa rozpustí.

Povrch predmetu pred galvanickým pokovaním musíme dobre odmastiť a vyleštiť, aby vrstva mala požadovanú kvalitu. Galvanické pokovovanie používame nielen na vytváranie ochrany proti korózii, ale aj na zlepšenie vzhľadu predmetu.

Galvanickým pokovaním získavame povlaky z medi, mosadze, niklu, chrómu, zinku, kadmia, striebra a cínu.



Obr. 74. Galvanické pokovovanie

1-pokovované súčiastky (katóda), 2-kov tvoriaci povlak (anóda), 3-galvanický kúpeľ, 4-vaňa, 5-závesné tyče;

3.2.4 Povlaky farieb a lakov

Na ochranu proti korózii a na zlepšenie vzhľadu kovových predmetov sa používajú nátery, ktoré vzniknú nanosením farieb a lakov. Nanášame ich v niekoľkých vrstvách a to ako **základný náter** a **krycie nátery**. Pred nanosením náterových látok sa robí ešte tmelenie, t.j. vyrovnanie nerovností a zakrytie nedostatkov povrchu upravovaných súčiastok. Tmelová vrstva musí byť tenká a po zaschnutí sa zabrusuje.

Podľa druhu spojiva rozdeľujeme náterové látky na: asfaltové, polyesterové, celulózoové, práškové, chlórkaučukové, silikónové, liehové, polyuretanové, vodové a emulzné, olejové a syntetické. Náterové látky vysychajú buď na vzduchu, alebo ich musíme vypaľovať. Na predmety ich nanášame natieraním alebo striekaním.

3.2.5 Smaltovanie

Smaltovanie je nanášanie tenkej vrstvy bórsilikátového skla na predmet. Upravený povrch súčiastky sa máča, polieva alebo postrekuje suspenziou práškového smaltu s vodou, alebo sa na predohriaty predmet sype samotný práškový smalt, ktorý sa okamžite natavuje. Po nanosení základného povlaku nasleduje vypaľovanie pri teplote 900 °C. Na zvýšenie estetického vzhľadu sa nanáša ešte druhý krycí povlak, obsahujúci farbiace prísady. Vypaľuje sa pri teplote 800 °C. Smalt je chemicky stály voči kyselinám, neznáša nárazy a zmeny teplôt. Najčastejšie sa smaltujú liatinové a oceľové súčiastky.

3.2.6 Povlaky asfaltu, dechtu a kaučuku

Povlaky asfaltu a dechtu pripravujeme nanášaním roztaveného asfaltu a dechtu. Aby sa povlak neodlupoval, nanášame ho vo viacerých vrstvách, ktoré prekladáme tkaninou,

papierom alebo drôteným pletivom. Je to dobrá a lacná ochrana proti atmosférickým vplyvom. Neodolávajú však svetlu.

Povlaky kaučuku robíme tak, že na opieskované predmety nanášame ponorením alebo striekaním roztok kaučuku a síry vo vhodnom rozpúšťadle. Po odparení rozpúšťadla a vulkanizácii vznikne na predmete povlak z kaučuku.

3.2.7 Povlaky plastami

Kovové súčiastky možno chrániť aj povlakmi z plastov. Povlaky z plastov sa nanášajú lepením fólií, natieraním, striekaním, máčaním alebo lisovaním.

Kontrolné otázky:

1. Aké spôsoby ochrany proti korózii poznáte ?
2. Aké sú najčastejšie používané spôsoby čistenia a predbežných povrchových úprav kovových súčiastok pred ďalšou antikoroziou úpravou ?
3. Čo sú to chemické povrchové úpravy ?
4. Čo sú to ochranné povlaky kovov, vymenujte ich a popíšte niektoré.
5. Ako sa nanášajú povlaky z farieb a lakov ?
6. Čo je to smaltovanie ?

