

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта



РАБОТНА СКРИПТА ПО НАСТАВНИОТ ПРЕДМЕТ

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година

за образовен профил

МАШИНСКИ ТЕХНИЧАР за производство

1 ТЕОРИЈА НА РЕЖЕЊЕТО

1.1 ЗАПОЗНАВАЊЕ СО ПРЕДМЕТОТ НА ИЗУЧУВАЊЕ

Теоријата на режењето има за задача да врши научно истражување на појавите и изнаоѓање на законитостите на режењето. При тоа се користат методите на работење кои процесот на сечењето го проучуваат од два аспекта:

1. од аспект на промените што се јавуваат на обработуваниот материјал при режењето (коэффициентот на збивање на материјалот, аголот на отсечувањето на струшката, распределба и одведувањето на топлината од местото на режењето и друго);

2. причините што ги предизвикуваат овие промени (влијанието на геометријата на сечилото од алатот врз режењето, влијание на режимите на обработка, трајноста на алатот и друго).

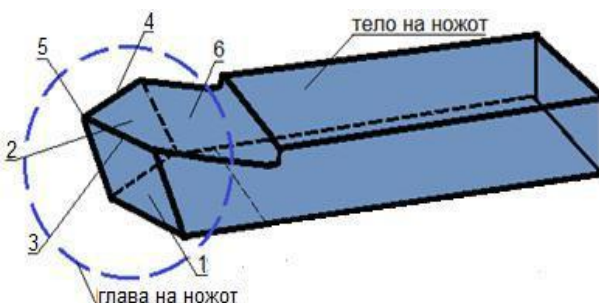
Покрај тоа се врши истражување на силата на режењето што овозможува правилно димензионирање на машината. Преку теоријата на режењето за обработка на струг, во ова поглавје, ќе биде објаснета и теоријата на режењето на сите други обработки, и тоа за оние елементи што се сретнуваат кај стругањето. Посебните елементи што се карактеристични за тие обработки ќе бидат објаснети во понатамошните поглавја кај соодветните машини.

Бројот на факторите што влијаат врз обработката со симнување на струшка е голем, поради што и нивното изучување е значително тешко. Затоа овај број е сведен само на два (*брзина на режењето* и *отпорите при режењето*), додека сите други се групирани или индиректно содржани во нив.

Со оглед на тоа што еден ист материјал не се однесува еднакво при различни видови обработки (стругање, глодање, дупчење), потребно е секој вид обработка посебно да се проучува од сите аспекти.

1.2 ГЕОМЕТРИЈА НА АЛАТОТ ЗА ОБРАБОТКА НА СТРУГ

Сите постапки при режењето со цврсти алати имаат заеднички елементи, а тоа е главата на ножот или, како потаму ќе ја нарекуваме сечило на алатот. Заради тоа дефинирањето на геометријата на сечилото на стругарскиот нож, на неговите агли и површини, може да се унифицира, па со доста голема точност да се однесува на сите алати со цврсти сечила.



Сл.1.1: Основни елементи на стругарските ножеви:

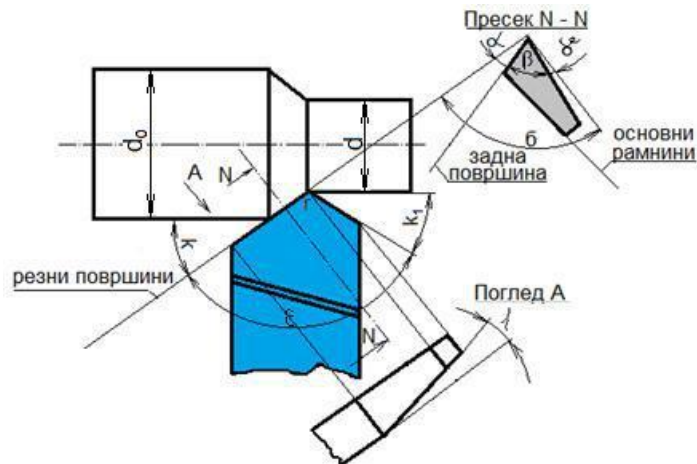
- 1) предна резна површина на ножот;
- 2) задна (слободна) површина на ножот;
- 3) главно сечило;
- 4) споредно сечило на ножот;
- 5) клин на ножот;
- 6) површина за одведување на струшката.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Сечилото на стругарскиот нож на сликата погоре се состои од две површини од кои една е предна (резна или градна) површина (3), другата е задна (слободна или грбна) површина (4). Во пресекот на овие две површини се образува главното сечило на ножот (5) или клин на ножот.

Ако го посматраме сечилото на стругарскиот ножот основната рамнина на режењето и истовремено го пресечеме со рамнина N - N, ќе ги видиме неговите поважни агли:



Сл.1.2: Агли на стругарски нож: $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$.

