

3 Technologické postupy pri strojovom opracovaní v individuálnej výrobe, práce s ručným mechanizovaným náradím

3.1 Mechanické obrábanie dreva

3.1.1 Charakteristika obrábania dreva

Z učebnice Technológia 1 vieme, že **technológia je náuka o spôsobe spracovania materiálu na určitý výrobok**. Naučili sme sa, že technológiu dreva delíme na mechanickú a chemickú.

Mechanická technológia dreva je náuka o pracovných procesoch, ktorými sa mení tvar alebo objem materiálu mechanickým spôsobom. Mechanická technológia sa delí na *obrábanie s porušením a bez porušenia väzby drevných vlákien*.

Obrábanie s porušením väzby drevných vlákien sa delí na:

- rezanie – trieskové a beztrieskové,
- štiepanie,
- delenie hmoty na drobné časti – drvenie, mletie, rozvlákňovanie, roztrieskovanie,
- delenie koncentrovanou energiou.

Obrábanie bez porušenia väzby drevných vlákien sa delí na:

- lisovanie,
- ohýbanie,
- hladenie tlakom a teplom.

V stolárskej praxi sa stretávame s rezaním, štiepaním, ohýbaním a lisovaním.

Rezanie a štiepanie je opracovanie dreva, pri ktorom sa porušia väzby drevných vlákien. Do tejto skupiny patrí ešte delenie celej drevnej hmoty na drobné čiastočky (drvenie, mletie, rozvlákňovanie a roztrieskovanie).

Rezanie je delenie drevnej hmoty reznými hranami nástrojov a zahŕňa aj trieskové i beztrieskové spôsoby.

Štiepanie je delenie dreva pozdĺž vlákien pomocou nástroja klinovitého tvaru. Delenie nastáva v určitej vzdialenosti od reznej hrany klina. Rozdelený materiál nemá presné tvary. Štiepanie sa uplatňuje len pri špeciálnych technológiách (výroba hudobných nástrojov, tradičná výroba šindľov a pod.).

Lisovanie a ohýbanie je obrábanie dreva bez porušenia väzieb drevných vlákien.

Lisovanie je opracovanie dreva pomocou tlaku, pri ktorom sa zhustením zmenšia vnútrobunkové a medzibunkové priestory. Používa sa len v špeciálnych prípadoch.

Ohýbanie je opracovanie dreva pomocou vonkajších síl, pričom sa použijú šablóny, ktoré dielcu dajú zakrivený tvar. Podmienkou ohýbania je predchádzajúca plastifikácia materiálu. Ohýbanie je rozšírené najmä pri výrobe nábytku.

V individuálnej výrobe i v drevárskom priemysle je najviac rozšírené rezanie, t. j. obrábanie, ktorým sa vytvárajú nové povrchy, resp. tvary materiálov pôsobením rezných nástrojov.

Rezanie charakterizujú tri základné ukazovatele:

- **materiál** (drevo) – to čo obrábame,
- **nástroj** – čím obrábame,
- **pracovné pohyby** nástroja alebo obrábaného materiálu.

Poznanie týchto ukazovateľov pomôže pri voľbe správneho spôsobu opracovania a pri dosiahnutí požadovanej kvality výrobkov.

Pri opise jednotlivých technológií, resp. technologických zariadení, treba okrem vyobrazenia strojov používať aj ich technologické a kinematické schémy.

Technologická schéma je nakreslená technologická charakteristika, ktorá prehľadne znázorňuje vzájomné pôsobenie pracovných, podávacích (posuvných), oporných, prítláčnych a iných častí stroja s obrábaným materiálom.

Kinematická schéma vyjadruje všetky požadované pohyby obrobku, nástrojov, ako aj vedľajšie pohyby.

3.1.2 Nástroje drevoobrábacích strojov

Klasifikácia a rozdelenie drevoobrábacích nástrojov

Nástroj je činná časť stroja, ktorá bezprostredne pôsobí na materiál mechanickým spôsobom a oddeľuje z neho triesku.

Nástroje používané v drevárskom priemysle sa rozdeľujú podľa ich určenia na:

- nástroje na strojové obrábanie dreva,
- nástroje na ručné obrábanie dreva,
- nástroje na ostrenie a údržbu.

V tejto kapitole sa budeme zaoberať nástrojmi na strojové obrábanie dreva.

Nástroje na strojové obrábanie dreva

Rozdeľujú sa podľa spôsobu práce na pílové nástroje, nože, frézy, vrtáky, záhlbníky a dlabacie nástroje.

- **Pílové nástroje** sú nástroje s niekoľkými reznými hranami a používajú sa na delenie drevného materiálu pílením.
- **Nože** sú nástroje s jednou reznou hranou. Používajú sa na obrábanie plôch a oddeľovanie drevného materiálu. Nože sa upevňujú do špeciálnych nožových hláv alebo hriadeľov, príp. suportov, ktoré sú súčasťou obrábacích strojov.
- **Frézy** sú nástroje s jednou alebo viacerými reznými hranami. Používajú sa na tvarovanie alebo plošné obrábanie povrchu dielcov.
- **Vrtáky** sú nástroje s jednou alebo viacerými reznými hranami špirálovitého tvaru. Používajú sa na vyvrtávanie valcových otvorov v dreve.
- **Záhlbníky** sú nástroje s jednou alebo s viacerými priamymi reznými hranami. Používajú sa na čiastočné tvarovanie vyvrtaných otvorov alebo na vytvorenie záhlbov v dreve.
- **Dlabacie nástroje** sa používajú na vytvorenie otvorov s oválnym alebo hranatým prierezom. Rozlišujú sa dlabacie vrtáky, reťaze, hrebene a iné.

Nástroje podľa pohybu funkčnej plochy – reznej hrany sa delia na:

- nástroje s priamočiarym pohybom (pílový pás, pílový list, krájací nôž a i.),
- nástroje s rotačným pohybom (frézy, pílový kotúč),
- nástroje s kombinovaným pohybom (dlabacie nástroje, čapovacie nástroje),
- stacionárne nástroje – pri práci sú v pokoji a pohybuje sa obrábaný materiál (sústružnícky nôž).

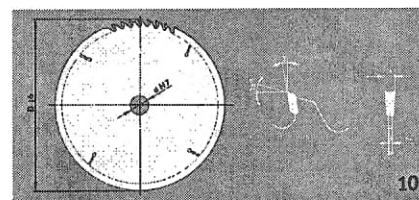
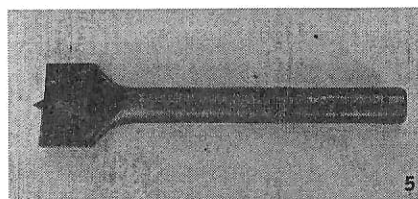
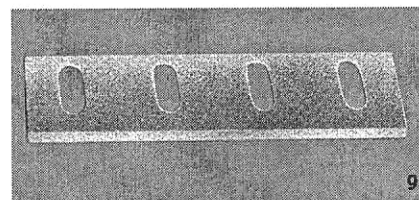
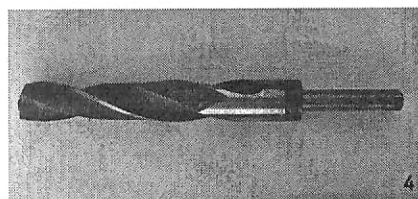
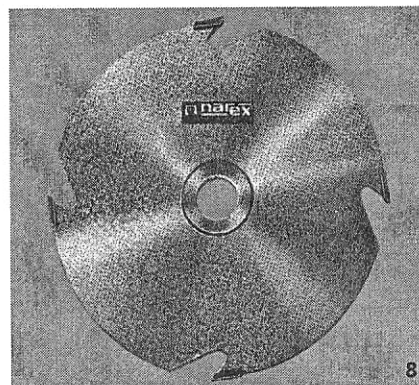
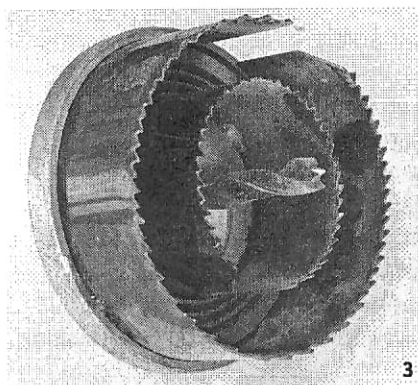
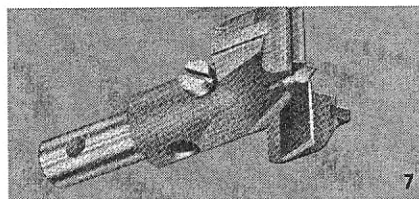
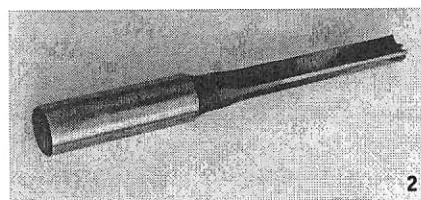
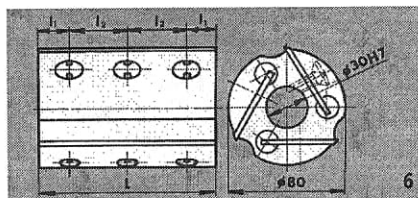
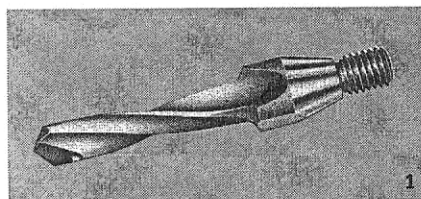
Nástroje podľa počtu rezných hrán sa delia na:

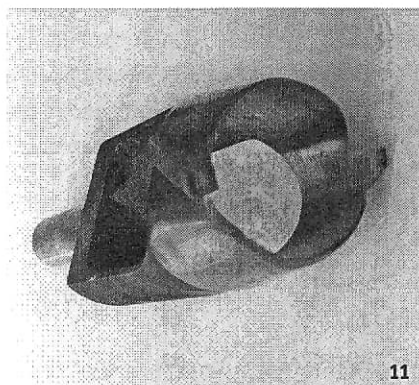
- nástroje s jednou reznou hranou (frézovací nôž, sústružnícky nôž),
- nástroje s viacerými reznými hranami (pílové kotúče, listy, frézy, vrtáky a i.).

Drevoobrábajúce nástroje sa podľa konštrukcie delia na:

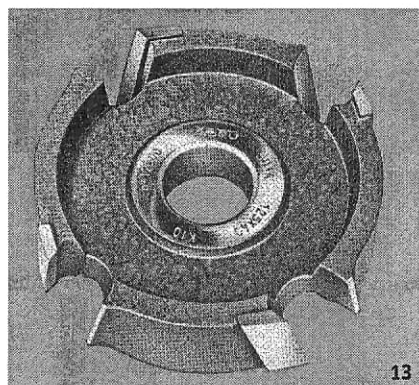
- jednoduché – sú zhotovené z jedného kusa materiálu,
- zložené – nástroje zložené z viacerých materiálov a sú rôzne konštrukčne riešené.

O jednotlivých druhoch nástrojov budeme hovoriť podrobne pri každom spôsobe opracovania. Rôzne druhy nástrojov sú na obr. 12.

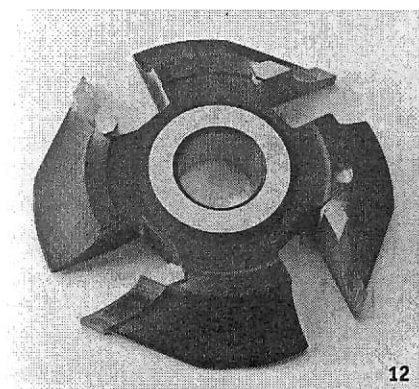




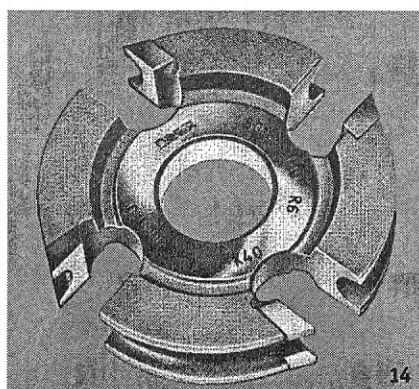
11



13



12



14

Obr. 12. Rôzne druhy nástrojov: 1 – kolíkovací vrták, 2 – dlabací vrták, 3 – pílkový vrták, 4 – skrutkovitý vrták, 5 – plochý vrták, 6 – nožová hlava, 7 – vyhrčovač, 8 – čapovací kotúč, 9 – hobľovací nôž, 10 – pílový kotúč, 11 – zátkovník, 12 – štvŕkruhová vydutá fréza, 13 – polodrážkovacia fréza, 14 – zaobľovacia fréza (polkruhová vydutá)

3.1.3 Materiály na výrobu nástrojov

Vzhľadom na rôzne podmienky práce nástroja, jestvujú aj rozličné požiadavky na jeho materiály. Aby nástroj mal vysokú trvanlivosť a životnosť, musí sa druh rezného materiálu voliť na základe hlbšieho poznania javov, ktoré prebiehajú v zóne rezania.

Medzi **základné materiály na výrobu drevoobrábacích nástrojov** patria:

- nástrojové (uhlíkové a zliatinové) ocele,
- rýchlorezné ocele,
- spekané karbidy.

Z novších materiálov sa používajú:

- syntetický diamant (DIA),
- stelit.

Nástrojové uhlíkové ocele sa používajú na výrobu nástrojov, ktorých ostrie sa nezaohrieva na vyššiu teplotu ako 200 až 250 °C.

Nástrojové zliatinové (legované) **occe** obsahujú prísadové prvky, ktoré zvyšujú rezné vlastnosti (nikel, chróm, titán, volfrám, vanád a iné). Nástroje z legovanej ocele môžu pracovať pri teplote rezných častí 300 až 350 °C. Z legovaných nástrojových ocelí – chrómových sú vyrábané hobľovacie nože a vrtáky. Z vysokolegovaných nástrojových ocelí sú vyrobené niektoré druhy celistvých fréz.

Rýchlorezné ocele majú vyšší obsah prísadových prvkov, najmä volfrámu. Nástroje z nich vyrobené môžu pracovať pri zahriatí do 500 až 550 °C bez toho, aby strácali tvrdosť a rezné vlastnosti. Trvanlivosť týchto nástrojov je tri razy vyššia, ako trvanlivosť nástrojov z uhlíkových ocelí. Rýchlorezná ocel je vhodná na obrábanie mäkkého a tvrdého masívneho dreva. Rýchlorezné ocele majú stále perspektívu a ich ďalší vývoj sa sústreďuje do týchto oblastí:

- vývoj chemického zloženia ocelí,
- vývoj nových technológií ich výroby,
- nanášanie oteruvzdorných povlakov.

Spekané karbidy sa zhotovujú v tvare malých platničiek, ktoré sa prispájajú na rezné časti nástrojov. Najviac sa používajú volfrámkobaltové zliatiny, ktoré vznikajú spekaním práškovej zmesi karbidu volfrámu a kobaltu. Nástroje z tejto zliatiny môžu pracovať pri teplote do 800 až 900 °C. Trvanlivosť týchto nástrojov je 15- až 30-krát vyššia. Spekané karbidy sa používajú na obrábanie masívnych dielcov, ktoré sú spojené ťažko obrábateľnými lepidlami, na obrábanie tvrdého dreva a drevných kompozitov.

Syntetický (polykryštalický) **diamant** (nahrádza prírodný diamant) sa vyznačuje vysokou tvrdosťou a tepelnou odolnosťou. Používa sa na výrobu čelných a tvarových fréz, stopkových fréz a pílových kotúčov. Nástroje z polykryštalického diamantu majú dobré prevádzkové vlastnosti (napr. pri opracovaní aglomerovaných materiálov vydržia drážkovacie frézy až 200-krát dlhšie ako nástroje zo spekaných karbidov). Aj napriek výborným vlastnostiam ich uplatnenie obmedzuje vysoká nadobúdacia cena i náročné brúsenie, ktoré tiež významnou mierou zvyšuje náklady.

Stelit je ďalším novším materiálom na výrobu rezných platničiek nástrojov. V porovnaní so spekanými karbidmi sa vyznačuje zvýšenou oderuvzdornosťou ostria. Jeho použitie sa zatiaľ ešte nerozšírilo.

Podmienkou dobrej práce všetkých rezných nástrojov je, aby boli nielen správne pripravené na prácu, ale aj spoľahlivo uložené a upevnené v obrábacích strojoch a automatizovaných linkách.

3.1.4 Tvary rezných nástrojov a druhy rezania

Pracovnou časťou rezných nástrojov je **klinovitý oceľový nôž**, ktorý má tieto plochy:

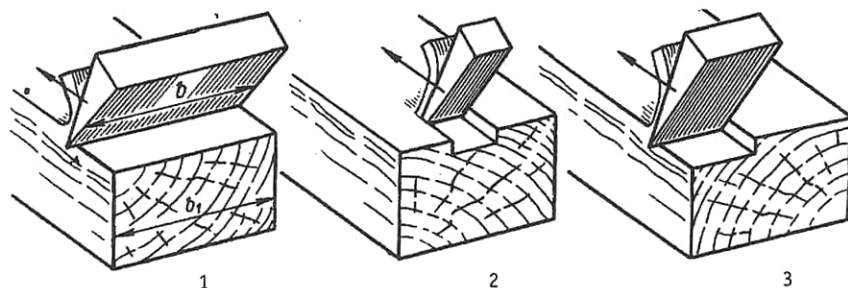
- **čelo** – predná plocha, po ktorej sa odvaluje oddelená trieska,
- **chrbát** – zadná plocha protiľahlá k čelu a pretínajúca sa s ním v hlavnej reznej hrane (ostří),
- **bočné plochy**.

Bočné plochy vytvárajú s čelom **bočné predné hrany** a s chrbtom **bočné zadné hrany**. Hlavnú prácu pri rezaní vykonáva *hlavná rezná hrana*. Pri preniknutí noža do dreva sa z obrábaného povrchu odrezáva vrstva určenej hrúbky, ktorá sa nazýva *trieska*.

Povrch, z ktorého sa trieska odrezáva, sa nazýva *obrábaný povrch*. Povrch vytváraný ostrím noža je *rezný povrch*. V prípade priamočiareho pohybu noža je rezný povrch totožný s obrábaným povrchom.

Podľa toho, ktoré rezné hrany opracúvajú materiál, rezanie sa delí (obr. 13) na:

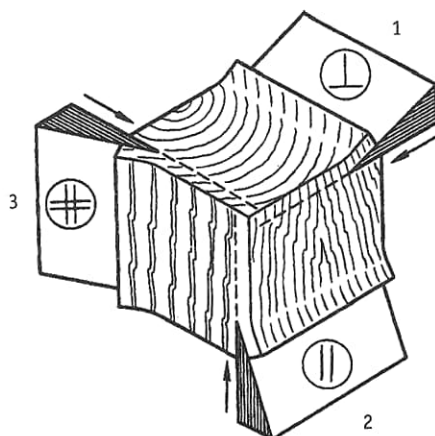
- **voľné rezanie** – nôž je širší ako obrábaný materiál, z ktorého triesku oddeľuje iba hlavná rezná hrana; takéto rezanie sa nazýva aj *elementárne*;
- **zatvorené rezanie** – materiál je obrábaný tromi reznými hranami;
- **polozatvorené rezanie** – materiál je obrábaný hlavnou a jednou bočnou reznou hranou.