4. MONTÁŽ STROJOV A ZARIADENÍ

4.1 Montáž – základné pojmy

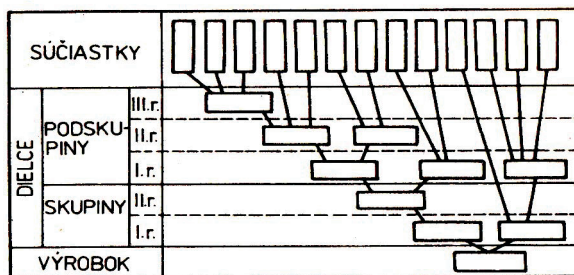
Výrobný proces v strojárskych výrobách sa končí montážou, pri ktorej vzniká postupným spojovaním jednotlivých súčiastok konečný výrobok. Spôsob montáže má podstatný vplyv na kvalitu strojárskych výrobkov.

Montáž – je posledná časť výrobného procesu, pri ktorej sa montážne prvky spájajú a zostavujú do čiastočných a konečných montážnych celkov (finálnych výrobkov), ktoré vyhovujú predpísaným technickým podmienkam.

4.1.1 Montážne prvky

Montážne prvky rozdeľujeme na:

1. **súčiastky** – sú to základné montážne prvky, t.j. časti výrobku vyrobené bez montážnych operácií;
2. **podskupiny** – vznikajú spojením určitého množstva súčiastok;
3. **skupiny** – vznikajú spojením podskupín a súčiastok, montujú sa do finálneho montážneho celku (obr. 75);



Obr. 75. Schéma montážnych prvkov

Rozoberanie celku na časti alebo aj súčiastky sa nazýva **demontáž**. Už pri návrhu spôsobu montáže treba pamätať na neskoršiu demontáž (oprava alebo výmena opotrebovaných súčiastok).

4.1.2 Druhy a formy montáže z hľadiska organizácie

- **Nerozčlenená montáž (neprúdová)** – jeden pracovník alebo skupina pracovníkov vykonáva všetky montážne práce od preberania montážnych prvkov až po vyskúšanie zmontovaného výrobku. Montovaný výrobok, pracovné prostriedky aj pracovné sily sú usporiadané stacionárne. Tento spôsob montáže vyžaduje vysokú kvalifikáciu pracovníkov. Používa sa pre kusovú montáž;
- **Rozčlenená montáž** - pracovisko je usporiadané ako pri predchádzajúcej montáži. Podskupiny, skupiny i hotový výrobok montuje súčasne niekoľko robotníkov alebo skupín. Tento spôsob montáže je produktívnejší než predchádzajúci. Robotník vykonáva rovnaké operácie, čím získava vyššiu zručnosť. Používa sa v malosériovej výrobe;
- **Nepohyblivá montáž** – používa sa pri montáži ťažkých výrobkov, alebo pri požiadavke veľmi presného ustavenia pri montáži. K montovanému výrobku, ktorý je umiestnený na stálom pracovisku sa prisúvajú pracovníci, nástroje, zariadenia a aj montážne prvky. Operácie nie sú časovo závislé. Tento druh montáže sa používa pre malosériovú a strednosériovú výrobu;
- **Pohyblivá montáž s voľným pracovným taktom** – pracovný takt je nepravidelný. Montovaná jednotka sa dopravuje podľa montážneho sledu od pracoviska k pracovisku. Montér zostáva na jednom pracovisku. Montáž je používaná v malosériovej a strednosériovej výrobe;
- **Pohyblivá montáž s viazaným pracovným taktom (prúdová)** – je to najvyššia forma montáže. Montážny postup je rozdelený na najjednoduchšie operácie tak, aby čas vykonania bol približne rovnaký. Montovaný výrobok sa pohybuje na mechanizovaných dopravných zariadeniach voľne alebo nútene. Pri voľnom pohybe je výrobok premiestňovaný po skončení jednotlivéj montážnej operácie ručne alebo mechnizačnými prostriedkami. Pracovný takt vymedzujú zvukové alebo svetelné signály. Pri nútenom pohybe sa montovaný výrobok pohybuje mechanizačným dopravným zariadením bez zásahu robotníka. Montáž sa uskutočňuje na dopravníku, alebo sa z neho sníma a pracuje sa na montážnom stole. Po skončení montážnej operácie sa montovaný výrobok zasa vracia na dopravník. Táto montáž sa využíva v strednosériovej, veľkosériovej a hromadnej výrobe s dlhšou dobou trvania výroby;