Аглие кај стругарскиот нож, кои се означени на цртежот погоре се:

α - *задан (слободен или грбен) агол*, е агол што го образува правецот на релативното движење меѓу предметот и алатот и задната површина на алатот. Овој агол се зема од $6^\circ \div 10^\circ$;

γ - *предниот (реен или граден) агол*, е аголот што се образува помеѓу нормалата на правецот на релативно движење и предната површина на алатот, овој агол е најчесто позитивен, но може да биде и негативен. Неговите вредности се движат од $10^\circ \div 50^\circ$;

β - *агол на клинот на ножот*, е аголот што се јавува во пресекот на предната и задната површина, а вредностите се движат од $40^\circ \div 76^\circ$, при што поголемите агли се за обработки на потврди материјали;

b - *агол на режење*, е аголот измеѓу предната површина и резната рамнина ($\alpha + \beta + \gamma = b = 90^\circ$); χ - *нападен агол (агол на поставување на ножот)*, ја определува

положбата на стругарскиот нож во однос на обработуваниот предмет и е меѓу главното работно сечило и оската на работниот предмет, а се движи со вредност од $30^\circ \div 90^\circ$;

χ_1 - *помошен агол на поставување на ножот*, е агол помеѓу помошното сечило и оската на обработуваниот предмет, секој од овие два агли може да има вредност од $0^\circ \div 90^\circ$, но најчесто е $20^\circ \div 70^\circ$;

ϵ - *агол на врвот на сечилото на ножот*, е помеѓу главното и помошното сечило, врвот на ножот најчесто се заоблува во зависност од бараниот квалитет на обработка и брзината на поместот, а заоблувањето изнесува $r = 0,5 \div 3 [mm]$;

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

$$\chi + \chi_1 + \varepsilon = 180^\circ$$

λ - агол на наколот на сечилото на стругарскиот нож кој може да ги има сите предности, и тоа позитивни, негативни или вредност нула. Најчести вредности на овој агол се $\lambda = 4^\circ \div 6^\circ$.

Аголот ε е независен од положбата на алатот спрема обработуваниот предмет, па може да го наречеме *апсолутен агол на ножот*, додека аглиите α , β , γ , χ , χ_1 , λ се *релативни агли*, поради различните вредности што можат да ги имаат со оглед на режењето или острењето. Секој од овие агли влијае на процесот на режењето, односно создавањето на струшката, па затоа влијанието на секој од нив дополнително ќе биде разгледуван.

1.3 МАТЕРИЈАЛ ЗА ИЗРАБОТКА НА АЛАТИТЕ

Со оглед на степенот на развитокот на технологијата за добивање материјали, може да се рече, дека изборот на материјали за изработка на резачки алат е голем и доста богат. Но бидејќи е голем и бројот на условите што треба да ги исполнува тој материјал, неопходно е при неговиот избор да се изврши една поцелосна анализа за тоа какви особини треба да има и за какви процеси на режење ќе се користи. Во оваа анализа треба да бидат опфатени следните фактори:

1. *карактерот на режењето*, дали е струшката со *константен* или со *променлив* пресек, отворена или затворена, со континуиран или прекинат рез;
2. *обработуваниот дел*, од каков материјал е делот, неговата големина и квалитетот на обработка;
3. *режимите за работа*, големината на пресекот на струшката, односот на длабината и дебелината на струшката, брзината на режење и средства за ладење и подмачкување;
4. *обликот и изведбата на алатот*, големината и геометријата на неговото сечило;
5. *барањата за постојаност на сечилото на алатот*, подоцна ќе биде детално анализирана;
6. *употребната машина*, видот, големината, стабилноста и крутоста на машината;
7. *начин на прицврстување на алатот на машината*, видовите, конструкцијата и изведбите на стегите и другите стегнувачки алати.

Горната анализа ќе ни помогне секогаш да избереме таков материјал кој ќе ги задоволи сите барања што се однесуваат на векот на траење на сечилото на алатот, неговата економичност и квалитетот на обработуваните површини.

Со други зборови алатот треба да има:

- доволна *цврстина* и *жилавост* за да може да се спротиставува на механичките напрегања од статичка и динамичка природа што се јавуваат како резултат на отпорите и силите на сечењето;

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

- доволна цврстина и *тврдост* за да може да се спротиставува на трошењето до кое доаѓа поради непрекинато триење на струшката или обработуваниот предмет;

- доволна цврстина, трврдост и *хемиска* постојаност при зголемени температури за да може режењето да се одвива нормално и при неповолни термички и хемиски услови на работа;

- доволна *економичност* при набавката и експлоатацијата.

Материјалите за изработка на алат може да се групираат во неколку групи:

1. **Алатните челици**, може да бидат *нелегирани* и *легирани*. Се одликуваат со температурна постојаност на сечилото (од 200 ÷ 250°C) и со резачки брзини од $v = 15 [m/min]$.

Нелегираните алатни челици во својот состав содржат:

- 0,85 ÷ 1,30% јаглерод (C);
- 0,20 ÷ 0,30% силициум (Si) и манган (Mn); и
- 0,025% фосфор (P) и слуфур (S).