Obr. 13. Rezanie reznými hranami noža: 1 – voľné (jednou hranou), 2 – zatvorené (tromi hranami), 3 – polozatvorené (dvoma hranami)

V závislosti od smeru pohybu noža a od roviny rezu vo vzťahu k drevným vláknám sa rozoznávajú tri hlavné smery rezania (obr. 14):

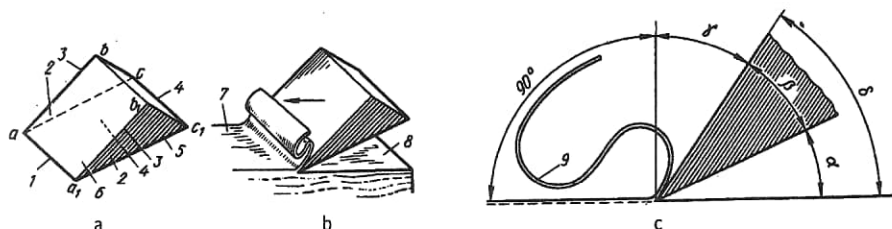
- čelné rezanie ⊥ – rovina rezu a smer rezania je kolmý na vlákna dreva,
- pozdĺžne rezanie ∥ – rovina rezu a smer rezania je rovnobežný s vláknami,
- priečne rezanie ⊕ – rovina rezu je rovnobežná s vláknami a smer rezania je na ne kolmý.



Obr. 14 Základné smery rezania: 1 – čelné rezanie, 2 – pozdĺžne rezanie, 3 – priečne rezanie

Tvar klinovitého noža je daný jeho geometriou (obr. 15), ktorú tvoria tieto uhly:

- uhol chrbta α – tvorí ho rovina chrbta a rovina rezu,
- uhol ostria β – tvorí ho rovina čela a rovina chrbta,
- uhol čela γ – tvorí ho rovina čela a rovina kolmá na rovinu rezu,
- uhol rezu δ – tvorí ho súčet uhlov chrbta a ostria.



Obr. 15. Klinovitý nôž a jeho geometria: a – bežný tvar noža, b – odrezanie triesky nožom, c – základné uhly pri rezaní, 1 – hlavná rezná hrana (ostrie), 2 – bočné plochy, 3 – bočné predné hrany, 4 – chrbát noža, 5 – bočné zadné hrany, 6 – čelo noža, 7-, 8 – opracovaný povrch, 9 – trieska

Veľkosti jednotlivých uhlov (geometria) sú dané technológiou opracovania dreva, materiálom a jeho vlastnosťami.

Pri strojom oparovaní rezná hrana nástroja sa pohybuje určitou rýchlosťou, ktorá sa nazýva rezná rýchlosť. **Rezná rýchlosť je rýchlosť pohybu reznej hrany noža.** Označujeme ju „ v “ a udáva sa v m.s⁻¹.

$$v = L / T,$$

kde L – dráha noža,

T – čas pohybu noža po dráhe L .

Pri otáčavom pohybe nástroja je rezná rýchlosť daná vzťahom:

$$v = \pi \cdot D \cdot n / 60 \cdot 1000 \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$$

Materiál robí pohyb k reznej hrane nástroja, prípadne sa pohybuje nástroj. **Rýchlosť posuvu materiálu** sa označuje U a udáva sa v m.min⁻¹.

3.2 Technológia rezania pilami

V úvode tretej kapitoly sme sa oboznámili s rozdelením technológie opracovania dreva (najbežnejším spôsobom opracovania je rezanie). Opracovanie dreva sa delí na trieskové a beztrieskové. V tejto časti učebnice sa budeme zaoberať **trieskovým opracovaním**, pri ktorom vzniká **odpadová trieska**.

Medzi trieskové opracovanie patrí:

- rezanie pilou,
- frézovanie,
- sústruženie a okružovanie,
- dlabanie,
- vŕtanie,
- brúsenie,
- škrabanie.

Rezanie pilou

V bežnej praxi sa rezanie pilou (pílenie) skráteno označuje iba ako **rezanie**, preto ďalej budeme používať iba toto označenie. **Rezanie je technologická operácia, pri ktorej sa materiál delí mnohozubým rezným nástrojom – pilou.**

Rezanie môže byť:

- priečne – naprieč drevných vlákien (skracovanie),
- pozdĺžne – v smere drevných vlákien (rozrezávanie, rozmietanie, omietanie),
- kombinované rezanie (vrátane formátovania veľkoplošných materiálov) a tvarové vyrezávanie.

Medzi pilové nástroje patria:

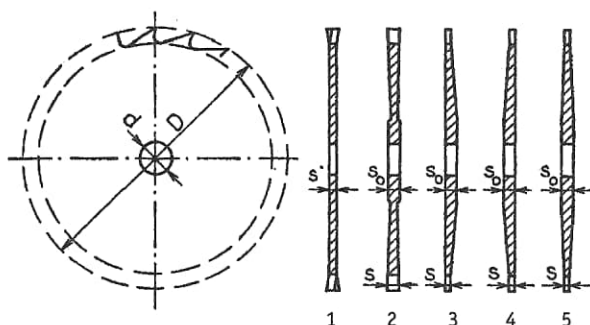
- pilové kotúče,
- pilové pásy,
- pilové listy,
- pilové reťaze.

3.2.1 Rezanie pilovými kotúčmi

V stolárskej praxi sa najčastejšie stretávame s rezaním pilovými kotúčmi. Rezné hrany pilových kotúčov sa pohybujú stálou reznou rýchlosťou po kruhovej dráhe. Pretože rezná rýchlosť je v porovnaní s posuvnou rýchlosťou podstatne väčšia, možno odoberať triesku vnímať ako kruhový oblúk.

Pílové kotúče na rezanie podľa tvaru môžu byť (obr. 16):

- ploché – sú všade rovnako hrubé (1,0 až 5,5 mm),
- podbrúsené (hobľovacie) – majú vybratie pod uhlom 25 až 35° smerom od obvodu k stredu; ich hrúbka (1,4 až 3,8 mm) sa smerom k stredu znižuje,
- kónické (jednostranne alebo obojstranne) – ich hrúbka sa smerom od stredu (3,4 až 4,4 mm) k obvodu (2,4 až 3,0 mm) znižuje.



Obr. 16. Tvary pílových kotúčov: 1 – plochý, 2 – hobľovací, 3-, 4 – jednostranne kónický, 5 – obojstranne kónický

Pílové kotúče podľa profilu zubov môžu byť:

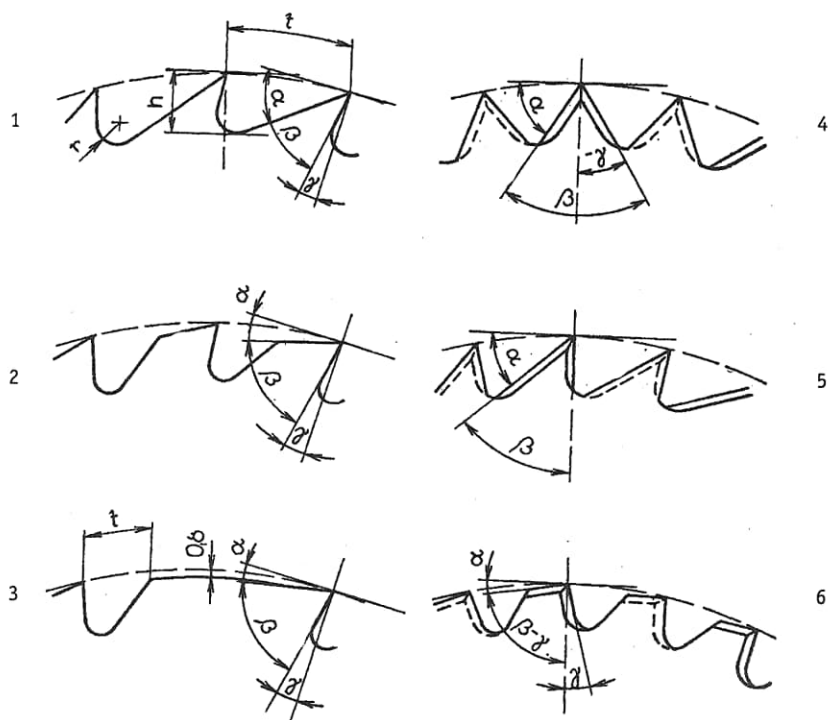
- s trojuholníkovým nesúmerným ozubením na pozdĺžne rezanie,
- s trojuholníkovým nesúmerným ozubením na priečne rezanie,
- s trojuholníkovým súmerným ozubením na priečne rezanie,
- s vlčím ozubením na priečne rezanie,
- s vlčím ozubením na pozdĺžne rezanie,
- so zaobleným chrbtom,
- so skupinovým ozubením na priečne a na pozdĺžne rezanie.

Príklady ozubení pre pozdĺžne a priečne rezanie sú na obr. 17.

Voľba rozmerov pílových kotúčov

Vo všeobecnosti platí zásada, že priemer pílového kotúča D sa má voliť čo najmenší, a to z týchto dôvodov:

- zmenšením priemeru sa zmenší uhol prerezávaných vlákien, ostrie odoberá triesku v smere rovnobežnom s vláknami, a to s menším príkonom potrebným na rezanie,
- kotúč menšieho priemeru môže byť tenší, a tým sa znižuje rezná škára,
- kotúč menšieho priemeru je stabilnejší,
- hrúbka triesky je menšia, tým je kvalitnejšie opracovaná rezná plocha.



Obr. 17. Profily zubov pílových kotúčov: 1-, 2-, 3 – na pozdĺžne rezanie, 4-, 5-, 6 – na priečne rezanie

Najmenší priemer pílového kotúča závisí od konštrukcie stroja a od spôsobu použitia. Je daný priemerom upevňovacích prírub, reznou výškou a potrebným presahom pílového kotúča nad obrobkom.

Geometria pílových kotúčov

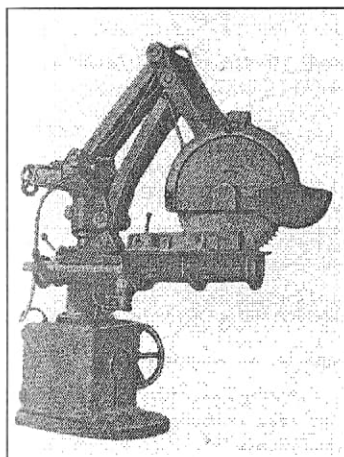
Geometria zubov musí byť prispôbená obrábanému materiálu a pri dreve najmä smeru vlákien. Podľa toho sa rozlišuje *ozubenie na pozdĺžne rezanie* (rozrezávanie) a *ozubenie na priečne rezanie* (prerezávanie). Úlohou ozubenia je nielen oddeliť triesku z obrábaného materiálu, ale ju aj odstrániť z reznej škáry.

Geometriu (tvar) pílových zubov tvoria uhly: uhol chrbta α , uhol ostria β , uhol čela γ , uhol rezu δ , teda tak, ako je uvedené pri tvare základného rezného klina (obr. 15).

3.2.1.1 Priechne rezanie

Priechne rezanie je rezanie naprieč (kolmo) drevných vlákien. Priechne rezanie sa označuje aj ako *prerezávanie*. Priechnym rezaním sa materiál delí na dĺžku (hrubú alebo presnú), t. j. materiál skracujeme. Pri priechnom rezaní rezný nástroj prekonáva odpor materiálu, ktorý je daný pevnosťou vlákien. Na priechne rezanie je vhodné trojuholníkové súmerné ozubenie.

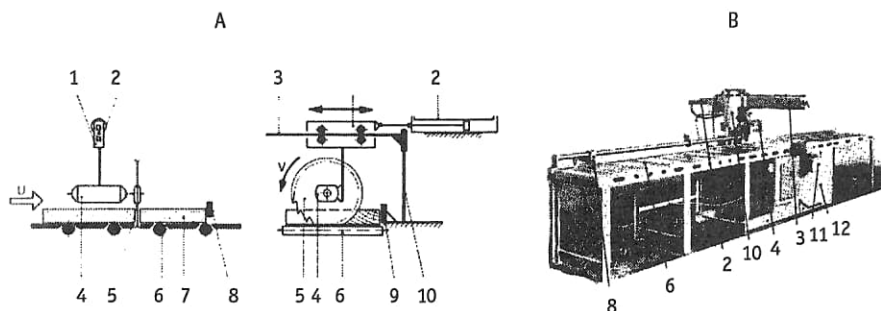
Na skracovanie reziva sa používajú skracovacie pily. Podľa polohy nástroja (pílového kotúča) sa rozdeľujú na horné a spodné. V nábytkárskej a stavebno-stolárskej výrobe sa častejšie používajú horné skracovacie pily.



Obr. 18. Kyvadlová skracovacia píla

Skracovacie pily podľa konštrukcie môžu byť:

- *kyvadlové skracovacie pily* – pílový kotúč je umiestnený na výkyvnom ramene (obr. 18),
- *ramenové skracovacie pily* – elektromotor s pílovým kotúčom je umiestnený na rameno nad pracovným stolom,
- *hydraulické ramenové skracovacie pily* – elektromotor sa po ramene pohybuje na hydraulický pohon (obr. 19).



Obr. 19. Hydraulická ramenová skracovacia píla: A – schéma stroja, B – celkový pohľad na stroj, 1 – vozík, 2 – hydraulický valec, 3 – rameno, 4 – elektromotor, 5 – pílový kotúč, 6 – stolový valček, 7 – rezaný materiál, 8 – zarážka, 9 – vodiace pravítko, 10 – stĺp, 11 – ovládací panel, 12 – stojan

Postup práce na skracovacej píle

Pracovisko je vybavené pozdĺžnym pracovným stolom, ktorý tvorí valčekový dopravník. Stôl je pred aj za skracovacou pilou. Je vybavený opornou lištou na vedenie materiálu a pravítkom so zarážkami. Klietka s rezivom je uložená na sušiarenskom vozíku, ktorý je natlačený na zdvižnú plošinu. Na pracovisku musí byť debna na odpad a dopravné trate na uskladnenie a odsun narezaného materiálu.

Pred začatím práce musíme skontrolovať stroj i pílový kotúč. Keď sú v poriadku, kotúč nasadíme, upevníme a stroj uvedieme do chodu. Keď pri chode stroja naprázdno nezisťujeme nijaké nedostatky, môžeme začať rezať.

Z klietky skladáme (ručne alebo pomocou rozoberacieho zariadenia) jednotlivé kusy reziva a kladíme ich na pracovný stôl. Po stole ich posunieme k pílovému kotúču tak, aby sme prvým rezom mohli odrezať koncový odpad.

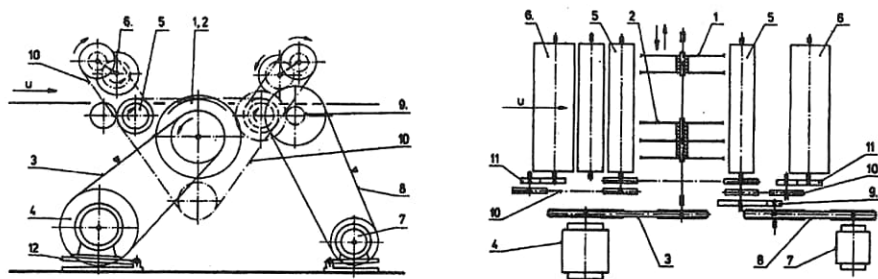
Rezivo posunieme o požadovanú dĺžku (po doraz) a urobíme ďalší rez. Odrezaný prírez musí pomocník odoberať a ukladať na podložku.

Neopraviteľné chyby a chyby, ktoré by aj po oprave znížovali pevnosť a kvalitu výrobku, z reziva vyrezávame.

Pri skracovaní predák priamo ovplyvňuje výťažnosť reziva, preto je jeho práca veľmi dôležitá.

3.2.1.2 Pozdĺžne rezanie

Pozdĺžnym rezaním drevo rozdeľujeme na šírku. Rezné hrany delia drevo v smere rovnobežne s vláknami, preto hovoríme aj o *rozrezávaní dreva*. Pri pozdĺžnom rezaní materiál kladie menší rezný odpor a tomu je prispôsobený aj tvar zubov. Rezné hrany oddeľujú väčšiu triesku, čo si vyžaduje väčšiu zubovú medzeru. Na pozdĺžne rezanie sa používa trojuholníkové nesúmerné alebo vlčie ozubenie.



Obr. 20. Spodná kotúčová viaclistová rozrezávacia píla (kinematická schéma): 1 – posuvné pílové kotúče, 2 – pevné pílové kotúče, 3 – prevod klinovými remeňmi, 4 – hlavný elektromotor, 5 – spodný podávací valec, 6 – horný podávací valec, 7 – elektromotor podávania, 8 – prevod klinovými remeňmi, 9 – ozubené súkolesie, 10 – reťazový prevod, 11 – ozubené súkolesie, 12 – napínanie elektromotora

Rezivo pozdĺžne režeme na rozrezávacích píloch (v malých prevádzkach aj na stolovej okružnej píle). Schéma rozrezávacej píly je na obr. 20.

Rozrezávacie píly môžu byť spodné alebo horné, s jedným alebo viacerými pílovými kotúčmi.

Viaclistová rozrezávacia píla sa skladá z masívneho základu, stolovej dosky a článkovaného podávacieho pásu. Nad stolom je umiestnený hriadeľ reznej jednotky a na ňom sú uložené pílové kotúče. Vzdialenosti medzi nimi sú dané presne dimenzovanými okrúhlymi vložkami. Celý súbor je na hriadeľi upevnený maticou.

Pred pílovými kotúčmi je zariadenie proti spätnému vrhu. Materiál je k podávaciemu pásu pritláčaný pomocou prítlačných valcov a je vedený pozdĺž pravítka.

Postup práce na rozrezávacej píle

Rozrezávaciu pílu musia obsluhovať dvaja pracovníci. Pred začatím práce predák skontroluje stroj, upne pílový kotúč, upraví prítlačné valce a nastaví rýchlosť podávania. Rýchlosť podávania závisí od druhu a od hrúbky rezaného materiálu.

Pomocník pripraví pracovisko – prisunie materiál na rezanie, pripraví prázdne plošiny na prírezy a debny na odpad.

Predák po uvedení stroja do chodu vkladá prírez do stroja a vedie ho pozdĺž pravítka. Na neomietnutých prírezoch najprv odreže oblinu a potom príslušnú šírku.

Pomocník odoberá odrezaný prírez a ukladá ho na podložku. Zvyšok vracia po pracovnom stole predákovi na ďalšie rezanie. Odpad ukladá do debny.

3.2.1.3 Kombinované a tvarované rezanie

Medzi kombinované rezanie možno zaradiť rezanie konštrukčných dosiek, ktoré sa nazýva formátovanie.

Formátovanie je rezanie po šírke a po dĺžke na požadovaný formát. Na formátovanie sa používajú pílové kotúče s SK plátkami.

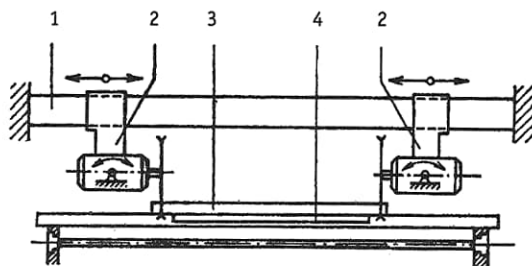
Podobne ako pri rezaní reziva rozlišuje sa aj pri konštrukčných materiáloch rezanie:

- hrubých rozmerov – rozmerov s nadmierou na opracovanie,
- presných – čistých rozmerov dielcov.

Rezanie hrubých rozmerov sa robí na narezávacích píloch, resp. linkách. Popri narezávacích píloch s vodorovným stolom sa používajú aj stroje so zvislým pracovným stolom. Narezávacie stroje a linky budú predmetom učiva v treťom ročníku.