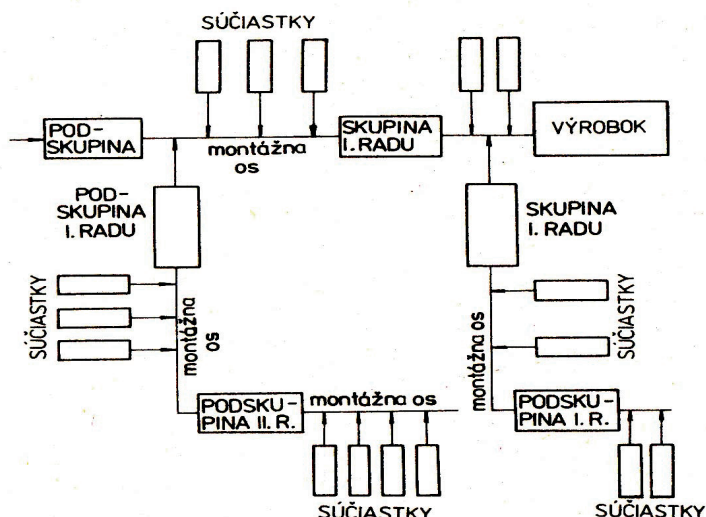
4.1.3 Triedenie montáže z hľadiska vymeniteľnosti súčiastok

- a) **Montáž s úplnou vymeniteľnosťou súčiastok** – súčiastky sú vyrobené v úzkych toleranciách a môžu sa vo všetkých prípadoch ľubovoľne zamieňať. Montáž je vysoko produktívna. Výroba presných súčiastok je drahá. Používa sa vo veľkosériovej a hromadnej výrobe;
- b) **Montáž s čiastočnou vymeniteľnosťou súčiastok** – montované súčiastky sú vyrobené vo väčších toleranciách (lacnejšia výroba) a pri ich spojení vzniká vôľa alebo presah. Rozmery a tvar sa upravujú:
 - **lícovaním** (veľká pracnosť)
 - **výberovou metódou** (triedenie súčiastok do skupín s určitými rozmerovými rozsahmi a ich párovanie)
 - **nastavovacou metódou** (vložením kompenzátorov do montovanej skupiny).

Montáž sa používa v sériovej a hromadnej výrobe. Lícovanie môžeme použiť iba pre kusovú alebo malosériovú výrobu;

4.1.4 Technologické podklady pre montáž

Vzájomnú súvislosť montážnych prvkov a postup spájania od jednotlivých súčiastok na skupiny až po konečný výrobok znázorňuje **schéma montážnych prvkov** (obr.75) alebo **technologická schéma montáže** (obr.76)



Obr. 76. Technologická schéma montáže

Technologická schéma montáže sa zostavuje pre zložitejšiu montáž. V technologickej schéme je každá súčiastka, podskupina a skupina znázornená obdĺžnikom, v ktorom sa uvedie názov súčiastky alebo skupiny, číslo výkresu a počet montovaných súčiastok.

Zoznam všetkých súčiastok, z ktorých sa výrobok skladá, je v **kusovníku**, alebo v **montážnom zozname**. Sú v ňom uvedené názvy súčiastok alebo skupín, číslo výkresu alebo normy podľa ktorej sa súčiastka vyrobila a počet kusov.

Technologický postup montáže – je prehľad operácií potrebných na zostavenie podskupiny, skupiny alebo pre konečnú montáž výrobku. Robí sa podľa výkresu výrobku. Niekedy sa vypracúvajú aj **operačné návodky**, ktoré obsahujú podrobný popis a návod jednotlivých pracovných úkonov.

4.2 Mechanizácia a automatizácia montáží

Mechanizácia – manuálna práca je nahradená mechanizmami poháňanými elektrickou, pneumatickou alebo inou energiou.

Automatizácia – je vyššia forma montáže, je charakterizovaná oslobodením človeka od bezprostrednej obsluhy a riadenia výrobných procesov a prenechaním týchto funkcií automatizovanej sústave strojov. Riadiaca funkcia človeka, ktorá sa vyskytuje pri mechanizácii, tu odpadá.

Montáž môže byť riešená na rôznych úrovniach, a to ako:

- **manuálna montáž;**
- **mechanizovaná montáž;**
- **poloautomatické montážne stroje;**
- **automatické montážne stroje a linky;**

4.2.1 Montážne náradie

Pri montážnych prácach sa používa univerzálne, pomocné a špeciálne náradie a prípravky. V kusovej výrobe sa používa univerzálne náradie, v sériovej a hromadnej výrobe skôr špeciálne prípravky a náradie.