Се употребуваат за изработка на жилави, средно тврди и многу тврди алати, што зависи од содржината на јаглеродот и потребите при обичното режење.

Легираните челици и тоа нисколегираните во својот состав ги имаат следните елементи:

1,00 ÷ 1,40% јаглерод (C);	0,10 ÷ 0,20% ванадиум (V);
1,00 ÷ 2,00% ванадиум (W);	1,15 ÷ 2,00% манган (Mn);
0,60 ÷ 1,80% хром (Cr);	0,45 ÷ 0,75% молидбен (Mo).

Овие челици се користат за изработување на алат за потешки услови на режење. Со напомена дека составите на алатните челици се приближни.

2. **Брзорезачки челици**, се добиваат со зголемување на процентот на волфрам (W), хром (Cr), молидбен (Mo), ванадиум (V) и на другите легирани челици, а се карактеризираат со температурна постојаност (од 550 ÷ 700°C) и резачки брзини од $v = 40 [m/min]$.

Во својот состав со кој се обезбедува температурна стабилност, голема трврдост, жилавост и хомогена ситнозрнеста мартензитна структура во која се наоѓаат карбидите на волфрам (W), хром (Cr), ванадиум (V), имаат приближно:

20% волфрам (W);	5% хром (Cr);
9% молидбен (Mo);	4% ванадиум (V),

а за потешки услови уште и 20% кобалт (Co).

3. **Тврди легури**, кои се уште познати под имињата *целзит* и *стелит*, произведени во САД. Се одликуваат со температурна постојаност (од 800 ÷ 900°C) и резачки брзини од околу $v = 60 [m/min]$.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Во својот состав, како главни легирни состојки, директно содржат кобалт (Co), хром (Cr), волфрам (W), јаглерод (C), нешто помалку никел (Ni), манган (Mn), молибден (Mo), ванадиум (V), титаниум (Ti), талиум (Ta), и до 10% железо (Fe). Се добиваат со постапка на леење, а се карактеризираат со голема тврдост, но и со голема кртост што ги исклучува од употреба при изработката на резачкиот алат. Поради големата тврдост доста се користат за изработка на алат изложен на мирно оптоварување.

4. Тврди синтерувани материјали, (видија - СР Германија и карболов САД) се добиваат со замена на постапката леење со синтерување, и тоа на карбидите на волфрамот (W), со додавање на титаним (Ti), торיום (To), и кобалт (Co), како средство за врзување.

Постапката на синтерување се изведува на следниот начин: составните елементи (W, Ti, To, Co, и други) претходно се мелење се иситнуваат, а потоа се мешаат, па добиената смеса се изложува на дејство на притисок при што се добиваат одредени облици на плочки или стапови. Над овие сурови облици претходно се врши синтерување при температура од 900°C. Потоа следува постапката на завршно синтерување на температура од 1300 ÷ 1700°C што зависи од составот. На крајот, така добиените плочки со точење се доведуваат до потребниот облик.

Овие метали се одликуваат со температурна постојаност (од 900 ÷ 1000°C) и со резачки брзини $v = 200 \text{ [}^m/\text{min]}$.

5. Синтерувани легури и материјали од синтерувани оксиди, (*керамички резачки материјали*), овие материјали се добиваат со синтерување на чисти или мешани алумински оксиди (Al₂O₃), а познати се уште и под името *керамички материјали*.

Главна нивна предност што им овозможува се поголема примена, покрај големата тврдост, температурната стабилност (до 1200°C) и резачките брзини до $v = 500 \text{ [}^m/\text{min]}$, е нивната релативно ниска цена, така што со соодветно избрани режими на работа се надолупнува недоволната жилавост за одредени резачки постапки.

6. Дијаманти од природно или синтетичко потекло, се употребуваат за големи брзини на режење и при посебни барања за квалитетот на обработуваната површина.

Покрај големата тврдост, физичката и хемиската отпорност, постојаноста на високи температури и големата топлинска спроводливост, се одликуваат и со голема кртост што ја ограничува нивната примена. Инаку, тоа се најсовршени материјали за изработка на сечила на мали алати за режење, материјали кои имаат, може да се рече, неограничена издржливост.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Колкава е таа издржливост, ќе видиме од следниот пример: нож со сечило од тврд метал, при обработка на дел од алуминиумска легура (со 6%, Si), во пресек, без оштетување може да издржи обработка на $6 \div 8$ парчиња, додека ист таков нож со дијамантско сечило, при исти услови на работа, може да издржи обработка во просек на $7000 \div 15000$ парчиња.