V nábytkárskej výrobe sa presné rozmery najčastejšie režu na priebežných formátovacích strojoch. V menších prevádzkach sa používa **horná formátovacia píla**. Jej rám tvoria dva bočné stojany, ktoré sú spojené rúrkovými priečnikmi a profilovým priečnikom. Profilový priečnik má vedenie saní s elektromotorom a pílovým kotúčom.

Na priečniku sú upevnené dva alebo tri pílové agregáty. Pracovný stôl má kovový rám, na ktorom je drevená pracovná plocha, a pohybuje sa po vedení na kolieskach. Stôl sa pohybuje s materiálom do rezu ručne alebo mechanicky. Schéma hornej formátovacej píly je na obr. 21.

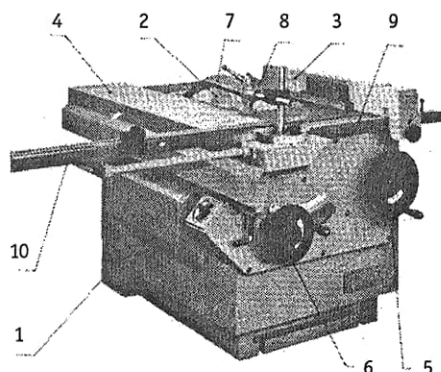


Obr. 21. Horná formátovacia píla (schéma stroja): 1 – priečnik, 2 – elektromotory, 3 – rezaný materiál, 4 – pohyblivý pracovný stôl

Horná formátovacia píla sa používa na presné formátovanie veľkoplošných dielcov a skracovanie dielcov z masívneho dreva.

V menších prevádzkach s individuálnou, prípadne malosériovou výrobou by boli špeciálne píly na priečne a pozdĺžne rezanie nerentabilné, preto sa používajú stolové kotúčové píly. Tieto píly sa vyrábajú v dostatočnej kvalite a zabezpečujú presné a čisté rezanie.

Konštrukciu stolovej kotúčovej píly (obr. 22) tvorí masívny základ. V ňom je uložený elektromotor s prevodmi na hriadeľ. Hriadeľ sa nachádza v ložiskách a na jeho voľnom konci je príruka na uloženie pílového kotúča. Kotúč sa upevňuje voľnou prírubou



Obr. 22. Stolová kotúčová píla (pohľad na stroj):

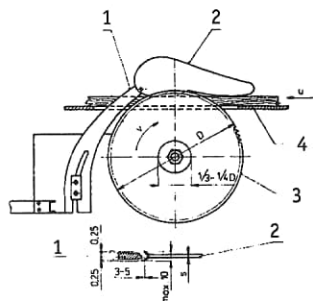
- 1 – stojan stroja,
- 2 – pílový kotúč,
- 3 – nastaviteľné vodidlo,
- 4 – posuvný stôl,
- 5 – výškové prestavovanie pílového kotúča,
- 6 – nakláňanie kotúča,
- 7 – kryt,
- 8 – mechanický upínač,
- 9 – meradlo,
- 10 – vedenie nastaviteľnej narážky

a maticou. Základ stroja je ukončený pracovným stolom. Okrem pevného stola môže mať stroj aj pohyblivý stôl. Na stoloch sa nachádzajú vodiace pravítka. Pílové kotúče môžu byť výškovo nastaviteľné i sklopiteľné. Píla má aj kryt kotúča, rozvorový klin na pozdĺžne rezanie, ovládacie prvky a odsávanie. Stolové píly určené na presné rezanie plošných materiálov majú aj predrezávací pílový kotúč.

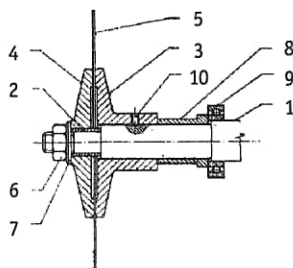
Postup práce na stolovej kotúčovej píle

Stolovou kotúčovou pílou režeme prírezy z masívu na šírku a skracujeme na dĺžku. Touto pílou režeme aj prírezy z konštrukčných veľkoplošných materiálov na požadované rozmery. Pílu obsluhuje jeden pracovník. Pri pozdĺžnom rezaní dlhších kusov a formátovaní väčších plošných dielcov mu pomáha ďalší pracovník.

Pred začatím práce obsluha skontroluje stroj, osadí pílový kotúč (otáča sa proti smeru pohybu materiálu), nastaví pravítko podľa druhu rezania a výšku pílového kotúča. Výška sa volí tak, aby hroty zubov prečnievali 5 až 10 mm nad rezaným drevom. Na pozdĺžne rezanie sa musí nastaviť rozvorový klin. Polohu rozvorového klinu a krytu pílového kotúča uvádza obr. 23. Osadenie pílového kotúča na hriadeľ je na obr. 24.



Obr. 23. Rozvorový klin a kryt pílového kotúča: 1 – rozvorový klin, 2 – kryt, 3 – pílový kotúč, 4 – stôl



Obr. 24. Osadenie pílového kotúča: 1 – hriadeľ, 2 – puzdro, 3 – zadná upevňovacia príruha, 4 – voľná príruha, 5 – pílový kotúč, 6 – matica, 7 – podložka, 8 – puzdro, 9 – guľkové ložisko, 10 – poistovacia nastavovacia skrutka

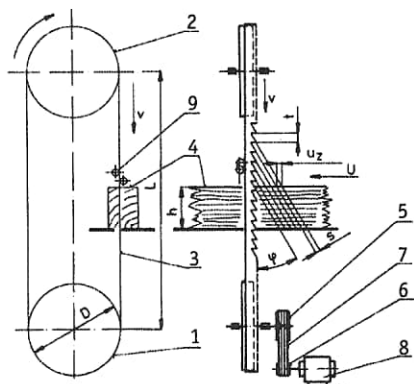
3.2.2 Rezanie pílovými pásmi

Pílové pásy sú nástrojom pásových píľ.

Medzi **pásové píly** patria:

- stolárske pásové píly – určené na tvarové vyrezávanie masívnych, príp. plošných dielcov,
- kmeňové pásové píly – používajú sa pri poreze guľatiny na rezivo,
- rozmetacie pásové píly – slúžia na pozdĺžne rezanie reziva na hrubú šírku.

Stolárska (univerzálna) **pásová píla** (obr. 25) sa používa v nábytkárskej i stavebno-stolárskej výrobe. Skladá sa zo stojana, skloniteľného stola, horného a dolného krytého kotúča (pásovnice), elektromotora, krytu pílového pásu, vedenia pílového pásu a ovládacích prvkov. Horný kotúč je výškovo prestaviteľný a umožňuje nasadenie pílového pásu a jeho napínanie.



Obr. 25. Pásová píla (schéma):

- 1 – hnacia pásovница,
- 2 – hnaná pásovница,
- 3 – pílový pás,
- 4 – rezaný materiál,
- 5 – hnaná remenica,
- 6 – hnacia remenica,
- 7 – klinové remene,
- 8 – elektromotor,
- 9 – vodidlo pílového pásu

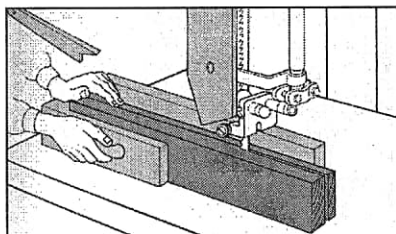
Postup práce na pásovej píle:

Naostrený pílový pás nasadíme na stroj tak, že najprv pás vsunieme do zárezu v stole a po zasunutí do vodidiel ho zasunieme na horný kotúč. Pás po nasadení na spodný kotúč mierne napneme a upravujeme tak, že ručným pootáčaním nakláňame horný kotúč. Potom napneme pílový pás a upravíme vodidlá. Vodidlo nad stolom znížime podľa hrúbky rezaného materiálu.

Pásovú pílu môžeme používať na priečne i pozdĺžne rezanie i na tvarové vyrezávanie. Materiál sa rozrezáva pomocou vodiaceho pravítka, dorazu a podľa predrysovania. Do rezu materiál vedieme ručne a posuv musí byť rovnomerný.

Vzhľadom na nízku tuhosť nástroja a jeho upevnenie, je presnosť opracovania v porovnaní s opracovaním kotúčovou pílou menšia.

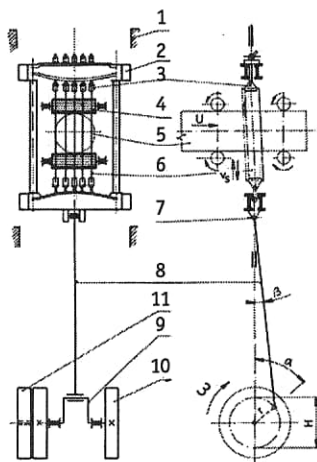
Spôsob vedenia materiálu pri pozdĺžnom rezaní je na obr. 26.



Obr. 26. Práca na stolárskej pásovej píle pri pozdĺžnom rezaní

3.2.3 Rezanie pílovými listami

Pílové listy sú nástrojmi rámových píl. Rámové píly (obr. 27.) sú určené na porez guľatiny na sortimenty reziva. Rámová píla sa skladá z rámu, v ktorom sú osadené pílové listy. Rám je uložený vo vedení, v ktorom sa pohybuje vo zvislom alebo vo vodorovnom smere. Pohon rámu je cez kľukový mechanizmus odvodený od elektromotora. Materiál upnutý na vozíku sa pohybuje do rezu.



Obr. 27. Zvislá rámová píla (schéma):

- 1 – vedenie rámu,
- 2 – rám,
- 3 – závesy,
- 4 – podávací valec,
- 5 – výrez,
- 6 – pílový list,
- 7 – čap s ojnícou,
- 8 – ojnica,
- 9 – kľuka,
- 10 – zotrvačník,
- 11 – voľná remenica

3.2.4 Rezanie pílovými reťazami

Pílové reťaze sú nástrojom reťazových píl. Reťazové píly sa používajú najmä pri ťažbe dreva (motorové) a pri tesárskych prácach (motorové i elektrické). V podmienkach drevárskych závodov sa reťazové píly používajú ojedinelo. Príkladom môže byť ich využitie na skracovacích staniciach guľatiny, pri zarovnávaní pakétovaného reziva a pod.

Základnými časťami reťazovej píly sú motor, ozubený pastorek, vodiaca lišta a pílová reťaz.

3.3 Frézovanie

Frézovaním nazývame trieskové obrábanie dreva otáčajúcim sa nástrojom (frézou, frézovacou hlavou a pod.), pričom hrúbka odoberanej triesky sa mení počas záberu od nuly po maximum.

Frézovanie sa používa na dosiahnutie hladkého a rovného povrchu (*rovinné frézovanie*) alebo na vytvorenie tvarovaných plôch (*tvarové frézovanie*). Spravidla tým stanovujeme presné rozmery dielcov.

Frézovanie podľa opracovanej plochy sa rozdeľuje na:

- rovinné – rovnoploché a krivoploché,
- tvarové,
- špeciálne.

Podľa priebehu vlákien *frézovanie* môže byť *priečne* a *pozdĺžne*. Podľa smeru otáčania nástroja vzhľadom na smer posuvu dielca rozlišuje sa *frézovanie protismerné* (nástroj sa otáča proti smeru posuvu) a *frézovanie po smere* (nástroj sa otáča v smere posuvu obrobku). Dominantné postavenie má protismerné frézovanie.

3.3.1 Rovinné frézovanie

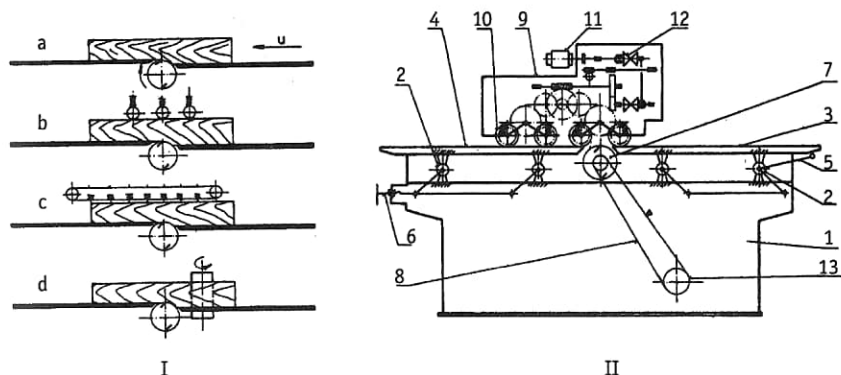
Pri tomto strojovom obrábaní sa materiál opracúva nástrojom s rovnou reznou hranou, aby sa zarovnali plochy alebo bočné plochy. Rezné nástroje – frézovacie nože sa osádzajú do nožových hláv a nožových hriadeľov.

Rovinné frézovanie sa rozdeľuje na:

- zrovnávanie,
- hrúbkovanie.

3.3.1.1 Zrovnávanie

Zrovnávanie je obrábanie plochy a bočnej plochy prírezov. Jeho cieľom je zarovnať materiál po opracovaní rezaním, a to najprv širšiu plochu a potom aj užšiu bočnú plochu do pravého uhla. Prírezy sa zrovnávajú na zrovnávacích frézovačkách – zrovnávačkách (obr. 28). Zrovnávačka sa skladá zo stojana, na ktorom je uložený elektromotor, z nožového hriadeľa, predného a zadného stola, krytu nožového hriadeľa, pravítka a ovládacích prvkov.



Obr. 28. Zrovnávacía frézočka: I – schéma zrovnávačky: a – s ručným posuvom, b – so strojovým posuvom podávacími valcami, c – s článkovaným podávačom; II – kinematická schéma zrovnávačky s valčekom podávačom: 1 – stojan, 2 – výstredníky, 3 – predný stôl, 4 – zadný stôl, 5 – páka nastavovania predného stola, 6 – skrutka nastavovania zadného stola, 7 – nožová hlava, 8 – prevod klinovými remeňmi, 9 – posúvač, 10 – podávacie valčeky, 11 – elektromotor, 12 – variátor, 13 – elektromotor nožovej hlavy

Postup práce na zrovnávačkách

Najdôležitejšou úlohou, ktorá je spojená s prípravou stroja na prácu, je jeho správne nastavenie. Len správne nastavenie zaisťuje dosiahnutie dobrého výkonu a kvalitne opracovanú plochu.

Medzi prípravu stroja patria tieto úkony:

- kontrola stroja a jeho funkcie,
- nasadenie a upnutie nožov,
- nastavenie vodiaceho pravítka tak, aby vytváralo s rovinou pracovného stola uhol 90° ,
- nastavenie ochranného krytu,
- nastavenie zadného stola,
- nastavenie hrúbky odoberanej triesky,
- kontrola činnosti odsávania.

Na koniec treba prisunúť prírezy určené na obrábanie a prázdnu plošinu na odkladanie opracovaných prírezov.

Postup pri výmene zatupených nožov nožového hriadeľa:

- vypneme hlavný vypínač,
- odstránime ochranné kryty a vodiace pravítko a pripravíme si potrebné pomôcky,
- odsunieme oba stoly od nožového hriadeľa, aby sme mali k nemu ľahší prístup,

- zaistíme hriadeľ proti otáčaniu,
- postupne povoľujeme matice skrutiek (na dvakrát), ktorými sú upnuté nože,
- nôž aj s lištou vyberieme von,
- pri vkladaní nožov najprv prekontrolujeme, či sú správne nabrúsené,
- do drážky hriadeľa najprv vkladáme upevňovaciu lištu a potom naostrý nôž,
- nôž nastavíme tak, aby ostrie prečnievalo hranu lišty o 1 až 1,5 mm,
- mierne utiahneme nôž a nastavíme jeho ostrie do roviny podľa zadného stola,
- po presnom nastavení všetkých nožov dotiahneme skrutky,
- prisunieme oba stoly na doraz k hriadeľu a zaistíme ich skrutkou,
- hrúbku odoberanej vrstvy nastavíme znížením alebo zvýšením predného stola.

Postup práce:

Po spustení stroja zoberieme prírez z palety, kladieme ho na pracovný stôl a posúvame ho do rezu oproti rotujúcemu hriadeľu. Po prechode predného konca prírezu cez nožový hriadeľ ruku presúvame za hriadeľ a pritláčame dielec k zadnému stolu. Pravou rukou ho posúvame dopredu. Keď kus opracujeme, prehliadneme ho, či je zrovnaný, a keď nie je, potom úkon zopakujeme. Po opracovaní plochy pristúpime k zrovnaniu bočnej plochy. Dielec pritom vedieme opracovanou plochou po pravítku. Zrovnávaním pripravíme dielec na ďalšie opracovanie – hrúbkovanie, prípadne rozrezávanie.

Okrem ručného podávania prírezov sa môže aj podávanie zmechanizovať podávacím zariadením (napr. podávanie pomocou prítlačných valcov, vákuové pritláčanie a vedenie dielca bočnými diskmi).

3.3.1.2 Hrúbkovanie

Hrúbkovanie (podobne ako zrovnávanie) je opracovanie plochy prírezu rovným nožom. Robí sa na hrúbkovačích frézovačkách (hrúbkovačkách) a určuje sa ním presná hrúbka, prípadne i šírka prírezu.

Hrúbkovačka (obr. 29) sa skladá zo stojana, v ktorom je uložený elektromotor na pohon hriadeľa a súčasne aj na pohon variátora. Plynulá regulácia variátora umožňuje nastaviť rýchlosť posunu. Stôl je prestaviteľný vo zvislom smere. Prestavuje sa strojovo pohonom od hlavného elektromotora a presne sa nastavuje ručným kolieskom. Materiál sa posúva pomocou predného ryhovaného a zadného hladkého odpruženého valca.

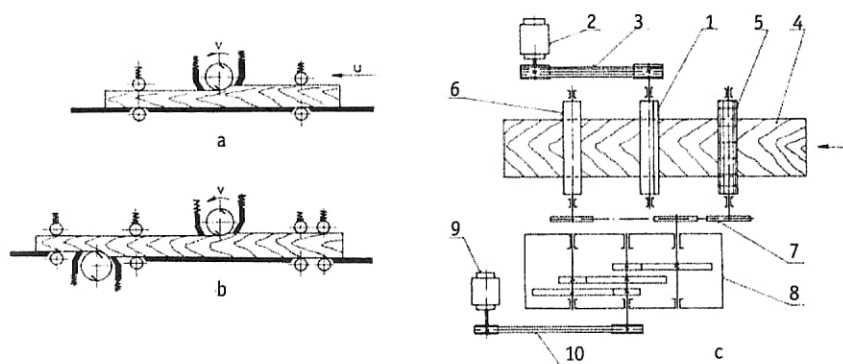
Hrúbkovačky okrem **jednostranných** môžu byť aj **dvojstranné**, ktoré obrábajú pri jednom prechode dielec z oboch strán. Pre sériovú výrobu sú vhodné **štvorstranné frézovačky**.

Technické parametre zrovnávačiek a hrúbkovačiek uvádza tabuľka 1.