K **univerzálnemu montážnemu náradu** patria predovšetkým rôzne druhy skrutkovačov a kľúčov.

Pomocným náradím sú: kladivá, kliešte, sekáče, pilníky, prebíjadlá, oceľové kefy,...

Medzi **špeciálne náradie** patria upínacie, lisovacie, sťahovacie, ohýbacie, zváracie, obrábacie a iné prípravky.

Z **meracieho náradia** sa najčastejšie používa posuvné meradlo, mikrometer, hĺbkomer, číselníkový odchýlkomer, koncové mierky,...

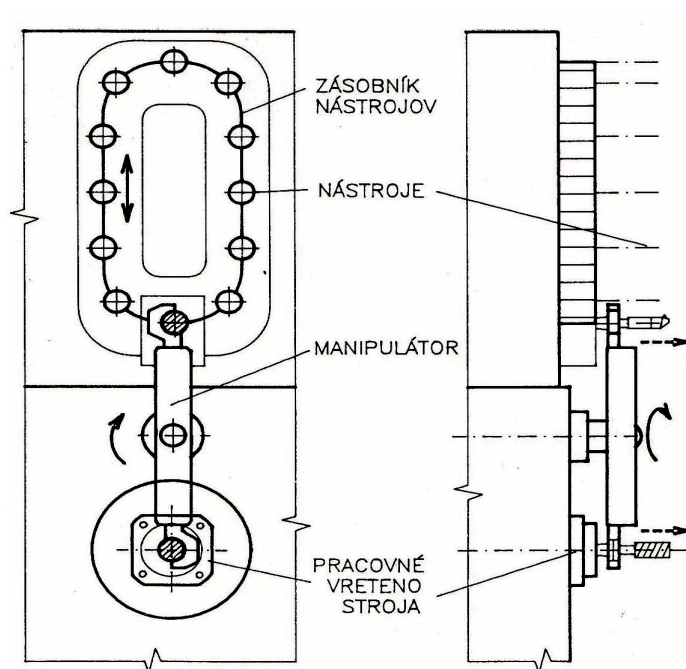
4.2.2 Mechanizované nástroje

Na skrátenie času pri montáži, demontáži súčiastok a na uľahčenie práce sa používajú mechanizované nástroje s pohonom elektrickým, pneumatickým alebo hydraulickým. Patria sem napríklad:

- elektrické vŕtačky, frézovačky, brúsky, pilky, nožnice, elektrické skrutkovače,...
- pneumatické brúsky, zbíjacie kladivá, vŕtačky, pneumatické uťahováky,...
- hydraulické ohýbačky, nitovacie kladivá a kliešte, lisy, zváracie agregáty,...
- upínacie prípravky, polohovacie prípravky, kontrolné prípravky,...

4.2.3 Automatizované montážne pracoviská

Montážny proces sa musí organizovať plynulo a s vysokou produktivitou. Najúčinnjší spôsob na dosiahnutie tohoto cieľa je automatizácia výrobných operácií a riadenie výroby sústavou počítačov. Používa sa veľa typov automatizovaných zariadení, a to manipulátory, roboty a automatizované pracoviská.



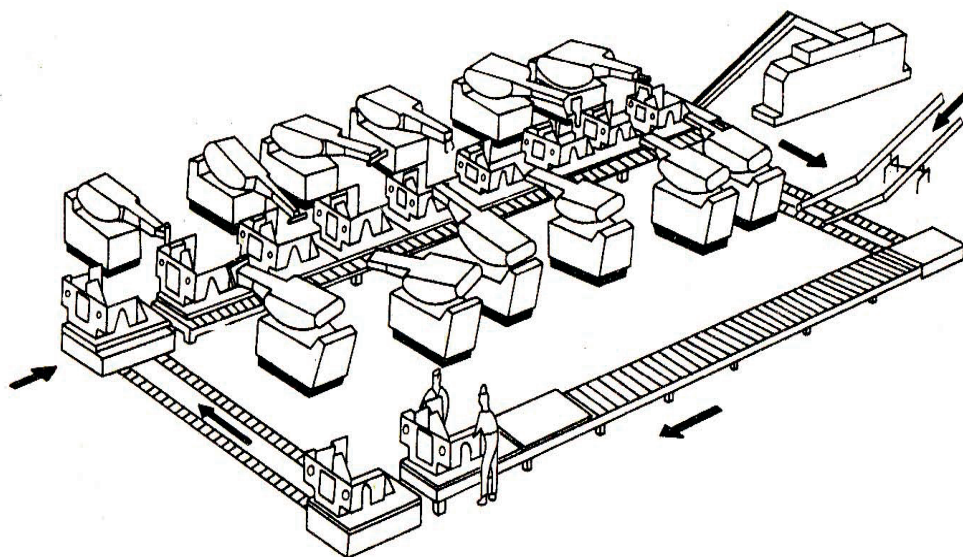
Obr. 77. Jednoučelový manipulátor na výmenu nástrojov obrábacieho stroja