1.4 НАСТАНОК НА СТРУГАНИЦА

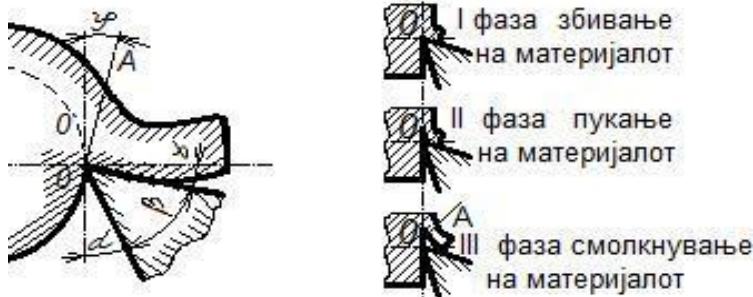
Процесот на настанување на струганицата и видовите во кои таа се јавува зависат од многу фактори, меѓу кои најважни се:

1. *материјалот што се обработува* (неговата состојба, вид и цврстина);
2. *алатот со кој се реже* (неговиот облик и геометријата на сечилото);
3. *режимите за работа* (брзината, чекорот и дебелината на струшката);
4. *употребената машина* (нејзината стабилност и крутост при работата).

Настанувањето на струганицата може да се раздели на три фази и тоа:

I фаза - збивање на материјалот на предната површина на ножот при што доаѓа до пластична деформација на обработуваниот слој поради усукнување на струганицата;

II фаза - пред врвот на ножот доаѓа до појава на пукнатина поради зголемувањето на притисокот на кинењето на материјалот (рамнина 00°);



Сл.1.3: Настанување на струганицата.

III фаза - смолкнување на материјалот во правецот на рамнината на смолкнувањето (OA) при што доаѓа до триење помеѓу струганицата и материјалот кој се обработува.

Додека за првите две фази е карактеристична пластичната деформација во границите на цврстината на материјалот што се сече, кај третата фаза таа цврстина е надмината поради што доаѓа до смолкнување на струганицата.

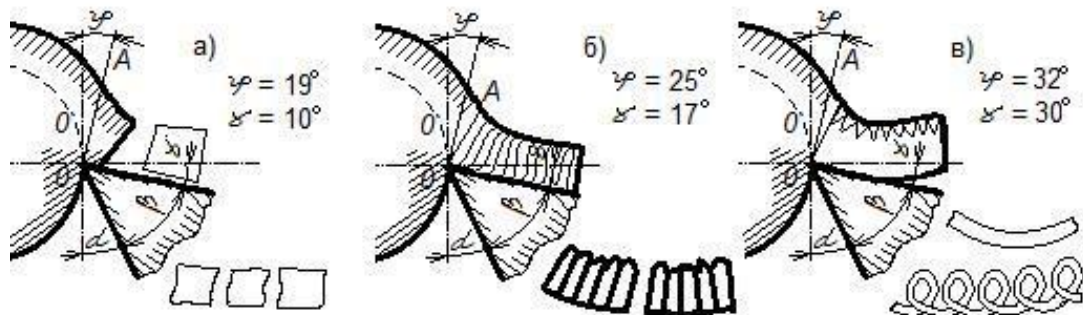
1.5 ВИДОВИ НА СТРУГАНИЦИ

Според надворешниот облик на струганицата која настанува во процесот на режење на металите, разликуваме:

- кинета или кршена струганица;
- режена струганица; и
- континуирана, лупена или лентеста струганица.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта



Сл.1.4: Видови на струганици: а) кинета; б) режена; и в) лентеста.

Кинетата струганица (од сл.1.4; а)), се јавува при обработка на метали со мали резачки брзини или мал преден агол (γ). При тоа на одредено растојание од врвот на ножот материјалот се кине, поради што обработуваната површина е груба, рапава. Ако се зголеми резачката брзина или аголот (γ) тогаш елементите на струганицата остануваат поврзани, бидејќи пукнатината се формира поблиску до врвот на ножот и е кратка. Ваквата струганица се вика *режена струганица* (сл.1.4; б)). Нејзината должина е поголема, а квалитетот на обработената површина е подобар.

Со понатамошно зголемување на резната брзина или предниот агол (γ), смолкнувањето на струганицата настанува уште поблиску до врвот на ножот така што се формира една континуирана лента на која воопшто не се забележуваат траги од рамнината на смолкнувањето (струганицата е мазна од двете страни). Ваквата струганица се нарекува лентеста, лупена или континуирана струганица (сл.1.4; в)). Квалитетот на обработената површина овде е уште подобар. Како заклучок може да се каже дека при обработката на жилавите материјали можат да се појават сите три форми на струганици. Која од овие струганици ќе се формира зависи од резачката брзина или од предниот (резачки) агол (γ).

Преминот од еден на друг вид на струганица при константна резачка брзина се остварува со промена на предниот (резачки) агол (γ). Ако обработката се изведува со еден ист нож, што значи дека предниот (резачки) агол (γ) останува непроменет (константен) преминот од еден во друг вид на струганица се изведува со промена на резачката брзина. Овој заклучок нема да има значење само кај тврдите и крти материјали (бронза, леано железо и друго), кај кои при сечењето се јавува исклучително кинета струганица.