Tabuľka 1

Technické parametre zrovnávačiek a hrúbkovačiek

Otáčky elektromotora	3 000 až 7 500 min ⁻¹
Posuv	8 až 30 m.min ⁻¹
Počet nožov	2 až 4
Hrúbka nožov	3 až 10 mm
Šírka nožov	20 až 120 mm



Obr. 29. Hrúbkovačia frézovačka (schéma stroja): a – jednostranná hrúbkovačka, b – dvostranná hrúbkovačka, c – kinematická schéma hrúbkovačky, 1 – nožový hriadeľ, 2 – elektromotor, 3 – prevod klinovými remeňmi, 4 – obrábaný materiál, 5 – ryhovaný posuvný valec, 6 – hladký posuvný valec, 7 – reťazový prevod, 8 – prevodová skriňa, 9 – elektromotor posuvu, 10 – prevod klinovými remeňmi

Postup práce na hrúbkovačkách

Predtým ako sa začne pracovať na hrúbkovačke, treba prekontrolovať jej funkčnosť a až potom nasadiť a upevniť nože do hriadeľa. Hrot reznej hrany noža môže prečnievať nad nožovým hriadeľom 0,75 až 1 mm. Nože musia byť nasadené presne, aby všetky rezné hrany nožov opisovali rovnakú kružnicu. Dôležité je, aby nože mali rovnakú hmotnosť v každom mieste svojej dĺžky. Hriadeľ musí byť aj staticky vyvážený.

Po nasadení a upnutí nožov sa musí nastaviť potrebná hrúbka opracovania. Dôležité je aj nastavenie valcov v pracovnom stole a podávacích valcov.

Hrúbkovačku obsluhujú dvaja pracovníci. Predák berie prírezy z plošiny a vkladá ich do stroja, zadák odoberá vychádzajúce dielce a kladie ich na plošinu.

Hrúbkovačkou sa obrábajú vlysy, hranoly, zglejené škárovky a rámy. Vlysy a lišty sa najprv opracúvajú na šírku a potom na hrúbku. Pri opracovaní tenších prírezov na šírku

treba uložiť vedľa seba viac kusov, aby sa nenaklonili, čím by mohlo nastať opracovanie z uhla. Škárovky zbavené gleja sa obvykle frézujú trikrát. Pri prvom frézovaní sa doska ukladá rovnou plochou na stôl a odoberá sa len tenká trieska. Potom treba dosku obrátiť a hrúbkovať ju z jednej strany. Nakoniec sa prvýkrát hrúbkovaná plocha opracuje načisto.

Rámy a dosky s obglejenými hranami sa vsúvajú do stroja šikmo po uhlopriečke.

Vzhľadom na to, že hrúbkovaním sa často stanovujú konečné rozmery, dôležitý je stupeň kvality opracovania plochy (tabuľka 2).

Tabuľka 2

Závislosť stupňa akosti opracovania od posuvnej rýchlosti

Stupeň akosti	Otáčky hriadeľa (ot.min ⁻¹)	Rezná rýchlosť (m.s ⁻¹)	Počet nožov	Posuv na nôž (mm)	Posuvná rýchlosť (m.min ⁻¹)
Hrubé hrúbkovanie	4 300	32	4	1,0 až 1,2	20 až 25
Poločistý	4 300	32	4	0,6 až 0,9	13 až 19
Čistý	4 300	32	4	0,3 až 0,6	6 až 12

3.3.2 Tvarové frézovanie

Tvarové frézovanie je opracovanie dielcov rotujúcim nástrojom po predchádzajúcom skrátení, rozmietaní, zrovnávaní a hrúbkovaní s cieľom upraviť tvar materiálu podľa ďalšej potreby.

Podľa druhu použitého nástroja možno robiť:

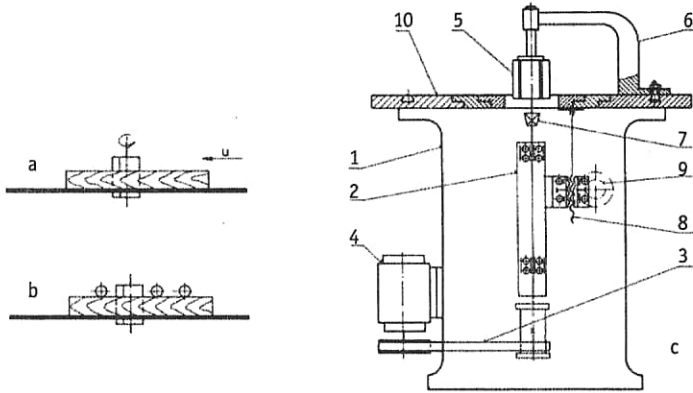
- profilovanie bokov (polodrážok, drážok, rôzne profily),
- čapovanie,
- frézovanie hladkých a krivých povrchov,
- frézovanie ozubov.

Tvarové frézovanie sa vykonáva na spodných a na horných zvislých frézovačkách.

3.3.2.1 Práca na spodnej zvislej frézovačke

Na spodnej frézovačke možno frézovať jednoduché a zložité profily, perá, drážky, rovinné i oblú tvary na rovných i rôzne tvarovaných dielcoch. Konštrukcia spodnej frézovačky je na obr. 30.

Stroj sa skladá z masívneho základu – stojana, v ktorom je v guľkových ložiskách uložený hriadeľ poháňaný elektromotorom. Hriadeľ je výškovo prestaviteľný a prechádza otvorom v stole. Na stole je vodiace pravítko, rameno a kryt nástroja. Na stojane sú umiestnené ovládacie prvky (prestavovanie, brzda).



Obr. 30. Spodná frézovačka: a – schéma frézovania spodnou frézovačkou, b – schéma frézovania s valčekom podávaním, c – kinematická schéma spodnej frézovačky, 1 – skriňa stroja, 2 – vretenník, 3 – remeňový prevod, 4 – elektromotor, 5 – fréza, 6 – upínacie rameno, 7 – matica, 8 – skrutka na výškové nastavovanie vretena, 9 – závitový prevod, 10 – stôl

Na spodnej frézovačke možno pracovať niekoľkými spôsobmi:

- podľa pravítka – dielec sa vedie k nástroju opretý o pravítko, ktoré musí byť dokonale rovné a ústie pravítka musí byť dostatočne uzavreté,
- podľa vodiaceho krúžku – tvarovaný dielec uložený na šablóne sa vedie podľa ložiska,
- podľa saní – dielec sa do rezu vedie upevnený na čapovacom vozíku.

Medzi nástroje, ktoré sa používajú na spodných frézovačkách, patria najmä frézy, ale aj nožové hlavy, pílové kotúče i brúsne valce. Poznáme celý rad rôznych fréz (drážkovačie, uhlové, vypuklé a vyduté štvrtkruhové a polkruhové, profilovacie atď.).

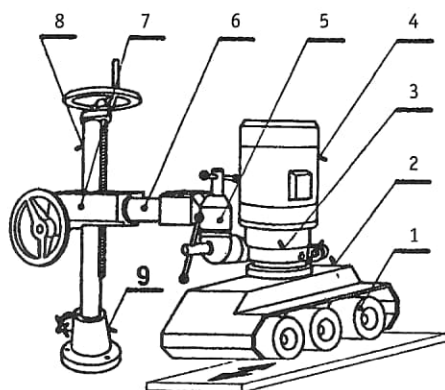
Postup práce na spodnej frézovačke:

Pri príprave stroja musíme náležitú pozornosť venovať kontrole nástroja i samotného stroja.

- Prvým úkonom je nasadenie nástroja (frézy). Nástroje nasadzujeme na trň frézovačky. V prípade potreby vyplníme trň vyplňovacími krúžkami do výšky upínacej matice. Potom maticu zaskrutkujeme. Pri jej doťahovaní a uvoľňovaní zaistíme vreteno frézovačky, aby sa neotáčalo. Po dotiahnutí matice nesmieme zabudnúť uvoľniť vreteno, aby sa mohlo voľne otáčať.
- Potom nastavíme kryt nástroja s vodiacim pravítkom. Čeluste uvoľníme, aby sme mohli nastaviť potrebnú hĺbku frézovania a na záver ich dobre dotiahneme k stolu.

- Hriadeľ výškovo nastavíme, aby nástroj správne obrábala dielec.
- Rameno s ložiskom nasadíme na trň.
- Materiál prisunieme na opracovanie a môžeme pracovať.
- Obrábané kusy posúvame proti smeru otáčania nástroja, frézujeme po vláknach a uberáme tenkú triesku.

Pri práci podľa pravítka najčastejšie vedieme dielec do rezu ručne, no môžeme použiť aj podávacie zariadenie. Podávacie zariadenie (obr. 31) zvyšuje bezpečnosť práce na spodných frézovačkách. Základné parametre spodných zvislých frézovačiek uvádza tabuľka 3.



Obr. 31. Podávacie zariadenie (schéma):

- 1 – podávacie valce,
- 2 – kryt,
- 3 – elektromotor,
- 4 – prevod,
- 5 – nastavovanie sklonu podávania,
- 6 – výsuvné rameno,
- 7 – objímka,
- 8 – stojan,
- 9 – príručka

Tabuľka 3

Základné technické parametre spodných zvislých frézovačiek

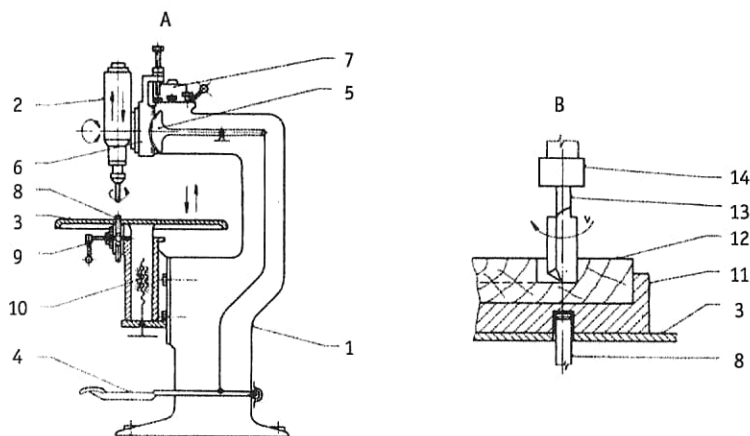
Otáčky hriadeľa	3 000 až 12 000 ot.min ⁻¹
Výška rezu	max. 100 mm
Dĺžka obrobku	min. 250 mm
Priemer trňa	30 mm

3.3.2.2 Práca na hornej zvislej frézovačke

Horná frézovačka je určená na frézovanie vnútorných i vonkajších oblých tvarov na dielcoch, ako aj na rovné drážky i polodrážky. Dielce sú pritom vedené podľa šablóny alebo podľa pravítka (v prípade rovných tvarov).

Horná frézovačka (obr. 32) sa skladá zo stojana, vretenníka, pracovného stola, ovládacieho mechanizmu a meniča kmitočtu. Nástrojom je stopková fréza uložená nad pracovným stolom vo vretenníku. Vretenník sa pohybuje vo vedení pomocou ozubeného segmentu a pákového mechanizmu ovládaného nožnou pákou. Stôl sa výškovo prestavuje skrutkou s maticou. Menič kmitočtu je potrebný na zaistenie vysokého počtu otáčok (17 000 až 27 000 ot.min⁻¹).

Na hornej frézovačke sa najčastejšie pracuje podľa vodiaceho kolíka a šablóny.



Obr. 32. Horná frézovačka: A – kinematická schéma, B – schéma kopírovania, 1 – stojan stroja, 2 – zvislý vretenník, 3 – stôl, 4 – nožná páka, 5 – ozubený segment, 6 – vedenie vretenníka, 7 – revolverová hlava, 8 – vodiaci kopírovací kolík, 9 – zaistenie kolíka, 10 – skrutka s maticou, 11 – šablóna, 12 – obrábaný materiál, 13 – stopková fréza, 14 – upínacie skľučovadlo

Postup práce na hornej frézovačke:

- najskôr nasadíme nástroj,
- vodiaci kolík nasadíme do puzdra na vrchnej ploche stola,
- posunom stola vo zvislom smere nastavíme hĺbku frézovania,
- dielec upevníme do vodiacej šablóny,
- nohou stlačíme pedál páky, čím zdvihne vreteno s nástrojom do hornej polohy,
- šablónu s dielcom nasadíme na kolík,
- zapneme elektromotor a nožným pedálom nástroj spustíme dolu,
- po vyfrézovaní otvoru požadovaného tvaru zošliapnutím pedálu opäť zdvihne vretenník do hornej polohy.

Poznáme aj také horné frézovačky, pri ktorých sa do záberu zdvíha stôl.

Moderná priemyselná výroba si vyžaduje stále častejšie zaraďovať aj špeciálne stroje a zariadenia. Veľmi často sa takéto zariadenia používajú so základným rezným nástrojom – frézou. Do tejto skupiny sa zaraďujú rôzne typy:

- kopírovačiek,
- čapovačiek,
- ozubovacích strojov,
- okružovacích strojov a pod.

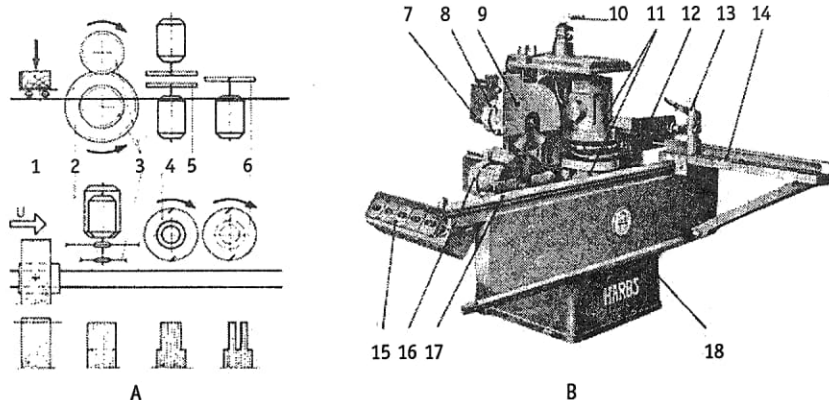
3.3.3 Práca na čapovacích frézovačkách

Čapovacie frézovačky sú určené na vytváranie konštrukčných spojov – čapov a rozporov na koncoch dielcov. Nástrojmi sú buď čapovacie frézy, alebo pílové kotúče, príp. ich kombinácia. Čapovacie frézovačky sú zariadenia vhodné do sériovej výroby a sú buď jednostranné, alebo dvojstranné. V individuálnej výrobe sa konštrukčné spoje vyhotovujú pomocou čapovacieho vozíka na spodných frézovačkách.

Jednostranná čapovacia frézovačka

Stroj (obr. 33) sa skladá zo stojana, na ktorom sú na prestaviteľných suportoch uložené jednotlivé pracovné jednotky. Každá pracovná jednotka sa skladá z elektromotora, obrábacieho nástroja a jeho krytu. Vo vstupnej časti stroja je krátiaca pílová jednotka na orezávanie vlysu na presnú dĺžku. Nad ňou je zrezávacia pílová jednotka pre prípadné zrezanie čapu z jednej strany. Za pílovými jednotkami sú horné a spodné čapovacie jednotky na frézovanie čapov a ďalšia čapovacia jednotka na frézovanie rozporov.

Obrábaciu jednotku možno prestaviť zvisle, vodorovne a pod uhlom. Jednotky majú kryty, ktoré sa dajú napojiť na odsávanie. V prednej časti stroja je vedenie pre čapovací vozík.

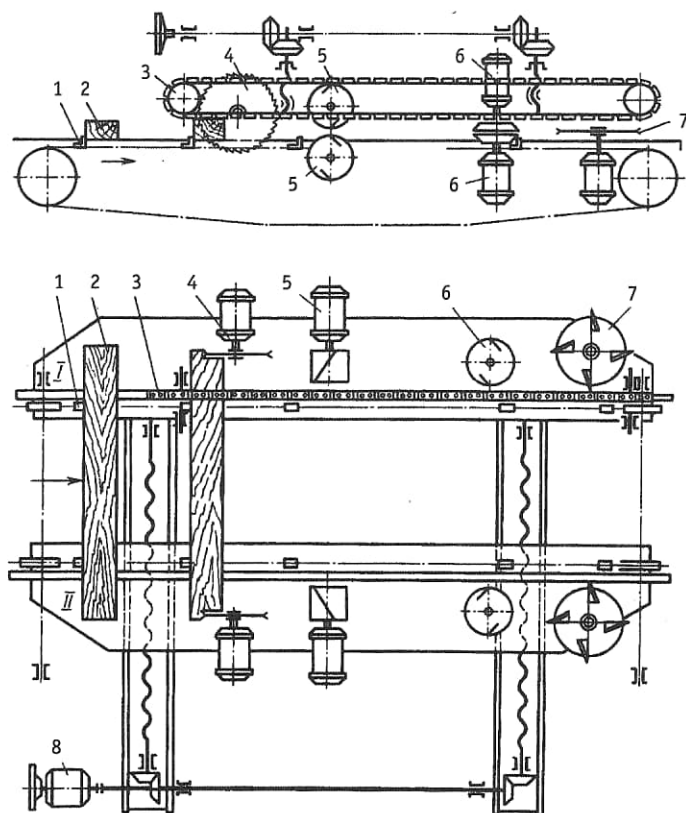


Obr. 33. Jednostranná čapovacia frézovačka: A – schéma stroja, B – pohľad na stroj, 1 – čapovací vozík, 2 – krátiaci pílový kotúč, 3 – zrezávaci pílový kotúč, 4-5-6 – diskové čapovacie frézy, 7 – suport, 8 – elektromotor zrezávacej pílovej jednotky, 9 – kryt, 10 – koliesko výškového nastavovania čapovacích jednotiek, 11- 12 – elektromotory čapovacích jednotiek, 13 – úpinka, 14 – čapovací vozík, 15 – ovládací panel, 16 – elektromotor krátiacej pílovej jednotky, 17 – vedenie vozíka, 18 – stojan

Postup práce na jednostrannej čapovacej frézovačke:

Obsluha kladie obrábaný dielec na čapovací vozík, kde ho upne k dorazovej lište. Dielec sa najprv skráti, potom sa formuje jednoduchý, príp. dvojnásobný čap. Po dosiahnutí koncovej polohy vozíka obsluha ho vráti do východiskovej polohy a dielec uvoľní. Opracovaný dielec odloží na paletu a pokračuje obrábaním ďalšieho dielca.

Dvojstranný čapovací stroj na ploché čapy (dvojstranná čapovacia frézovačka) (obr. 34) má jeden pevný a jeden pohyblivý suport s pracovnými jednotkami a dopravné zariadenie na priebežný pohyb dielcov. Obsluhujú ho dvaja pracovníci.



Obr. 34. Dvojstranný čapovací stroj na ploché čapy: 1 – dopravníkové reťaze s unášačmi, 2 – obrábaný dielec, 3 – vrchné pritlačné zariadenie, 4 – pilové vretená, 5 – vretená s valcovými čapovacími frézami, 6 – vretená so skosenými frézami, 7 – vretená s čapovacími kotúčmi, 8 – posúvací mechanizmus prestaviteľného bloku

3.3.4 Sústruženie a okružovanie

Pri nábytkárskej výrobe je veľmi dôležitá aj technológia sústruženia, pretože sústružné prvky sú stále vyhľadávané pri výrobe atraktívneho nábytku.

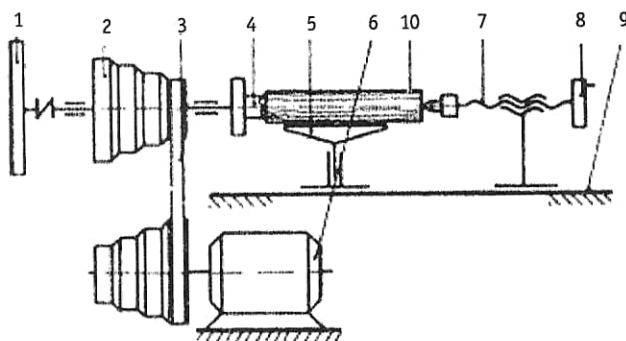
Technológia sústruženia je založená na obrábaní rotujúceho dielca stabilným nožom. Výsledkom tohto obrábania je dielec kruhového prierezu.