Manipulátor (obr.77) je manipulačné zariadenie určené na uchopenie a prenášanie predmetov. Môže ho ovládať riadiace zariadenie alebo na diaľku človek.

Priemyselný robot je programovateľné viacúčelové manipulačné zariadenie na prenášanie materiálu, súčiastok, nástrojov alebo na manipuláciu so špeciálnym zariadením. Ovláda sa riadiacim systémom (počítačom).

Automatizované pracovisko je vybavené súborom strojov a zariadení s programovateľným manipulátorom, ovládaným riadiacim zariadením, na ktorom sa v automatickom cykle bez zásahu človeka uskutočňuje montáž.

Tieto zariadenia nahrádzajú človeka, vykonávajú ťažkú, škodlivú a monotónnu prácu, pričom sa zvýši produktivita práce a aj kvalita výrobkov (obr.78).



Obr. 78. Montážna linka na zváranie karosérií osobných automobilov vybavená priemyselnými robotmi so zvaracími kliešťami na bodové zvary;

Kontrolné otázky:

1. Čo je to montáž ?
2. Ako rozdeľujeme montážne prvky ?
3. Popíšte druhy a formy montáže z hľadiska organizácie.
4. Ako triedime montáž z hľadiska vymeniteľnosti súčiastok ?
5. Aké používame technologické podklady pre montáž ?
6. Vymenujte a stručne popíšte jednotlivé úrovne montáže.
7. Čo patrí medzi montážne náradie ?
8. Aké mechanizované nástroje sa používajú pri montáži ?
9. Vysvetlite, ako sa zvyšuje produktivita montážneho procesu ?

POUŽITÁ LITERATÚRA

1. Bothe, O.: Strojárska technológia II, Praha: SNTL 1982.
2. Hluchý, M.- Beneš, J.: Strojárska technológia pre SPŠ nestrojnícke, Bratislava: Alfa-press, s.r.o. 2009.
3. Dudík, D.: Strojárska technológia pre 2.ročník SPŠ strojnícckych, Bratislava: Alfa 1979.
4. Michalíková, K. – Petřík, J.: Strojníctvo I pre 1.ročník SPŠ, Bratislava: Expol Pedagogika 2008.
5. Hrdličková, D.: Strojárska technológia III, Bratislava: Alfa 1983.
6. Kreibich, V. a kol.: Strojárska technológia IV, Bratislava: Alfa 1989.
7. Lemfeld, J. - Jech, J. – Parma, A.: Náuka o materiáli, Praha: SNTL 1975.
8. Kalík, L.- Tryta, F.: Materiály II pre 3.roč.SOU učeb.odboru maliar a lakovník, Bratislava: Alfa-press, s.r.o.2000.
9. Kříž, R. a kol.: Technológia montáží 3, Bratislava: Alfa 1989.
- 10.Čenský, M.: Technológia montáží I, Bratislava: Alfa plus 2003.
- 11.Kráner, Ľ.- Starovič, J.- Zboja, A.: Strojárska technológia pre 3.ročník, Bratislava: Elán 1997.
- 12.Nagy, Ľ.: Strojárska technológia pre SOŠ strojnícck - Tematický zošit II. – Zváranie, spájkovanie, lepenie, : Terra, 2002.
- 13.Nemčok, O.: Náuka o materiáloch: Dubnický technologický inštitút, 2008.