Аголот на смолкнувањето (γ) што го затвора рамнината на смолкнувањето на струганицата и правецот на релативната брзина на сечењето не зависи од видот на материјалот што се обработува, туку само од видот на струганицата. Ова е заклучок според испитувањето на Hankins (Ханкинс). Во табелата 1.1 се дадени податоци за големините на аглите (γ и β) од која се гледа и податокот дека аголот на смолкнувањето што предизвикува помало загревање, како на струганицата така и на резачкиот алат (ножот) е поголем доколку се поголеми резачката брзина и предниот агол (γ).

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Табела 1.1: Големини на аглите (γ и α).

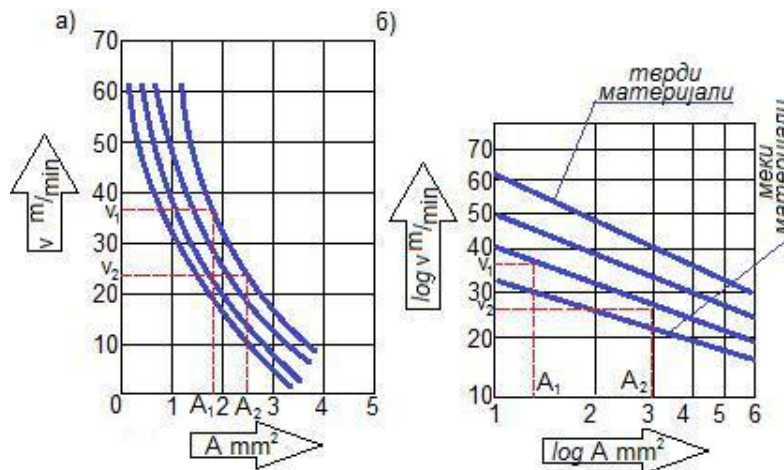
вид на струганица	α °	γ °	T °C	резачка брзина
кинета	19°	до 10°	600°	мала
режена	25°	~ 17°	400°	средна
лентеста	32°	~ 30°	200°	голема

1.6 РЕЗАЧКА БРЗИНА

Резачката брзина е релативна брзина помеѓу неподвижното сечило на алатот и предметот што се врти (обработка на струг). Според оваа дефиниција е поставен и основниот израз за пресметка на брзината на сечењето $v = \pi \cdot D \cdot n$, во кој како основни влијателни елементи се земени најголемиот пречник на предметот што е во допир со сечилото на ножот D и бројот на вртежите на предметот n . Но, бидејќи резачката брзина игра голема улога во теоријата на режењето, пред се како основа за пресметка на работното време, може да се каже дека ниту горниот, а ни голем број други емпириски изрази не ги опфаќаат во доволна мерка повеќето влијателни елементи меѓу кои е најважна површината на струганицата ($A = s \cdot t$). Поради тоа се вршени долгогодишни научни истражувања со цел да се изнајдат соодветни и добри изрази за пресметка на најповолната резачка брзина.

Со истражувањата што на горната смисла ги вршел Кроненберг добиен е израз кој ја дава функционалната зависност на резачката брзина и површината на струганицата. Оваа функционалност е изразена со равенството:

Во декартовиот координатен систем даден подолу на сликата се криви линии кои, како покажале испитувањата, за еден ист материјал во широкото подрачје на дијаграмот практично се меѓусебе паралелни.



Сл.1.5: Зависност на брзината од пресекот на струганицата.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Прикажувањето на оваа функционална зависност е поедноставена во логоритамски координатен систем (сл.1.5: б)).

Со логоритмирање на горниот израз се добива равенката:

$$\frac{v}{v_0} = \frac{v_0}{v} \cdot \frac{v_0}{v}$$

Ако оваа равенка ја споредиме со равенката на права по рамнина:

$$y = c + a \cdot x$$

ќе видиме дека логоритамската равенка не е ништо друго туку равенка на права кај која се :

$y = \log v$ - ордината во логоритамски координатен систем;

$a = \operatorname{tg} \alpha = - [1/ \varepsilon_v]$ - тангенс од аголот што таа права го образува со апсцисната оска;

$c = \log A$ - апциса во логоритамски координатен систем.

Во овој израз на Кроненберг, значи, постојат два фактори, и тоа:

C_v - Kronenberg - оваа константа, односно специфична брзина на сечењето која одговара на површината на струганицата од $A = 1 \text{ [mm}^2\text{]}$ и која го зема во предвид влијанието на материјалот што се обработува;

$A = s \cdot t$ - површина на струганицата што се симнува при обработката, која со оглед на степенот (експонентот) ε_v зависен од видот на материјалот, покажува тенденција на намалување (видливо од двата дијаграми). .Табела1.2:Податоци за вредностите на

МАТЕРИЈАЛ ЗА ОБРАБОТКА			ε_v	C_v
Јаглороден челик (сименс - мартин)	300 ÷ 500	[N/mm ²]	2,44	50
Јаглороден челик (сименс - мартин)	500 ÷ 600	[N/mm ²]	2,44	35
Јаглороден челик (сименс - мартин)	600 ÷ 800	[N/mm ²]	2,44	20
Електрон			1,2	430
Месинг			1,65	112
Бронза			2,23	80
Челична одливка			2,75	28,7
Хром - никел челик			1,75	29
Лиено железо (меко)			3,6	42
Лиено железо (тврдо)			3,6	15

1.7 ПОСТОЈАНОСТ (ТРАЈНОСТ) НА АЛАТОТ

При обработка со симнување на струганица, поради загревање на сечилото и неговото непрекинато триење со предметот, тоа затапува.