Dielec je upnutý v upínacom zariadení a sústružnícky nôž sa posúva (ručne alebo mechanizovane) radiálne k stredu dielca a tangenciálne v smere dĺžky dielca.

Sústruhy sa delia na *hrotové*, *čelné* a *špeciálne*. Medzi špeciálne sústruhy patria *združené sústruhy*, *poloautomaty* a *automaty*.

Najjednoduchším sústruhom je **hrotový sústruh** (obr. 35) s podpernou platňou.

Skladá sa zo stojana, vedenia, elektromotora s prevodmi, vretena s upínacím skľučovadlom, koníka a podpery.



Obr. 35. Hrotový sústruh s podpernou platňou (schéma): 1 – čelná platňa, 2 – stupňovitá remenica, 3 – plochý remeň, 4 – vreteno s upínacím skľučovadlom, 5 – podpera, 6 – elektromotor, 7 – koník, 8 – ručné koliesko na upnutie dielca, 9 – vedenie, 10 – opracúvaný dielec

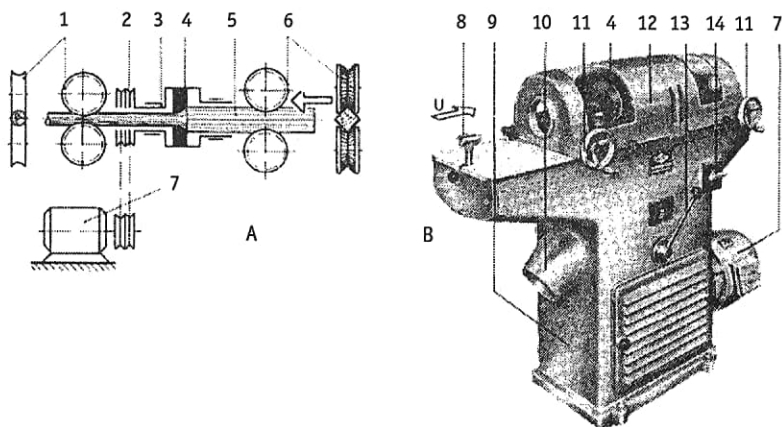
Postup práce pri sústružení:

- na čelách dielcov si vyznačíme stred,
- vzopretím upneme dielec do skľučovadla a koníka,
- po spustení stroja pevne uchopíme sústružnícky nôž, oprieme o podperku a vedieme k dielcu.

Z hľadiska bezpečnosti i presnosti opracovania je výhodné nástroj osadiť do pohyblivého krížového suportu. Krížový suport je určený na upnutie nožov a ich priečne

a pozdĺžne posúvanie do rezu. Sústruženie si vyžaduje vhodný drevný materiál bez hrubších rastových nerovností a chýb s rovnomernou štruktúrou. Z našich drevín sa veľmi dobre sústružia javor, jelša, buk, orech, dub a ďalšie.

Okružovanie je založené na odoberaní triesky dutou nožovou hlavice, ktorá sa rovnomernou rýchlosťou otáča jedným smerom. Materiál sa ručne alebo mechanizovane vedie do nožovej hlavice. Výsledkom opracovania je tyč kruhového prierezu. Okružovanie je vhodné na výrobu kolíkov, vešiakových tyčí, rúčok do metiel a pod. (okružovačka je na obr. 36).



Obr. 36. Okružovačka na valcové tyče: A – schéma stroja, B – pohľad na stroj, 1 – odoberacie valce na kruhový prierez tyče, 2 – klinové remenice, 3 – dutý hriadeľ, 4 – nožová hlava, 5 – obrobník, 6 – podávacie valce pre hranatý prierez tyče, 7 – elektromotor, 8 – držiak tyčí, 9 – stojan, 10 – odsávací nadstavce, 11 – koliesko nastavovania podávacích valcov, 12 – kryt vretenníka, 13 – páka na nastavovanie rýchlosti posuvu, 14 – vypínač

Kruhové prierezy dielcov možno vytvoriť aj frézovaním na spodných zvislých frézovačkách pri použití pologuľatej frézy. Dielec sa musí opracúvať dvoma prechodmi. Ďalším spôsobom vytvorenia kruhového prierezu je brúsenie na zvislých úzkopásových brúskach pri použití prídavných zariadení – podpery a prítlačného kolieska. Oba tieto spôsoby si vyžadujú zručnosť a dlhšiu prax.

3.4 Dlabanie

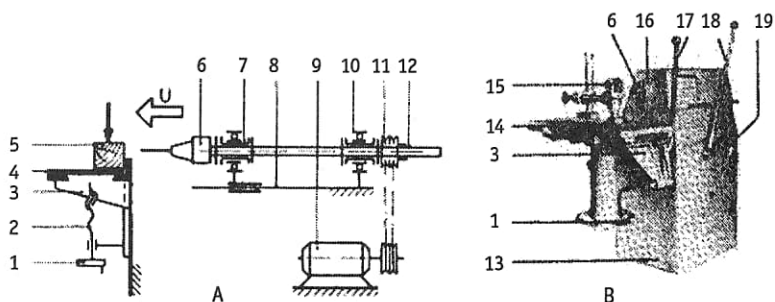
Dlabanie je technologická operácia, ktorou sa vydlabú do materiálu pozdĺžne (oválne alebo hranaté) **otvory – dlabý.** Strojové dlabanie sa uplatňuje najmä pri výrobe konštrukčných spojov. Tvar dlabu závisí od použitého nástroja.

Strojové dlabanie sa môže robiť:

- dlabacím vrtákom,
- dlabacou reťazou,
- dlabacím hrebeňom (pílkou),
- dvojsečným kyvným dlátom s predsekávačmi,
- štvorstranným dutým dlátom s vrtákom,
- mechanickým dlátom.

3.4.1 Dlabanie dlabacím vrtákom

Príslušné strojové zariadenie na dlabanie sa nazýva **vŕtacia dlabáčka** (obr. 37). Skladá sa z masívneho základu, na ktorom je uložený pohyblivý suport a v prednej časti pracovný stôl. Pracovný stôl, ktorý možno na výšku prestávať, sa posúva v smere kolmo na pohyb suportu. Stôl aj suport sa ovláda pákami. Na stole sa nachádza pravítko a úpinka na upnutie obrábaného dielca.



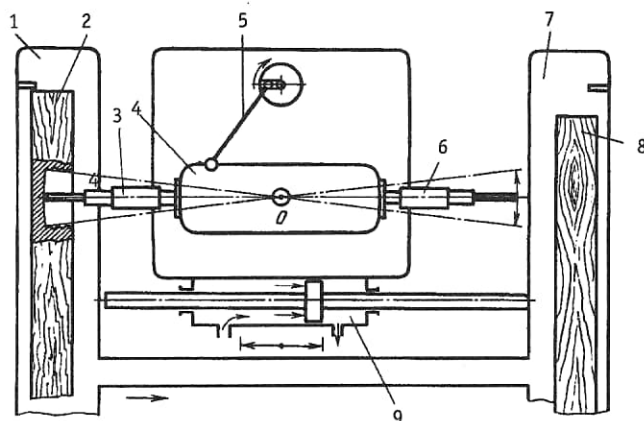
Obr. 37. Vŕtacia dlabáčka: A – schéma stroja, B – pohľad na stroj, 1 – koliesko na výškové nastavovanie suportu, 2 – skrutkové vreteno, 3 – suport, 4 – stôl s priečnym pohybom, 5 – obrobok, 6 – skľučovadlo, 7 – pohyblivé ložisko suportu, 8 – vedenie, 9 – elektromotor, 10 – pevné ložiskové puzdro, 11 – klinová remenica, 12 – vreteno, 13 – stojan, 14 – páka na zabezpečenie suportu, 15 – úpinka, 16 – kryt vretena, 17 – páka na priečny posuv stola, 18 – páka na posuv vretena, 19 – vypínač

Postup práce na vŕtacej dlabáčke:

- Do skľučovadla suportu osadíme dlabací vrták.
- Dielec s predrysovaným dlabom upneme na stôl a stôl výškovo nastavíme tak, aby stred vrtáka smeroval do stredu dlabu.
- Hĺbku dlabu nastavíme dorazom.
- Dlab robíme buď postupným vŕtaním otvorov na celú hĺbku vedľa seba, alebo vyvŕtame iba krajné otvory a potom pohybujeme stolom na celú šírku dlabu pri postupnom posuve suportu do rezu.
- Na záver dlab prečistíme.

Dlabaním pomocou dlabacieho vrtáka získavame otvory s oválnym prierezom a rovným dnom. Šírka dlabu je daná priemerom dlabacieho vrtáka a dĺžka i hĺbka sa nastavujú.

Na základe vŕtacích dlabáčiek sú konštruované špeciálne stroje – automatické dlabáčky (obr. 38). Ich vretenník s dlabacím nástrojom vykonáva kombinovaný pohyb. Vrták sa otáča a súčasne vretenník vykonáva vratný priamočiary kmitavý pohyb. Pohyb materiálu do rezu je zabezpečený posuvom stola pomocou hydraulického valca.



Obr. 38. Dvojprúdová vŕtacia (automatická) dlabáčka s mechanickým posuvom: 1 – prvý stôl, 2 – prvý obrábaný dielec, 3 – prvý koniec vretena, 4 – elektromotor, 5 – kľukový mechanizmus, 6 – druhý koniec vretena, 7 – druhý stôl, 8 – druhý upevňovaný dielec, 9 – hydraulický valec posuvu

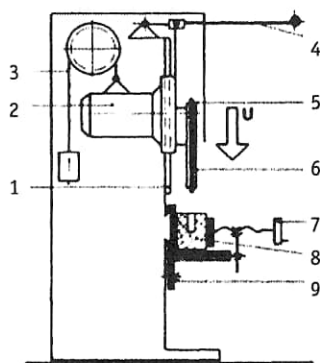
3.4.2 Dlabanie dlabacou reťazou

Dlabacou reťazou sa vytvárajú dlaby obdĺžnikového prierezu s oblým dnom. Šírka dlabu závisí od šírky dlabacej reťaze. Hĺbka sa nastavuje dorazom a dĺžka dlabu závisí od šírky vodiacej lišty. Najčastejšie sa dlabé pohybom nástroja do rezu. V prípade potreby dlh-

šieho dlabu, ako je šírka dlabacej lišty s reťazovou, sa postupuje tak, že sa najprv zafrézuje nástroj na požadovanú hĺbku a dĺžka sa potom stanoví bočným posuvom. Dlhší dlab možno vytvoriť aj vydlabaním niekoľkých otvorov za sebou bez bočného posuvu. Prvý spôsob je produktívnejší, vyžaduje si však kvalitné nástroje.

Výhodou dlabania reťazovou dlabáčkou je *vyššia produktivita práce* (uplatnenie v sériovej výrobe, najmä stavebno-stolárskych výrobkov) a *vytváranie dlabov s hranatým prierezom*. Hranatý prierez je výhodnejší vzhľadom na prierez čapov (nemusíme ich zaobľovať). Nevýhodou dlabania reťazovou dlabáčkou je menšia presnosť vzhľadom na možnosť chvenia reťaze. Určitou nevýhodou je aj oblé dno pri nepriebežných dlaboch.

Reťazová dlabáčka (obr. 39) sa skladá zo stojana, na ktorom je cez kladku vo vedení zavesený elektromotor s nástrojom a protizávažie. V prednej časti je stôl s pravítkom a úpinkou. Pohyb nástroja a spúšťanie elektromotora sa robí pákou.



Obr. 39. Reťazová dlabáčka (schéma):

- 1 – suport dlabáčky,
- 2 – elektromotor,
- 3 – oceľové lano,
- 4 – ručná páka na posuv suportu,
- 5 – dlabacia reťaz,
- 6 – vodiaca lišta,
- 7 – úpinka,
- 8 – obrábaný dielec,
- 9 – stôl

3.5 Vŕtanie

3.5.1 Charakteristika vŕtania

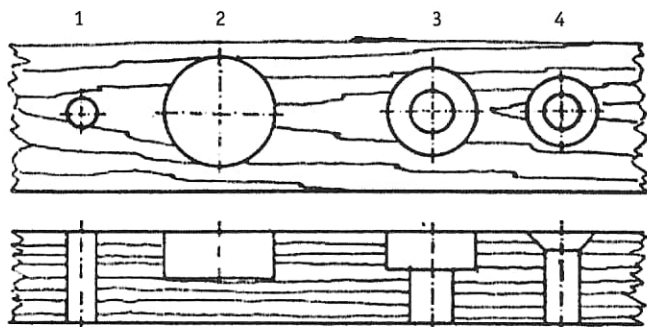
Vŕtanie je technologická operácia, pri ktorej sa pomocou rezného nástroja – vŕtáka vytvárajú do opracúvaného materiálu otvory kruhového prierezu.

Vŕtaním sa vytvárajú otvory:

- pre kolíkové spoje,
- pre rôzne druhy kovania,

- pre skrutky predvŕtanie otvorov,
- odvŕtavanie chybných miest a pod.

Základné tvary vŕtaných otvorov sú priebežné, nepriebežné, stupňovité a so zapustením (obr. 40).

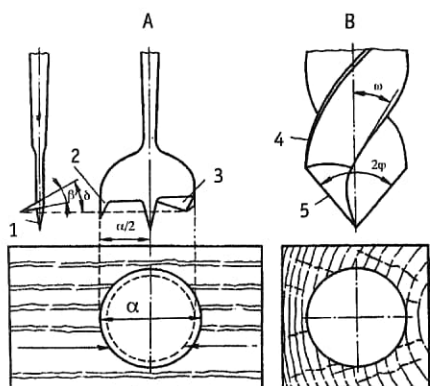


Obr. 40. Základné tvary vŕtaných otvorov: 1 – priebežný kruhový otvor, 2 – nepriebežný kruhový otvor, 3 – stupňovitý otvor, 4 – otvor so zapustením

Pri voľbe vhodných nástrojov na vŕtanie sú dôležité predovšetkým tieto faktory:

- druh opracúvaného materiálu (mäkké, tvrdé drevo, aglomerované materiály atď.),
- smer vŕtania vzhľadom na priebeh vlákien (rovnobežne alebo naprieč),
- smer vŕtania vzhľadom na povrch dielcov (vŕtanie do plochy alebo do hrany),
- tvar vyvŕtavaných otvorov.

Podľa smeru osi vŕtania k drevným vláknam vŕtanie môže byť **priečne a pozdĺžne** (obr. 41).



Obr. 41. Spôsoby vŕtania:

A – vŕtanie kolmo na vlákna,

B – vŕtanie v smere vlákien,

1 – centrovací hrot,

2 – predrezač,

3 – horizontálny nôž,

4 – skrutkovitá drážka,

5 – rezné hrany,

α – uhol ostria,

β – uhol rezu,

δ – priemer rezu

Pri **priečnom vŕtaní** sa prerezávajú vlákna dreva. Aby sa dosiahla hladká bočná plocha otvoru, vŕták musí mať predrezávač, ktorý priebežne predrezáva vlákna po kružnici.

Pri **pozdlžnom vŕtaní** sa vŕta vŕtákmi bez predrezávačov. Takéto vŕtáky majú zvyčajne šikmé rezné hrany, ktoré uľahčujú prácu vŕtáka, pretože trieska sa odrezáva pod určitým uhlom a nie kolmo na vlákna.

Na strojové vŕtanie sa používajú rozličné vŕtáky: *skrutkovité vŕtáky s hrotom, skrutkovité vŕtáky s predrezávačmi, kolíkovacie vŕtáky, hadovité vŕtáky, záhlbníky, zátkovníky, vyhrčovače* a iné.

Skrutkovitý vŕták sa skladá z týchto častí: *zo stopky, z vodiacej plôšky, hlavného ostria, drážky a z hrotu.*

Stroje používané na vŕtanie sa nazývajú vŕtačky. **Vŕtačky sa podľa polohy vŕtacieho vretena rozdeľujú na:**

- zvislé,
- vodorovné,
- kombinované.

Vŕtačky sa podľa počtu vretien delia na:

- jednovretenové,
- viacvretenové,
- skupinové (kolíkovacie).

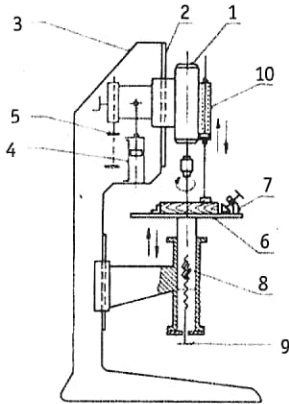
3.5.2 Vŕtanie otvorov na stojanovej vŕtačke

Príprava stroja i samotná technológia vŕtania otvorov pre jednotlivé druhy vŕtačiek má určité odlišnosti, ale v podstate si postup možno priblížiť na zvislej jednovretenovej vŕtačke.

Vŕtačka sa skladá zo stojana a pracovného stola, ktorý má pevnú alebo nastaviteľnú lištu a prítlačné zariadenie. Vŕtačka má aj vretenník (poháňaný elektromotorom) s upevňovacou hlavícou na upevnenie vŕtáka. Kinematická schéma stroja je na obr. 42.

Postup práce pri vŕtaní:

- najprv si skontrolujeme stroj a jeho funkčnosť,
- nasadíme vŕták celou dĺžkou stopky do upevňovacej hlavice a utiahneme kľúčom,
- nastavíme výšku pracovného stola,
- podľa potreby nastavíme opornú lištu, príp. zarážky,
- nastavíme hĺbku vŕtania,
- upneme vŕtaný dielec a pohybom páky vedieme nástroj do materiálu.



Obr. 42. Zvislá jednovretenová vŕtačka (kinematická schéma):

- 1 – zvislý vretenník,
- 2 – vedenie,
- 3 – stojan,
- 4 – pneumatický valec,
- 5 – nastaviteľná zarážka,
- 6 – stôl,
- 7 – mechanický upínač,
- 8 – skrutka s maticou,
- 9 – koliesko na zdvíhanie stola,
- 10 – pružina prítlačnej pätky

Vŕtané dielce môžeme upínať viacerými spôsobmi:

- mechanicky – pákou,
- prítlačnou pätkou upevnenou k vreteníku,
- pneumatickými prítlačnými pätkami.

Pohyb vretenníka s nástrojom do rezu vedieme ručne pohybom páky, príp. pneumatickým valcom.

3.5.3 Kolíkovanie

Kolíkovanie je vyvŕtávanie otvorov na skupinových vŕtačkách pre spojovacie kolíky.

Tento typ spájania sa uplatňuje predovšetkým pri hromadnej výrobe nábytku. Kolíkový spoj je dostatočne pevný, jeho výroba je pomerne jednoduchá a umožňuje využitie vysokovýkonných strojov a liniek.

Otvory pre kolíkové spoje vŕtame na **stabilných** alebo **priebežných skupinových vŕtačkách** (kolíkovačkách). Vretenník týchto vŕtačiek tvorí uzavretá skriňa, v ktorej sú v ložiskách uložené prevody a vretená s upínacími hlavicami v rade s rozstupom 32 mm. Na vretenník môže byť osadených až 20 vŕtákov. Každý vretenník má vlastný elektromotor.

■ Vŕtanie na stabilnej kolíkovačke

Stabilná nepriebežná kolíkovačka sa používa v menších prevádzkach s malými výrobnými dávkami. Základ stroja tvorí masívny stojan ukončený pracovným stolom. V prednej časti sa nachádza sklápačelný vretenník. Vo zvislej polohe kolíkovačka vŕta odspodu do plochy dielcov, vo vodorovnej polohe vŕta do bočnej plochy dielcov.