Способноста на алатот да издржи во активна работа, под одредени услови, без да дојде до затапување на неговото сечило ја викаме *постојаност на*

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

алатот. Со други зборови, времето помеѓу две острења претставува *трајност* или *постојаност* на алатот и се одбележува со (T), а се изразува во [min].

Табела 1.3: Податоци за вредностите на C_v и ϵ_v .

МАТЕРИЈАЛ ЗА ОБРАБОТКА	Цврстина на кинење [N/mm ²]	Тврдина по бринел [N/mm ²]	Брзина на сечење [m/min]	
			Груба обработка	Фина обработка
Јаглороден челик	370	930	180÷250	250÷350
Јаглороден челик	600	1500	100÷130	130÷170
Хром - никел челик	700÷850	2060÷2500	80÷100	100÷120
Хром - молибден челик	1000÷1400	2170÷3030	40÷60	60÷80
Хром - молибден челик	1600÷2000	3450÷4330	20÷30	30÷40
Хром - ванадиум челик	1000		25÷45	45÷80
Челик отпорен на корозија	600÷700		40÷60	60÷90
Чеилчна одливка	400÷500	1200÷1500	90÷120	120÷160
Челична одливка	500÷600	1500÷1800	60÷90	90÷120
Леано железо		1800	60÷90	90÷130
Леано железо		1800÷2500	40÷70	70÷100
Леано железо		2500÷4000	30÷50	50÷70
Месинг			80÷120	120÷150
Алуминум			200÷500	600÷1200

Постојаноста на алатот, како што покажуваат долгогодишните испитувања на Тејлор вршени на различни материјали и со алати од различни материјали, зависи од резачката брзина и е дадена во еден едноставен и пред се, важен закон на сечењето, наречен Тејлоров закон кој гласи:

каде што се:

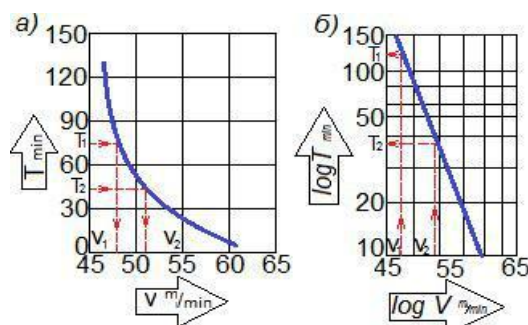
C_t - Тејлорова константа;

T - постојаност на алатот;

v - брзина на сечењето;

z - коефициент кој зависи од видот на материјалот и кој изнесува $z = 6 \div 9$ (за челик помалите вредности, а за леано железо поголемите вредности).

И оваа функционална зависност за различни услови на работа може да се прикаже дијаграмски, и тоа во обичниот Декартов или во логоритамскиот координатен систем. Дијаграмите добиени на тој начин ги викаме $T - v$ дијаграми.



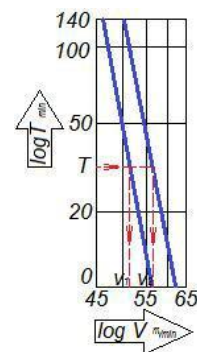
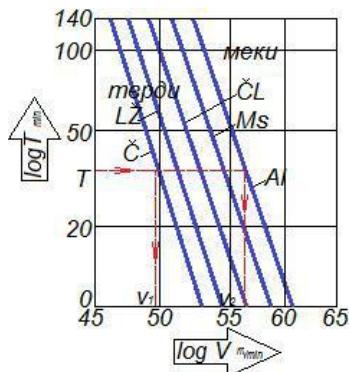
Сл.1.6: Зависност на брзината од постојаноста на алатот.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Од Декартовиот дијаграм (на сл.1.6; а)), и логоритамскиот дијаграм (на сл.1.6; б)) се гледа дека зависноста помеѓу трајноста (T) и брзината (v) е обратнопропорционална. За остварување поголема трајност на резачкиот алат при еден ист материјал потребно е обработката да се врши со помали резачки брзини. За случај, кога се обработуваат материјали со различни механички особини, и тоа со константна резачка брзина и со алат од ист материјал, трајноста ќе биде поголема кај помеките, а помала кај потврдите материјали. Ова се гледа од дијаграмот (сл. 1.7), на кој линиите кои се подалеку од координатниот почеток се однесуваат на помеките, а поблиските на потврдите материјали. Овие линии се добиени при однос на чекорот (s) и длабочината на сечењето (t).