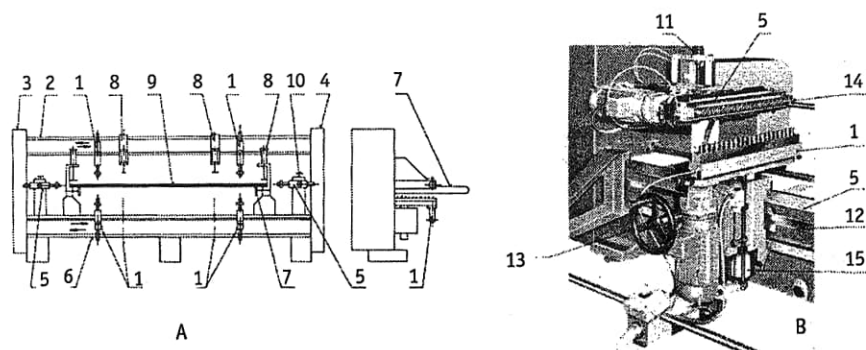
Po osadení príslušných vrtákov treba nastaviť dorazy a hĺbku vrtania. Dielce sa kladú na pracovný stôl k dorazom, pneumaticky sa upnú a spustí sa posuv suportu do rezu. Po navrtaní treba prítlačné pätky uvoľniť a dielec odložiť na podložku.

■ Vrtanie na skupinovej vrtáčke – kolíkovačke

Skupinová vrtáčka – kolíkovačka (obr. 43) je vysokovýkonný vrtací stroj vhodný na zaradenie do liniek na opracovanie plošných dielcov. Skladá sa z dvoch stojanov, ktoré sú spojené spodným a horným nosníkom. Na nosníkoch sú prestaviteľne uložené vretenníky (vrtacie suporty) na zvislé vrtanie do plochy dielcov. V stojanoch sú vodorovné vretenníky na vrtanie do bočných plôch.

Obsluha alebo vkladacie zariadenie kladie dielce na remeňový dopravník, ktorý ich dovedie k dorazom. Tu sú dotlačené do presnej polohy. Stroje pracujú v taktach a priebežne. Jednotlivé fázy cyklu, t. j. upnutie dielcov, posuv vretenníka do záberu, vyvrtanie otvorov, spätný chod vretenníka a uvoľnenie dielcov, sú ovládané samočinne. Po uvoľnení sa dopravník znovu spustí a posúva dielce k stohovaniu.

Konstrukcia stroja umožňuje, že ho možno použiť aj na vrtanie pre podperky, kovanie, úchytky a pod.



Obr. 43. Skupinová vrtáčka - kolíkovačka: A – schéma stroja, B – pohľad na dolný a vodorovný vretenník, 1 – dolné a horné vretenníky, 2 – horný priečnik, 3 – bočný stojan s elektrickým ovládaním, 4 – bočný stojan s pneumatickým ovládaním, 5 – vodorovný vretenník, 6 – dolný priečnik, 7 – remeňový dopravník, 8 – pneumatický upínač, 9 – doska, 10 – ručné koliesko, 11 – ručné výškové nastavovanie, 12 – stupnica, 13 – koliesko na nastavovanie vretenníka, 14 – vrtacie vretená, 15 – pneumatický valec

3.6 Brúsenie

3.6.1 Charakteristika brúsenia

Brúsenie je technologická operácia trieskového obrábania dreva, pri ktorej sa **vyrovnáva a vyhladzuje povrch dielcov a zbavuje ho nečistôt**. Rezným nástrojom sú brúsne zrná, najčastejšie nalepené na podklade. Ako podkladový materiál sa používajú papiera, tkaniny alebo ich kombinácia. Pre jednotlivé typy strojov sa do výroby upravujú brúsiace prostriedky najčastejšie zlepovaním do nekonečných brúsiacich pásov.

Podrobnejšie o brúsnych materiáloch sa dozvieme v predmete *materiály*.

Meradlom kvality brúsenia je jemnosť povrchu opracovanej plochy. Správny postup a spôsob brúsenia **závisí od druhu a od kvality brúseného materiálu**, ako aj **od požadovanej akosti brúseného povrchu**.

Brúsený materiál ovplyvňuje proces a kvalitu brúsenia svojimi základnými mechanicko-fyzikálnymi vlastnosťami. Pre brúsenie je význačná tvrdosť materiálu, pružnosť vlákien a podiel jednotlivých látok v dreve. Mäkké dreviný sa brúsia horšie ako tvrdé. Pružné vlákna sa pri brúsení vtlačajú do pórov a po brúsení znova vystupujú. Pevné vlákna sa brúsením odstraňujú. Obsah vody v dreve (vlhkosť dreva) sa prejavuje v procese brúsenia tak, že vlhké vlákna sa správajú ako pružné. To znamená, že sú zatláčané do pórov a po brúsení znova vystupujú.

Požadovaná akosť obrúsenia závisí od spôsobu povrchovej úpravy dielcov. Podľa tvaru dielca a požadovanej kvality obrúsenia sa určí poradie a počet operácií, druh brúsiaceho prostriedku a jeho zrnitosť.

Na brúsenie zakrivených plôch, rôzne tvarovaných plôch, ako aj tam, kde treba použiť vyššie prítláčné tlaky alebo pracovať v mokrom prostredí, sa používajú brúsiace pásy s podkladom z tkaniny.

Účinnosť brúsiaceho prostriedku je **podmienená tvrdosťou a tvarom jednotlivých zŕn**. Brúsiace prostriedky sa rozdeľujú podľa veľkosti zrna (zrnatosti). V stolárskej a nábytkárskej výrobe sa používa zrnitosť v rozmedzí 40 až 600.

Správna voľba zrnatosti na určité strojové zariadenie a požadovaná technológia sú predmetom technologických predpisov pre konkrétne spôsoby brúsenia.

Ďalším dôležitým činiteľom pri brúsení dreva je **smer pohybu brúsiaceho pásu vzhľadom na smer vlákien dreva**. Výskumy dokázali, že objem odbrusu za jednotku času je maximálny vtedy, keď brúsny pás zviera so smerom vlákien uhol asi 60°. Hroty brúsnych zŕn pôsobia ako krájací nástroj, ktorý delí vlákna naprieč, čím vzniká krátky a drobivý odbrus (brúsny prach).

Pri pozdĺžnom brúsení sa steny vlákien narezávajú len čiastočne, odbrusu je menej a brúsne zrná sa viac zanášajú.

Významným činiteľom pri brúsení je aj **merný tlak brúsiaceho prostriedku** na obrusovaný povrch. So zvyšovaním tlaku sa zvyšuje hrúbka zbrúsenej vrstvy, ale zároveň sa zväčšujú aj ryhy po brúsení. Intenzita brúsenia závisí od stupňa otupenia brúsnych zŕn.

Významnú úlohu pri brúsení majú okrem uvedených činiteľov aj:

- **obvodová rýchlosť brúsiaceho pásu** – s rýchlosťou sa zvyšuje odbrus dreva,
- **oscilácia brúsiaceho pásu** – jeho priečny pohyb v kombinácii s pozdĺžnym pohybom spôsobuje oddeľovanie triesky pod uhlom, teda aj väčší odbrus,
- **rýchlosť posuvu dielcov** – nižšia rýchlosť predlžuje kontakt medzi brúsnym pásom a dielcom.

Pri brúsení sa treba vyvarovať týchto chýb:

- nedobrúsené (drsné a chlpaté) miesta,
- prebrúsené alebo zahnednuté (spálené) miesta,
- nežiadúca ryhovanosť povrchu,
- zbrúsené (zrazené) hrany dielcov a iné.

Brúsky (obr. 44) sa delia na:

- **pásové** – brúsny pás je nasunutý a napnutý na dvoch, resp. troch valcoch,
- **valcové** – brúsny pás je navinutý na obvode valca,
- **kotúčové** – brúsny papier je upevnený na čele alebo na obvode kotúča,
- **združené** – najčastejšie sa kombinuje kotúčová a pásová brúška, príp. valcová a pásová,
- **špeciálne** – používajú sa na brúsenie profilov, tyčí, ohýbaných predmetov a pod.

Najpoužívanjšou brúskou v stolárskych dielňach je stolová úzkopásová vodorovná brúška, ktorá sa skladá z dvoch stojanov spojených priečnikom. Na priečniku je vedenie pre posuvný stôl. Stôl možno výškovo nastaviť v závislosti od hrúbky materiálu. Na stojanoch sú kotúče – pásovnice, na ktorých je napnutý brúsny pás. Brúsny pás sa k materiálu pritláča pomocou pritlačnej pätky, ktorá sa ovláda pomocou páky.

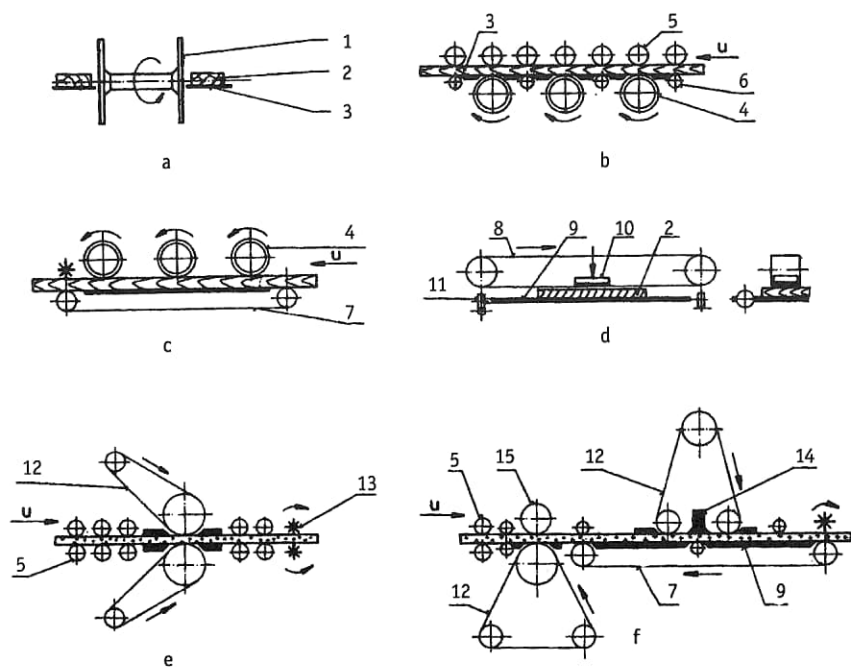
3.6.2 Práca na stolovej stolárskej úzkopásovej brúske

Postup práce na úzkopásovej brúske:

- napínací kotúč uvoľníme a nasunieme brúsny pás,
- brúsny pás napneme a nastavíme tak, aby sa pohyboval stredom kotúča,
- pracovný stôl nastavíme do takej výšky, aby medzi dielcom a brúsenou plochou bola medzera 15 až 20 mm,

- skontrolujeme funkčnosť ručnej páky prítlačnej pätky,
- dielec uložíme na stôl tak, aby bol smer vlákien rovnobežný so smerom pohybu pásu (na pozdĺžne brúsenie) a kolmo na jeho smer (na priečne brúsenie),
- na stolovej brúske brúsime tak, že jednou rukou vedieme prítlačnú pätku a druhou pracovný stôl,
- od pravého okraja plochy začíname brúsiť a potom postupujeme pozvoľna za stáleho premiestňovania prítlačnej pätky k ľavému okraju.

Na stolových úzkopásových brúskach brúsime plošné dyhované dielce, masívne dielce i rôzne konštrukcie. Ako samostatné stroje sa uplatňujú najmä v malých a stredných prevádzkach.



Obr. 44. Schémy brúskov: a – čelná vodorovná dvojkotúčová, b – trojvalcová spodná s posúvacími valcami, c – trojvalcová horná s posúvacím pásom, d – vodorovná úzkopásová s prítlačnou pätkou, e – širokopásová s dvoma pásmi, f – kombinovaná širokopásová spodná a širokopásová horná, 1 – čelný brúsiaci kotúč, 2 – brúsený materiál, 3 – stôl, 4 – brúsiaci valec, 5 – podávací valec, 6 – stolové valčeky, 7 – podávací pás, 8 – brúsiaci pás, 9 – posuvný stôl, 10 – prítlačná pätku, 11 – kladky stola, 12 – brúsiaci pás, 13 – kefa, 14 – prítlačný vankúš, 15 – prítlačný valec

Širokopásové brúsky pracujúce ako priebežné brúsky sa uplatňujú v sériovej výrobe na brúsenie plošných dyhovaných alebo masívnych dielcov. Dielec sa dopravuje pod brúsnym prostriedkom alebo nad ním. Brúsny pás sa pohybuje proti smeru pohybu dielca a okrem toho má aj oscilačný pohyb.

Z kotúčových brúsok sa používajú najmä čelné, ktoré môžu byť jedno alebo dvojkotúčové. Tieto brúsky sa používajú na brúsenie bočných plôch a čiel menších masívnych dielcov, príp. na zbrusovanie dielcov pod uhlom.

3.7 Presnosť opracovania a nerovnosti povrchu

Pri obrábaní dreva rezaním dostávajú materiály, prírezy, dielce a výrobky požadovaný tvar, rozmery a hladkosť povrchu. Stupeň presnosti opracovania dielcov vyjadruje nepresnosti a odchýlky od stanovených požiadaviek.

Pri nepresnosti sa rozlišuje:

- nepresnosť tvaru – odchýlky povrchov od geometrickej roviny, ako aj uhlové nepresnosti strán,
- nepresnosť rozmerov – rozdiel medzi zadanými a skutočnými rozmermi.

Zadané (požadované) rozmery sa nazývajú **nominálne rozmery**. Skutočný rozmer sa zvyčajne odlišuje od nominálneho. Ak je rozdiel v medziach stanovených dokumentáciou, takáto odchýlka sa volá **dovolená odchýlka**. Rozmery, medzi ktorými sa odchýlka môže pohybovať, sa nazývajú **medzné**. Rozdiel medzi najväčším a najmenším medzným rozdielom sa nazýva **tolerancia nepresnosti výroby**.

Presnosť opracovania dielcov a častí výrobku sa kontroluje medznými kalibrami. Kalibrami nazývame mierky určené na kontrolu správnosti rozmerov, tvaru alebo vzájomného rozmiestnenia častí výrobku. Kalibre umožňujú rýchlo určiť, či sú rozmery v rámci prípustných tolerancií.

Opracovaný povrch sa líši od teoreticky hladkých povrchov výskytom rôznych nerovností t. j. drsnosťou povrchu. Drsnosť tvoria výčnelky a priehlbiny na povrchu, ktoré sú ovplyvnené:

- vlastnosťami materiálu,
- nedokonalosťou rezných nástrojov, technologického zariadenia a režimov obrábania.

Drsnosť povrchu sa kontroluje optickými a dotykovými prístrojmi, príp. porovnávaním s etalónmi (vzorkami).

Požadovaná kvalita opracovania (stupeň opracovania) sa vyznačuje v príslušnej dokumentácii značkami.

Rozlišujú sa tri stupne opracovania. Jednotlivé druhy opracovania majú svoju značku a k nej sa číslom vyznačí daný stupeň. Číslica 1 je hrubé opracovanie, číslica 2 je stredné alebo poločisté opracovanie a číslica 3 je čisté opracovanie.

Jednotlivé spôsoby opracovania sa označujú týmito značkami:

- pílenie 
- hrúbkovanie 
- frézovanie 
- dlabanie 
- vŕtanie 
- brúsenie 

Drsnosť opracovaných povrchov ovplyvňuje naostrenie nástrojov, ich geometria, smer pohybu nástroja vzhľadom na vlákna a rýchlosť posuvu. Kvalitné opracovanie povrchov je zárukou nielen presnosti dielcov a ich spojov, ale aj naplnenia estetickej funkcie výrobkov.

3.8 Ostrenie nástrojov na strojové obrábanie dreva

Rezné hrany drevoobrábacích nástrojov sa pri práci v dôsledku kontaktu s materiálom otupujú. Okrem toho otupovanie nástrojov zvyšujú aj ďalšie činitele, napr. použitie lepidla, minerálne látky obsiahnuté v dreve a pod.

Abý sa zachoval predpoklad kvalitného opracovania materiálov, treba pracovať vždy s dobre a správne naostrenými nástrojmi.

Zatiaľ čo ručné nástroje si pracovníci obyčajne ostria sami, nástroje na strojové obrábanie sa brúšia v špecializovaných brusiarňach.

Medzi starostlivosť o nástroje patria aj ďalšie činnosti, napríklad vyvažovanie a čistenie nástrojov, úprava pnutia, rozvádzanie zubov pílových nástrojov atď.

Uplatnenie jednotlivých spôsobov prípravy nástrojov je dané druhom nástroja, materiálom z akého je vyrobený i podmienkami jeho používania.

3.8.1 Príprava a ostrenie zubov pílových nástrojov

Funkčné časti pílových listov musia byť širšie ako nosná časť nástroja, aby sa pílové listy mohli pohybovať v reznej škáre a aby sa trením veľmi nezahrievali. Funkčná časť nástrojov sa rozširuje **rozvádzaním** – striedavé vyhnutie vrchnej tretiny zubu do strán a **roztláčaním** (zahusťovaním) – rovnomerné rozšírenie každého zubu na obidve strany.

Roztláčané zuby majú väčšiu stabilitu, pretože sa rovnomerne namáhajú.

Poznáme dva základné spôsoby rozvádzania:

- priame rozvádzanie,
- rozvádzanie pootočením – okrem vyhnutia sa zub aj pootočí.

Pri rozvádzaní platí zásada, že **čím je drevo tvrdšie, tým je rozvod menší**. Mäkké a vlhké drevo vyžaduje väčší rozvod.

Na prácu sa pílové nástroje pripravujú aj **egalizovaním**. Ide o vyrovnávanie reznej hrany zubov. Egalizovanie sa robí najmä po nesprávnom naostrení, resp. po nesprávnom rozvode.

Pílové nástroje sa pri práci prehrievajú, v dôsledku čoho v nich vzniká pnutie. Aby sa tomu predišlo, **pnutie nástrojov** sa upravuje buď údermi kladiva (vyklepávaním), alebo valcovaním. Úprava pnutia si vyžaduje, aby nástroj bol vyrovnaný, t. j. aby nemal odchýlky rovnosti.

Ostrí sa na automatizovaných strojoch ľahkým a rovnomerným dotykom otáčajúceho sa brúsneho kotúča.

Pri ostrení treba dodržať tieto zásady:

- tvar zubov musí zostať po každom brúsení nezmenený,
- zuby musia byť ostré,
- rezné hrany zubov musia byť v jednej línii (priamke alebo kružnici).

3.8.2 Ostrenie nožov

Nože sa ostria na automatických ostriacich strojoch. V praxi sa ostrí dvoma spôsobmi:

- rotujúci brúsny kotúč sa pohybuje pozdĺž ostria noža, ktorý je v pokoji,
- nôž sa pohybuje v pozdĺžnom smere a rotujúci brúsny kotúč stojí na jednom mieste.

Pri ostrení sa postupne zbrusujú vrstvy kovu chrbovej plochy noža, pričom treba dodržať, aby uhol zaostrenia bol rovnaký po celej dĺžke noža. Po ostrení brúsnymi kotúčmi sa musia nože ešte jemným brúsom ručne dobrusovať – obťahovať.

3.8.3 Ostrenie frézy

Frézy sa ostria pomocou prípravku na špeciálnych ostriacich strojoch. Podmienkou správneho naostrenia je okrem všeobecných zásad aj dodržanie stálosti profilu a minimálnej odchýlky od reznej kružnice. Celistvé frézy môžu byť s rovným (frézovaným) alebo s podsústruženým chrbtom. Frézy s rovným chrbtom sa brúsia na čele alebo na chrbte a frézy s podsústruženým chrbtom len na čele.