Ако се промени овој однос, а притоа пресекот на струганицата остане константен, ќе се промени и положбата на линиите во дијаграмот што се гледа од (сл. 1.8). На оваа слика полната линија се однесува на обработка со голем помест (s) и мала длабочина (t), а испрекинатата се однесува на обработка со мал помест (s) и поголема длабочина (t) на режењето.



Сл.1.7: T - v дијаграм за разни материјали. Сл.1.8: T - v дијаграм за разни односи на s - t .

Материјалот од кој е изработен алатот влијае на трајноста на сечилото. При иста резачка брзина и ист обработуван материјал, трајноста ќе биде поголема ако обработката се врши со алат изработен од потврд материјал (од тврд метал), а помала ако обработката се врши со алат изработен од помек материјал (алат од брзорезачки челик).

1.8 ЕКОНОМСКА БРЗИНА НА РЕЖЕЊЕТО

При обработка на некој предмет основно е барањето за намалување на времето на обработка. Ова намалување ќе го оствариме со зголемување на резачката брзина. Меѓутоа, во претходно рековме дека со зголемување на резачката брзина доаѓа до намалување на трајноста на сечилото на алатот, односно доаѓа до негово затапување. Секое затапување предизвикува и одреден застој во обработката поради симнување на алатот, острењето и неговото повторно поставување на машината. Времето што се губи при тоа често пати е доста големо, а со тоа и производните трошоци, така што со зголемувањето на резачката брзина наместо намалување на вкупните производствени трошоци, доаѓа до нивно зголемување.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Заради тоа се настојува бројот на острења во одреден временски интервал да се сведе на минимум. Тоа ќе биде возможно со избор на таква резачка брзина со која при обработката ќе се добие одредена трајност на сечилото на алатот. *Брзината на сечењето со која алатот е во состојба да издржи во активна работа одреден временски интервал без да дојде до негово затопување ја нарекуваме економска брзина на сечењето.*

Оваа дефиниција може да се даде и во друг облик.

Економската брзина на сечењето е онаа брзина која овозможува најмали производни трошоци, а и најмало изгубено време.

Колкав ќе биде овој временски интервал зависи од природата на алатот и од економичноста на обработката, кои произлегуваат од оптималниот однос на времето на менувањето и дотерувањето и времето на траење на алатот.

Испитувањата покажале дека кај обичниот струг, при едноставен алат и обични операции, овој временски интервал се движи од $30 \div 90$ [min] или просечно 60 [min]. Економската брзина на сечењето при која алатот издржува во работа меѓу две острења 60 [min] се обележува со ψ_{60} .

За алати со повеќе сечила и за алати со повеќе ножеви овој интервал изнесува $60 \div 120$ [min]. За обработка која се врши на револверски или автоматски стругови се бара поголема трајност на алатот ($240 \div 480$ [min]) поради што економската брзина на сечењето ($\psi_{240} \div \psi_{480}$) е значително помала од ψ_{60} . Ова произлегува оттаму што кај овие стругови времето за подготовка на машината, поради големиот број на алати, е многу мало, па какво и да било зголемувањето на резачката брзина би довело до зголемување и на процентуалната загуба на работното време. На пример, ако симнувањето и поставувањето на алатот кај обичниот струг изнесува 2 [min], а кај револверскиот струг 12 [min], тогаш при иста економска брзина на сечењето (ψ_{60}) процентуалната загуба изнесува:

ψ_{60} 得樂前音

за обичниот струг:

ψ_{240} 樂社前音

за револверскиот струг:

Ако кај револверскиот струг усвоиме помала економска брзина на сечењето (ψ_{240}), процентуалната загуба при исто време на подготовка на машината ќе

изнесува:

ψ_{60} 得樂前音

Овој пример покажува од колкаво значење е правилниот избор на економската брзина на сечењето кај посложените машини. Ако сакаме да ја

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

пресметаме економската брзина на сечењето за која и да било постојаност (T_t), ќе се послужиме со изразот на Тејлор. За постојаност од 60 [min] изразот ќе гласи:

$$v_{tp} = C_1 \cdot C_2 \cdot a \cdot b \cdot T_t^m$$

Ако направиме порамнување на првиот и вториот израз ќе добиеме:

$$v_{tp} = \left(\frac{C_1 \cdot C_2 \cdot a \cdot b \cdot T_t^m}{C_1 \cdot C_2 \cdot a \cdot b \cdot T_t^m} \right) \cdot \sqrt[m]{\frac{C_1 \cdot C_2 \cdot a \cdot b \cdot T_t^m}{C_1 \cdot C_2 \cdot a \cdot b \cdot T_t^m}}$$