3.8.4 Ostrenie nástrojov s platničkami zo spekaných karbidov (Sk nástroje)

Nástroje s platničkami zo spekaných karbidov sa nesmú brúsiť z voľnej ruky. Ostrí sa diamantovými brúsnymi kotúčmi s chladením.

Pri brúsení pílových kotúčov s veľkým otupením platničiek zo spekaných karbidov alebo pri každom piatom brúsení sa používa **základné brúsenie**. Medzi základnými brúseniami sa používa aj *normálne brúsenie*. Málo otupené kotúče sa brúsia *jemným brúsením*.

3.9 Práca s ručným mechanizovaným náradím

Teoretické vedomosti i praktické poznatky z prvého ročníka nás presvedčili, že práca s ručným náradím je nielen náročná na zvládnutie, ale je aj namáhavá. S ručným náradím sa pracuje len vďaka pôsobeniu ľudskej sily. Ak sa ľudská energia čiastočne nahradí energiou mechanizmov, hovoríme o **práci s ručným mechanizovaným náradím**.

Podľa normy STN ISO 7984 sa tieto náradia označujú ako **ručné prenosné strojčeky** a zaraďujú sa **do prostriedkov malej mechanizácie**. Definujeme ich ako motoricky poháňané strojčeky, ktoré pri práci vedú ruky pracovníka.

Práca s ručným mechanizovaným náradím nielen uľahčuje ľudskú námahu pri opracúvaní dreva, ale **prináša aj ďalšie výhody**:

- práca je efektívnejšia a kvalitnejšia,
- mechanizované náradie je ľahké a prenosné, čo ho zvyhodňuje oproti stabilným strojom,
- pripájajú sa na elektrickú sieť s napätím 230 V.

Všetky druhy mechanizovaného náradia sú zložené z **hnacej, prevodovej a z pracovnej časti**. *Hnaciú časť* tvorí najčastejšie elektromotor, ale pohon môže byť aj pneumatický. *Prevodová časť* prepája hnaciú a pracovnú časť. *Pracovná časť* je konštruovaná individuálne podľa druhu strojčka a slúži na upevnenie pracovného nástroja.

Ručné mechanizované náradie, podobne ako stabilné stroje, možno rozdeliť podľa technologickej operácie.

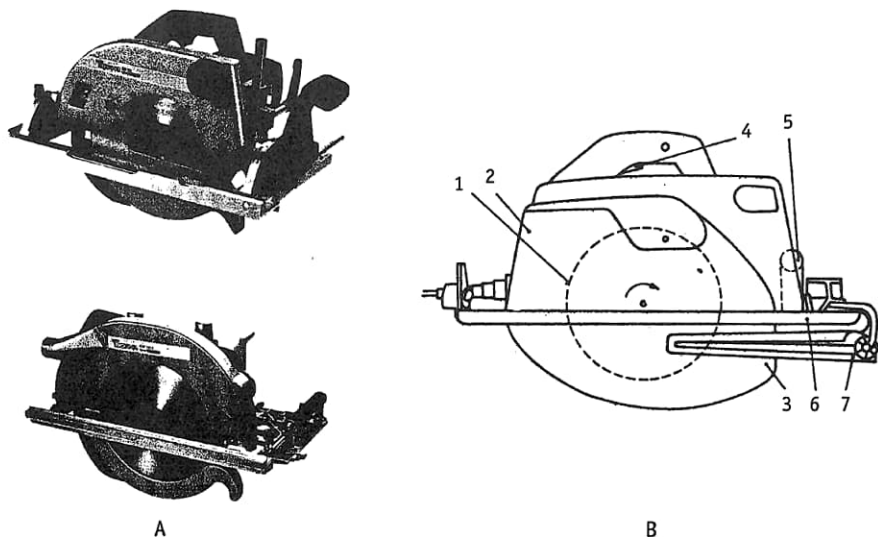
Medzi ručné mechanizované náradie patria:

- píly,
- frézovačky,
- brúsky,
- vŕtačky a skrutkovače.

3.9.1 Práca s pilami

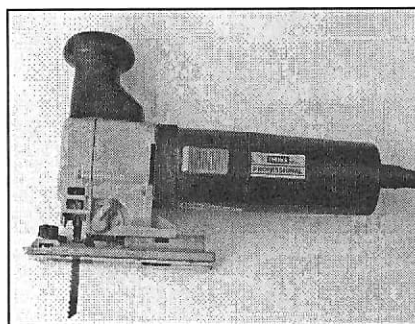
Píly podľa tvaru nástroja sa delia na kotúčové, s rovným pílovým listom, reťazové a pásové.

- **Kotúčové píly** sa používajú na priečne, menej na pozdĺžne rezanie reziva i na rezanie plošných materiálov. Konštrukcia píly (obr. 45) umožňuje rezať podľa pravítka i pod uhlom. Píla sa vedie do rezu ručne posúvaním pracovného stola až po materiál. Pri pozdĺžnom rezaní sa píla vedie pravítkom po hrane materiálu, príp. sa využije vhodná lišta, ktorá sa upevní k materiálu.



Obr. 45. Kotúčová píla: A – píly, B – schéma, 1 – pílový kotúč, 2 – pevný ochranný kryt, 3 – odklopná časť krytu, 4 – spínač na rukoväti, 5 – pridržiavacia rukoväť, 6 – výchylná základňa (stôl), 7 – pozdĺžny doraz

- **Píly s rovným pílovým listom** (obr. 46) sa nazývajú kmitavé (podľa pohybu nástroja) alebo aj dierovacie. Nástroj vykonáva priamočiary vratný pohyb. Tieto píly sú určené na tvarové vyrezávanie do plošných i masívnych materiálov a možno ich využiť na drobné skracovanie, príp. pozdĺžne rezanie. Pracovník ich pri práci vedie po materiáli lyžinami, ktoré plnia funkciu pracovného stola. Tvarové vyrezávanie umožňuje malá šírka pílového listu. Vzhľadom na spôsob upevnenia, nástroj musí byť dostatočne tuhý, aby sa pri práci neohýbal.
- **Reťazové píly** sa využívajú najmä pri tesárskych prácach, ale v stolárskej praxi sa prakticky nepoužívajú. Ich rezný nástroj – pílovú reťaz poháňa motor cez pastorok a reťaz vedie vodiaca lišta. Reťazová píla sa používa na priečne rezanie, zriedka v malých úsekoch aj na pozdĺžne rezanie.
- **Pásové prenosné píly** nie sú typické pre stolárske práce, ale uplatňujú sa tiež pri tesárskych prácach.



Obr. 46. Ručná píla s priamočiarym pohybom

3.9.2 Práca s ručnými frézovačkami

Ručné elektrické frézovačky sa delia na dva typy, a to na frézovačky s vodorovným a so zvislým nástrojom.

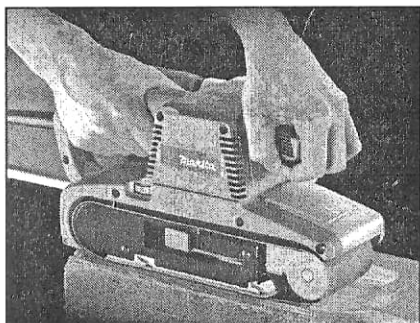
- **Frézovačky s vodorovným nástrojom** (elektrický hoblík) sa používajú na zrovnávanie plôch masívnych dielcov. Strojček má prednú a zadnú pracovnú plochu, ktoré treba viesť po obrábanej ploche materiálu. Medzi nimi je na hriadeli uložená nožová hlava. Prestavovaním stola nastavujeme hrúbku odoberaného materiálu.

- **Frézovačky so zvislým nástrojom** sú určené na tvarové frézovanie. Frézovaný tvar treba vytvoriť pomocou šablóny.

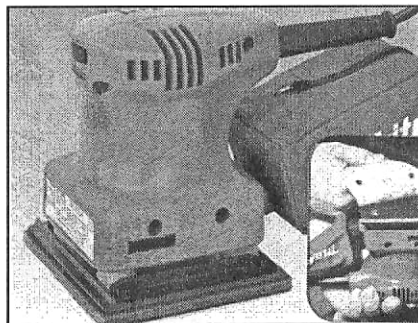
3.9.3 Práca s ručnými elektrickými brúskami

Ručné elektrické brúsky, ktoré sa používajú na brúsenie plôch a bočných plôch dielcov, sa delia *na pásové* (obr. 47), *kotúčové* a *vibračné* (obr. 48). Využívajú ich najmä malé firmy a živnostníci s malou produkciou.

Vibračné brúsky majú uplatnenie aj v sériovej výrobe, a to pri brúsení bočných plôch a hrán dielcov. Okrem elektrického pohonu môžu byť tieto brúsky poháňané aj stlačeným vzduchom.



Obr. 47. Ručná elektrická pásová brúska



Obr. 48. Ručná elektrická vibračná brúska

3.9.4 Práca s ručnými elektrickými vŕtačkami

Vŕtačky majú široké uplatnenie v individuálnej výrobe, ale aj v sériovej výrobe pri montážnych prácach. Vyrábajú sa v širokej palete výkonov a tvarového riešenia, s konštantnou alebo meniteľnou rýchlosťou, resp. aj so spätným chodom. Ich osadením do vhodného stojana možno získať stabilnú vŕtačku menšieho výkonu, čím sa dosiahne stabilita vŕtania a kvalita vŕtaných otvorov (dôležité je to najmä pri otvoroch s väčším priemerom).

3.9.5 Práca so skrutkovačkami

Skrutkovačky, ktoré sú obdobou vŕtačiek, sa používajú pri skrutkových spojoch na uťahovanie alebo uvoľňovanie skrutiek. V upínacom skľučovadle je upevnený nástroj,

ktorý sa osádza do drážky na skrutke. Plynulo sa meniace otáčky umožňujú pozvoľný rozbeh skrutkovača.

Ručné elektrické strojčeky sa vyrábajú aj na pohon akumulátormi. Ich prednosťou je dostupnosť neobmedzovaná prírodným káblom elektrickej energie.

3.10 Bezpečnosť pri práci na drevoobrábacích strojoch

V drevárskych závodoch pri práci na drevoobrábacích strojoch často vznikajú úrazy. Ich pôvodcami sú kovové nástroje, ktoré sa pohybujú veľkou rýchlosťou, hnacie a prevodové mechanizmy, ako aj materiál, resp. jeho časti.

Štatistickým prieskumom, ktorý sa robil v drevárskych závodoch, a jeho rozborom sa zistilo, že **najčastejšie úrazy vznikajú na týchto strojoch:**

- kotúčová píla 45,2 %,
- rovinné frézovačky 14,8 %,
- pásové píly 10,4 %,
- spodné zvislé frézovačky 10,4 %.

Aby sa pri práci zabezpečila bezpečnosť na strojoch a zariadeniach a aby nevznikali úrazy, pracovníci musia dodržiavať bezpečnostné predpisy. Najúčinnnejšími opatreniami proti vzniku úrazov sú technické zabezpečenia a výchova pracovníkov k bezpečnej práci. Každý pracovník sa musí oboznámiť s bezpečnostnými pracovnými postupmi a opatreniami technickej ochrany pred úrazmi. Je povinný poznať a používať prostriedky osobnej ochrany.

Každý drevoobrábací stroj musí mať účinné odsávanie prachu a triesok. Všetky pohybujúce sa časti strojov musia mať ochranné bezpečnostné kryty, ktoré chránia pracovníkov pred náhodným dotykom s pohybujúcimi sa časťami stroja, ale aj pred spätným vrhom dielcov a odletujúcimi trieskami.

Každý závod je povinný vykonávať dôkladné a pravidelné školenia pracovníkov obsluhujúcich stroje. O vykonaní inštruktáže a preskúšaní znalostí sa vedie písomný záznam.

Zásady pre prácu na strojoch:

- Materiál sa nesmie posúvať k nástroju skôr, kým tento nedosiahne stanovenú obrábaciu rýchlosť.
- Pri dorezávaní a rezaní valcového materiálu sa nesmie pracovať bez použitia stanovených pracovných pomôcok a prípravkov.
- Dobehtutie otáčajúcich sa nástrojov sa nesmie skracovať po vypnutí stroja brzdením rukou, tlakom dreva alebo iným nebezpečným spôsobom.

- Na stabilne umiestnených strojoch, ktoré sa používajú v uzavretých priestoroch, musí byť nainštalované zariadenie na odsávanie triesok.
- Stroje s posuvom materiálu musia mať zariadenia proti nebezpečnému vymršteniu materiálu (spätnému vrhu).
- Ochranné zariadenia sa nesmú odstraňovať, keď je stroj v chode; zakazuje sa pracovať bez ochranného zariadenia.
- Čistenie, mazanie a odstraňovanie prevádzkových porúch, ako aj iné nebezpečné manipulácie počas chodu stroja sú prísne zakázané.

Kontrolné otázky:

1. Charakterizujte základné spôsoby mechanického spracovania dreva.
2. Ako sa delia nástroje na strojové obrábanie dreva?
3. Aké materiály sa používajú na výrobu drevoobrábacích nástrojov?
4. Definujte technologickú operáciu rezania pilou. Aké rezanie poznáte?
5. Opíšte pílové kotúče.
6. Charakterizujte priečne a pozdĺžne rezanie.
7. Opíšte prácu na skracovacej, rozrezávacej a stolovej kotúčovej pile.
8. Opíšte prácu na stolárskej pásovej pile.
9. Opíšte prácu na zrovnávačke a hrúbkovačke.
10. Akými spôsobmi sa pracuje na spodnej zvislej frézovačke a aké nástroje sa používajú?
11. Opíšte prácu na hornej zvislej frézovačke.
12. Akými spôsobmi možno vyrobiť kruhové prierezy dielcov?
13. Opíšte postup práce na vŕtacej dlabačke.
14. Opíšte postup práce na stojanovej vŕtačke.
15. Aké činitele ovplyvňujú proces brúsenia?
16. Ako sa pracuje na stolárskej úzkopásovej brúske?
17. Aké činitele ovplyvňujú nerovnosti opracovaného povrchu?
18. Aké výhody prináša použitie ručného mechanizovaného náradia?
19. Aké zásady platia pre prácu na drevoobrábacích strojoch?

3.11 Technológia tvarovania dielcov

Charakteristika a druhy tvarovania

Tvar dielcov je jedným z rozhodujúcich faktorov určujúcich estetickú, ale aj funkčnú stránku nábytku. Požadovaný tvar sa dosahuje technologickými procesmi, ktoré sa všeobecne označujú ako **tvarovanie**.

Medzi tvarovanie sa zaraďuje aj konštrukčné opracovanie, cieľom ktorého je pripraviť dielce na jeho spojenie s iným konštrukčným prvkom výrobku.

Vo výrobe nábytku sa drevo tvaruje týmito technologickými metódami:

- rezaním,
- ohýbaním,
- lisovaním,
- lamelovaním,
- vypaľovaním,
- ostatnými metódami (tvarovanie laserom, prúdom kvapaliny a iné).

Rozsahom najpoužívanjšie je rezanie a ohýbanie. Pri voľbe metód tvarovania a ich postupnosti sa vychádza predovšetkým z tvaru dielcov, ktorý umožňuje zvoliť optimálnu metódu a postup tvarovania.

3.11.1 Trieskové tvarovanie rezaním

Tvarovanie rezaním je triesková metóda obrábania, v priebehu ktorej postupným odoberaním hmoty alebo jej oddelovaním reznými nástrojmi sa mení tvar dielca.

Oddená hmotu – trieska je nežiadúcim výstupom procesu a v príslušnej technológii sa pokladá za odpad.

Tvarovanie rezaním má univerzálny charakter a používa sa pri drevenom materiáli v jeho prírodnej podobe, ale aj v aglomerovanej forme.

Pri masívnych dielcoch sa ich konečný tvar dosiahne **frézovaním**, resp. jeho modifikáciami **okružovaním** a **sústružením**. Pri tvarovo náročných dielcoch, v miestach kde je väčšie ubratie hmoty, frézovaniu predchádza **pílenie**. Pílenie má väčšiu účinnosť, pretože nastane rozdeľovanie materiálu a nie jeho postupné odoberanie.

Pri plošných dielcoch pri dobrej kvalite rezného nástroja môže byť tvarovanie pílením aj ukončujúcim postupom. Opracované plochy sa buď nenachádzajú na viditeľných miestach, alebo sa upravujú nalepovaním dekoračného materiálu.

Tvarovo jednoduché masívne dielce, pre ktoré je charakteristická rovnobežnosť plôch, sa tvarujú rovinnými frézovačkami s pevne uloženým nástrojom.

Masívne, ale aj plošné dielce zložitejšieho tvaru sa tvarujú na princípe kopírovania, ktoré je založené na vzťahu medzi modelom, nástrojom a obrobkom.

Najbežnejším spôsobom tvarovania je kopírovanie pomocou šablóny pohybujúcej sa po vodiacom krúžku spodnej zvislej frézovačky. Pri horných frézovačkách je snímačom tvaru šablóny vodiaci kolík.

Vývoj strojovo-technologických zariadení a ich automatizácia priniesli stroje (obrábacie centrá), ktoré tvarujú dielce na základe informácií uložených v radiaciach počítačov. Tvarovanie sa uskutočňuje nielen v jednej rovine, ale aj v priestore.

3.11.2 Tvarovanie ohýbaním

Ohýbanie je založené na poznatkoch o tvarovateľnosti dreva za predpokladu, že sa plastifikuje. Tvarovateľnosť sa zabezpečuje plastifikáciou lignínu teplom alebo chemicky (napr. amoniakom). Zvýšená teplota, vlhkosť alebo prítomnosť chemikálií sú nevyhnutnými sprievodnými javmi plastifikácie. Plastifikáciou dreva sa zvyšuje jeho plasticnosť.

Pod pojmom **plasticnosť dreva** sa chápe jeho vlastnosť *meniť vplyvom vonkajších síl tvar a po ich pôsobení si ho zachovať*.

Plasticnosť dreva závisí od zmäkčenia strednej lamely, ktorej hlavnou zložkou je lignín. Stredná lamela je súčasťou submikroskopickej stavby dreva. V bunkovej blane sa rozlišuje veľmi jemná primárna (vonkajšia) a sekundárna (bližšia k jadru) stena.

Sekundárna stena sa ešte delí na tri vrstvy: vonkajšiu, strednú a vnútornú. Dve primárne steny, patriace susedným bunkám, sú zlepené medzibunkovou hmotou a tvoria zloženú *strednú lamelu*.

V bunkových stenách (blanách) sa ukladá organická látka lignín, čo spôsobuje drevnatenie bunkovej blany. Drevnatením blany sa znižuje ťahová pevnosť dreva a zmenšuje sa nasiakavosť a napúšťanie. Preto treba tieto vrstvy zmäkčiť – **plastifikovať**.

Po zmene tvaru treba faktory spôsobujúce plasticnosť dreva odstrániť (drevo sa suší), preto sa hovorí o **stabilizácii ohybu**.

Zmena tvaru nastáva v dôsledku pôsobenia vonkajších síl – ohýbaním, bez podstatného premiestnenia vnútorných častíc. Ohýbanie je teda beztrieskové tvarovanie.

Tvarovanie ohýbaním má oproti trieskovému tvarovaniu viac výhod:

- pri ohýbaní nevznikajú takmer nijaké straty materiálu,
- technológia ohýbania je jednoduchšia a rýchlejšia ako trieskové tvarovanie,
- investičné náklady na ohýbacie zariadenia sú nižšie ako na trieskové obrábanie,
- pevnosť a tuhosť výrobkov je väčšia pri ohýbaných dielcoch ako pri výrobe rovnakých tvarov trieskovým obrábaním.

Aj napriek tomu, že drevo sa v ohnutom stave používalo už skôr, prvé správy o ohýbaní v dnešnej podobe pochádzajú zo začiatku 19. storočia. Na základe týchto údajov išlo o zmäkčovanie dreva varením v horúcej vode alebo vo vodnej pare. Ohýbané drevo sa používalo najmä v kolárstve na výrobu častí drevených kolies.

Prevrat v technike ohýbania dreva nastal po zavedení pásnice. **Pásnica** (plechový pás) sa prikladala na tú stranu hranolčeka, ktorá mala byť vypuklá. Pásnica s koncovými zarážkami držala vonkajšiu vrstvu hranolčeka vo vymedzenej dĺžke, pričom sa vnútorné vrstvy stláčali.

Ohýbaním dreva bez pásnice so zarážkami sa drevo na bokoch trhalo, vrstvy dreva sa posúvali a vonkajšia vrstva praskala. Autorom patentu nového tvarovania ohýbaním je **Michal Thonet**.

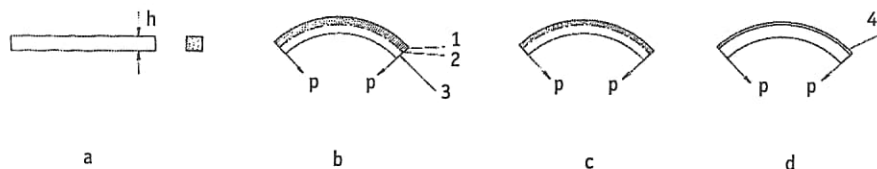
3.11.2.1 Teoretické princípy ohýbania

Pri ohýbaní je materiál namáhaný v profile, a to na vypuklej (konvexnej) strane na ťah a na vydutej (konkávnej) strane na tlak. Medzi týmito zónami sa nachádza vrstva, v ktorej prechádza ťahové napätie na tlakové. Táto vrstva (neutrálna plocha) je namáhaná na šmyk. **Ak má nastať trvalá deformácia treba, aby nenastal šmyk, ale aby sa predĺžili ťahové a skrátili tlakové zóny.**

Kritickým miestom pri ohýbaní je ťahová zóna. Rozťažnosť dreva v pozdĺžnom smere pre hydrotermicky upravené drevo je 1,5 až 2 %. Naproti tomu stlačiteľnosť dreva je pri optimálnych podmienkach až 30 %.

Tieto poznatky sa využívajú pri ohýbaní hranolčeka pomocou pásnice a pôsobenia čelného tlaku. Ak sa na ohýbaný hranolček tesne upne z vypuklej strany oceľová pásnica, budú sa hranolček s pásnicou ohýbať ako jeden celok. V tomto kombinovanom materiáli sa neutrálna plocha presúva k pásnici, čo vedie k teoretickej možnosti ohýbania, a to za podmienky výlučne tlakového napätia v dreve. V praxi sa však volí neutrálna plocha tak, aby časť prierezu hranolčeka bola namáhaná na ťah a podstatná časť na tlak.

Aby v priebehu ohýbania nenastal pohyb neutrálnej plochy (šmyk), dôležité je účinné pôsobenie koncového tlaku prostredníctvom uholníkov pásnic a priliehanie vypuklej hrany na pásnicu. Posuv neutrálnej vrstvy v hranolčeku za rôznych podmienok vyjadruje obr. 49.



Obr. 49. Posuv neutrálnej vrstvy pri ohýbaní dreva: a – hranolček, b – nenaparený hranolček, c – naparený hranolček, d – naparený hranolček ohýbaný s pásnicou, 1 – ťahové pásmo, 2 – neutrálna vrstva, 3 – tlakové pásmo, 4 – pásnica, p – smer pôsobenia ohýbacej sily, h – hrúbka materiálu

Ohýbateľnosť dreva udáva **koefficient ohýbateľnosti**, ktorý vyjadruje pomer hrúbky materiálu (h) a polomeru ohybu (r).

$$K_o = h/r$$

Možný stupeň ohnutia dreva sa udáva tzv. **kritickým ohybom**, ktorý je vyjadrený pomerom hrúbky dielca a kritickým polomerom ohybu – $r_{krit.}$, pri ktorom nastáva porušenie dielca.

Z praktických prác boli pre jednotlivé drevisy určené tieto koeficienty ohýbateľnosti:

buk – 0,4, **dub** – 0,25, **breza** – 0,17, **jedľa** – 0,10 a **borovica** – 0,09.

V praxi sa pri použití pásnic pracuje s koeficientom **ohýbateľnosti** $k_o = 0,30$.

Na základe tohto koeficientu možno pre danú hrúbku materiálu vypočítať minimálny polomer ohnutia.

3.11.2.2 Materiály na ohýbanie a ich príprava

Ohýbateľnosť dreva ovplyvňuje **druh materiálu a technológia jeho prípravy**.

Medzi materiálové vplyvy patria vplyvy druhu drevín, štruktúry dreva a vlhkosti dreva.

■ Vplyv druhu drevisy

V podstate možno ohýbať všetky drevisy. Listnaté drevisy sa ohýbajú podstatne lepšie ako ihličnany. Ihličnaté drevisy majú veľký rozdiel medzi jarným a letným drevom, ktorý bráni rovnomernému rozdeleniu vnútorných pnutí v priereze hranolčeka.

Napriek tomu, že sa viaceré drevisy dajú veľmi dobre ohýbať, na výrobu ohýbaných dielcov sa vďaka výskytu a dostupnosti takmer výlučne používa buk.

■ Vplyv štruktúry dreva

Drevo na ohýbanie musí byť rovno vláknité, bez hrčíc, trhlín, úplne zdravé a musí mať pravidelné letokruhy. Veľmi výrazné letokruhy a šírkové rozdiely jarného a letného dreva zmenšujú vhodnosť dreva na ohýbanie.

■ Vplyv vlhkosti dreva

Ohýbateľnosť dreva rastie s rastom vlhkosti až po bod nasýtenia vlákien. Voľná voda v bunkách sťažuje ohýbanie, predlžuje sušenie a vyvoláva popraskanie vlákien.

Technologický postup výroby ohýbaných dielcov možno rozdeliť na:

- výber a prípravu hranolčekov,
- prípravu (plastifikáciu) hranolčekov na ohýbanie,
- ohýbanie dielcov,
- stabilizáciu ohybov.

Výber a príprava hranolčiekov

Ide o narezanie dielcov na hrubú dĺžku a o ich frézovanie. Plochy, ktoré priliehajú k pásnici a tvárnici, musia byť frézované, aby sa nezvýšila nepodarkovosť vplyvom stôp po pílových listoch na povrchu dielca. Rovnako je dôležité urobiť skracovanie presne a pravouhlo, aby bol koncový tlak pri ohýbaní účinný. Ak sú dielce kratšie, vzniká na ich konvexnej strane nadmerné predĺženie a nastáva lámanie dielcov.

Príprava (plastifikácia) hranolčiekov na ohýbanie

Príprava hranolčiekov na ohýbanie sa uskutočňuje parením v parákoch. Paráky sú valcové ležaté nádoby s vnútorným priemerom 250 až 800 mm a s čelným uzáverom.

Na parenie sa používa vlhká nasýtená para s miernym pretlakom 0,02 až 0,05 MPa, pri teplote 102 až 105 °C. Pri daných podmienkach doba parenia závisí od prierezu hranolčiekov a predlžuje sa aj s poklesom vlhkosti pod 25 %. Na každé percento poklesu vlhkosti je to asi o 5 minút.

Naparené hranolčekom sa vyberú z paráka do príručného zásobníka, ktorý je umiestnený v bezprostrednej blízkosti pracoviska ohýbania.

Ohýbanie dielcov

Zmena je umožnená premenou vlastností materiálu tvaru dielca. Zmena vzniká pôsobením vonkajších síl.

Stabilizácia ohybu

Navrátením vlastností dreva do pôvodného stavu sa stabilizuje ohnutý tvar dreva. Stabilizácia sa uskutočňuje sušením dreva.

3.11.2.3 Spôsoby ohýbania

Pri ohýbaní pôsobia vonkajšie sily na hranolčekom s cieľom dosiahnuť nový tvar.

Ohýbanie sa vykonáva:

- ručne,
- strojovo s nevyhrievanými tvárniciami,
- strojovo s vyhrievanými tvárniciami.

Ohýbanie sa uskutočňuje najčastejšie strojovo, ale niektoré ohyby nepravidelných tvarov v priestorovom usporiadaní sa robia ručne v špeciálnych prípravkoch. Aby sa hranolček ohol a zostal ohnutý, na ohýbanie sa používajú formy (tvárnice) a ohýbacie plechy (pásnice). Formy sú zhotovené z kovu a používajú sa ako nástroj, ktorý dáva ohýbanému materiálu tvar. Ohýbaný materiál sa okolo formy buď navíja, alebo sa cez formu ohýba. Pásnice sa pri ohýbaní napínajú na vonkajšiu stranu ohybov.

3.11.2.4 Rozdelenie ohýbacích strojov

Medzi ohýbacie stroje patria:

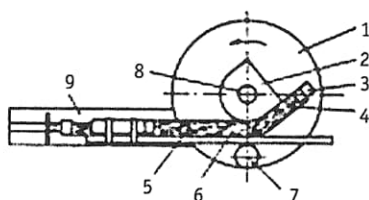
- ramenové ohýbačky,
- ohýbací stroj (ohýbačka) s otočnou tvárniciou,
- ohýbací stroj (ohýbačka) predných a zadných nôh stoličiek.

Ramenové ohýbačky sa používajú na otvorené ohyby. Dielec je upevnený na pásnici a je tvarovaný podľa tvárnice, ktorá je k nemu hydraulicky pritláčaná. Konce dielca sú k tvárnici dotlačené pomocou ramien. Ohnutý dielec sa zabezpečí dvojitém hákom a potom sa vyberie zo stroja.

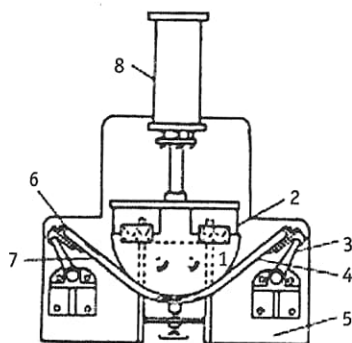
Ohýbací stroj s otočnou tvárniciou slúži na vytvorenie uzavretých ohybov. Dielec je z ohýbacieho vozíka vložený medzi pásnicu a tvárniciu. Vozík sa pohybuje okolo otáčajúcej sa tvárnice, na ktorú sa dielec navíja. Ohnutý dielec sa zabezpečuje svorkou.

Ohýbacie stroje na nohy stoličiek vytvárajú iba mierne ohyby. Ohnutie aj sušenie prebieha v jednom stroji. Pri ohýbaní stroji na predné nohy je stojan s ohýbacou jednotkou pevný a vyhrievané tvárnice sú pohyblivé. Pri ohýbaní zariadení na zadné nohy sú pevné tvárnice a ohýbacia jednotka je pojazdná.

Schémy ohýbacích strojov sú na obr. 50 a 51.



Obr. 50. Ohýbací stroj s otáčajúcou sa tvárniciou (schéma): 1 – ohýbací stôl, 2 – tvárnica, 3 – zarážka, 4 – pásnica, 5 – ohýbaný hranolček, 6 – vodiace rameno, 7 – odpružený pritlačný valec, 8 – ohýbací hriadeľ, 9 – vedenie



Obr. 51. Ohýbací hydraulický stroj (schéma): 1 – tvárnica, 2 – záves tvárnice, 3 – kovové rameno, 4 – pásnica, 5 – stacionárny základ stroja, 6 – koncová zarážka, 7 – ohýbaný hranolček, 8 – hydraulický valec

3.11.2.5 Stabilizácia ohybov

Úlohou stabilizácie je **premeniť dočasnú tvarovú zmenu na trvalú**. Realizuje sa to premenou vlastností dreva, teda prinavrátením z plastického stavu do pôvodného. Túto zmenu možno dosiahnuť znížením vlhkosti a teploty dreva oproti stavu počas ohýbania. Tvarová stabilita sa dosiahne vtedy, keď sa sušením zníži vlhkosť dreva na $8 \pm 2 \%$.

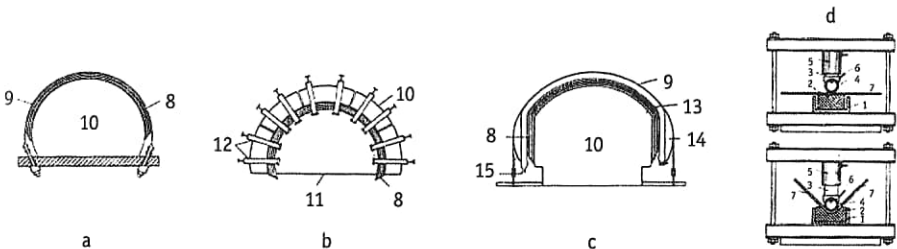
Teoreticky sú známe viaceré metódy stabilizácie. V praxi sa však uplatňuje iba teplo-vzdušné a kontaktné sušenie.

Stabilizácia teplovzdušným sušením prebieha vo viacerých, časovo na seba nadväzujúcich procesoch. Čas stabilizácie hranolčekov závisí od rôznych činiteľov, od teploty v miestnosti, rozmerov dielcov, polomeru ohybu a od vlhkosti materiálu. Preto sa čas sušenia stanovuje pre každý druh dielca až na základe skúšky.

Pri kontaktnom sušení sa teplo prenáša na ohnuté dielce z vyhrievaných tvárnic, ktoré sú súčasťou ohýbacích zariadení. V dôsledku jednostranného tepelného pôsobenia je rozloženie vlhkosti v priereze dielca nerovnomerné. To spôsobuje predĺženie času stabilizácie. Aby sa tento čas skrátil a mohli sa ohýbať ďalšie dielce, stabilizácia sa ukončí v štádiu, keď je dielec schopný udržať ohnutý tvar. Na tento proces nadväzuje teplovzdušné sušenie a klimatizácia.

3.11.3 Tvarovanie lamelovaním

Lamelovanie je viacvrstvé lepenie tenkých drevných materiálov. Pri výrobe tvarovaných lamelovaných dielcov sa využívajú poznatky o proporcionálnosti hrúbky materiálu a polomeru ohýbania. Pri lamelovaní sa tenké drevné lamely, zvyčajne dyhy, ohýbajú tlakom matrice a patrice. Dyhy sa v súbore správajú tak, ako keby sa ohýbali osobitne. Vzhľadom na ich malé hrúbky nevznikajú nepriaznivé napäťové pomery. Okrem matrice sa na vyvodenie požadovaného prítlaku používa aj kovový ťažný pás, prípadne gumová hadica s kovovým pásom (obr. 52).



Obr. 52. Lisovanie vrstvených dýh: a – kovovým ťažným pásom, b – delenými maticami, c – vloženou hadicou a kovovým pásom, d – pružnou opornou plochou, 1 – držiak, 2 – gumová podložka, 3 – piestnica, 4 – valcová tlačná plocha, 5 – silový valec, 6 – prívod vyhrievacieho média, 7 – ohýbaný materiál, 8 – súbor dýh, 9 – kovový ťažný pás, 10 – matrica, 11 – patrica, 12 – svorky, 13 – hadica, 14 – prítláčny kolík, 15 – stlačený vzduch

Technika vrstvenia má tieto výhody:

- hrubé dielce možno zhotovovať s malým polomerom ohnutia,
- do vrstvených ohybov možno využiť aj dyhy s hrčami, trhlinami a inými chybami,
- nastavovaním dýh možno vytvoriť dlhé dielce bez toho, aby sa znížila ich pevnosť,
- tenké lamely netreba plastifikovať.

Medzi nevýhody ohybov z vrstveného dreva patrí:

- otupovanie nástrojov v lepidlových škárách,
- viditeľné vrstvy lepidla môžu byť estetickým nedostatkom,
- výroba ohybov vo viacerých rovinách je ťažšia ako pri ohyboch z masívneho dreva,
- ohýbané dielce z vrstveného dreva sú zvyčajne drahšie.

Pri výbere dýh na ohýbané vrstvené dielce treba zachovať rovnakú hrúbku všetkých zlepovaných dýh. Dyhy musia byť zdravé, bez hniloby a vysušené na 8 až 12 % vlhkosť. Pre kvalitu výlisku je dôležité, aby dyhy s prípustnými chybami neboli v súbore uložené na sebe, ale musia byť preložené dyhou bez chýb. Opravy dýh môžu byť iba na priamych častiach dielcov, nie v ohyboch.

Pri príprave súborov na lisovanie sa polovica dýh nanesie obojstranne lepidlom a potom sa dyhy ukladajú striedavo s nánosom a bez neho. Povrchová dyha sa prikladá k súboru až tesne pred zlisovaním.

Na lisovanie ohybov sa najčastejšie používajú tvárnice skladajúce sa z matrice a patrice.

Výroba tvarovaných lamelovaných dielcov je progresívnou technológiou s celým radom výhod. Obmedzujúcim činiteľom je hospodárnosť výroby lisovacích foriem.

3.11.4 Ohýbanie plošných materiálov

Najjednoduchšie možno **preglejký** ohýbať tak, že sa v mieste ohybu narezú (z vnútornej strany) pílovými kotúčmi, pričom dve dyhy musia zostať neprerezané. Potom sa miesto ohybu z vonkajšej strany naparí (pri teplote 100 °C asi 6 minút), dielec sa v prípravku ohne a z vnútornej strany sa vlepi dyha alebo tvarová lišta. Po stvrdnutí lepidla dyha aj lišta udržiavajú nielen tvar a pevnosť ohybu, ale aj celého rohového spoja.

Latovky, ktoré chceme ohýbať, treba zvnútra narezať súbežnými klinovitými zárezmi až po poddyhu. Po nanosení lepidla na rezné škáry treba dielec ohýbať súčasne s jeho dyhovaním. Ohyb sa dyhovaním zafixuje. Dielce latovky sa ohýbajú v hrubých rozmeroch.

Podobným spôsobom, teda narezávaním a lepením, sa ohýbajú aj drevovláknité a drevotrieskové dosky. Ohyb sa spevňuje z vnútornej strany preglejkou alebo dyhou.

Tvarované dielce možno vyrobiť aj z drevných triesok a vlákien, a to ich lisovaním na

požadovaný tvar. Rozšírenejšia je výroba tvarovaných výliskov z drevných triesok. Triesky nanesené lepidlom sa vysypú do foriem, kde sa za studena predlisujú. Potom sa z obidvoch strán oblepia dekoračnými materiálmi a za horúca sa lisujú na konečný tvar.

Kontrolné otázky:

1. Akými metódami sa drevo tvaruje?
2. Definujte tvarovanie rezaním.
3. Ako sa dosiahne konečný tvar masívnych a plošných dielcov pri trieskovom tvarovaní?
4. Na čom sa zakladá ohýbateľnosť dreva?
5. Aké činitele ovplyvňujú ohýbateľnosť dreva?
6. Charakterizujte jednotlivé druhy ohýbacích strojov.
7. Čo je stabilizácia ohybu a aké metódy stabilizácie sa používajú?
8. Čo je tvarovanie lamelovaním a aké má výhody a nevýhody?
9. Aké podmienky treba zachovať pri výrobe tvarovaných lamelovaných dielcov?
10. Ako sa tvarujú veľkoplošné konštrukčné materiály?