Пример: Да се одреди v_{480} ако е $v_{th} [/]$ а T

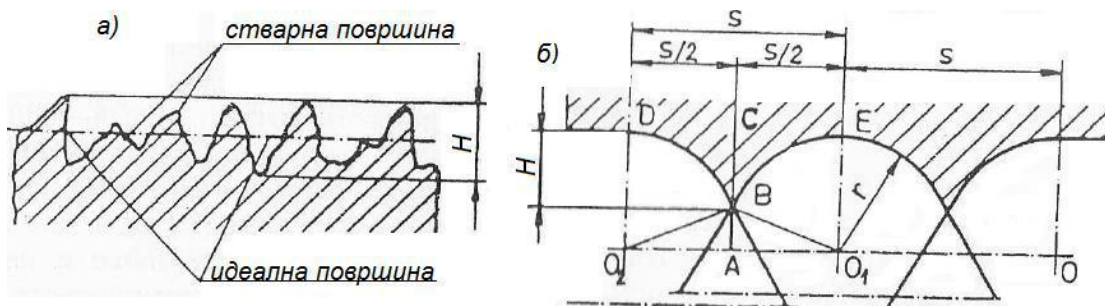
$$v_{tp} = \sqrt[m]{\frac{v_{th} \cdot T_{th}^m}{T^m}}$$

1.9 КВАЛИТЕТ НА ОБРАБОТЕНАТА ПОВРШИНА

Во претходните наставни целини се запознавме со постапките за режење и со процесот на настанување на струганицата. Меѓутоа, во денешни услови на производство доста важно е да се видат и резултатите на извршеното режење на самиот производ, во смисла на тоа каков е квалитетот на неговите обработени површини.

Ниту еден процес на работа, па ни овој при обработка на материјалите со симнување на струганица, не може да даде идеално обработена површина, пред се затоа што не постојат ниту идеални машини ниту идеални алати, како резачки така и мерни. Ако овде, како мошне важен фактор го вброиме и човекот кој работи на одредена машина, горната констатација за непостоење на идеално обработена површина станува уште по аргументирана.

Квалитетот на обработената површина, кој е од битно значење кај фината обработка, е изразен преку нејзината *рапавост* (H). *Рапавоста претставува висинско растојание меѓу највисоката и најниската точка на нерамнините на стварната површина* (сл.1.9; а).



Сл.1.9: Квалитет на обработената површина: а) геометрија на рапавоста; б) рапавост поради поместот (S) и заоблувањето (r) на ножот.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Причини за појавување на рапавост на површините има повеќе. Една од поважните е големината на чекорот (s) и профилот на алатот. Имено, при режењето со алат чие сечило е заоблено се јавуваат паралелни жлебови чија длабочина зависи како од радиусот на заоблувањето на врвот на сечилото (r) така и од големината на поместот (сл.1.9; б)). Зависноста на рапавоста од овие две големини (s и r) се одредува по математички пат на следниот начин: од триаголниците O_1AB или $O_1A'B$ (сл.1.9; б)), по Питагорова теорема, следува:

$$\left(\frac{H}{2} \right)^2 = \left(\frac{s}{2} \right)^2 - r^2$$

Ако овие вредности се заменат во првата равенка се добива:

$$\left(\frac{H}{2} \right)^2 = \left(\frac{s}{2} \right)^2 - r^2$$

а со квадрирање на левата страна се добива:

$$\frac{H^2}{4} = \frac{s^2}{4} - r^2$$

Со оглед на тоа што рапавоста (H) има мали вредности, нејзиниот квадрат (H^2) ќе даде уште помали вредности кои можат како такви да се занемарат, па останува равенката:

а одовде

Од крајниот израз за рапавоста на обработената површина се гледа дека влијанието на поместот (s) и радиусот на заоблувањето на врвот на сечилото на алатот врз неа. Бидејќи поместот (s) влијае со квадратот од неговата вредност со сопственото намалување за два пати, рапавоста се намалува за четири пати.

Поради тоа струговите треба да имаат уреди со кои ќе се остваруваат многу мали помести и тоа за фина обработка од $0,02 \text{ [}^{mm}/\text{o]}$ и помали, а за груба од $0,5 \div 4 \text{ [}^{mm}/\text{o]}$.

Рапавоста се јавува и во самите паралелни жлебови како резултат на откинувањето на струганицата. Оваа рапавост е поголема кај кинетата, а помала кај лентестата (лупената) струганица.

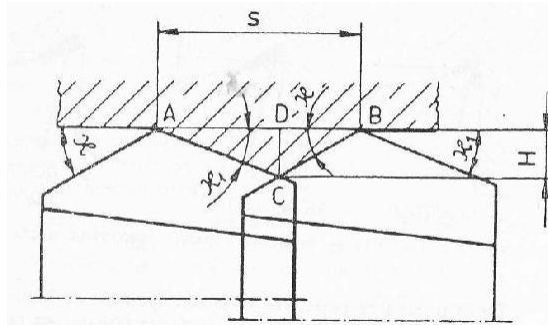
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Вибрациите што настануваат поради променливоста на отпорите на сечењето или лошо прицврстениот алат и состојбата на машините се, исто така, причина за појава на рапавост на обработуваната површина.

Главниот и споредниот алат на поставување на ножот за обработка, исто така влијаат на рапавоста (H) (сл.1.10).

Од триаголниците $\triangle ACD$ и $\triangle BCD$ следува:



а одовде:

Сл.1.10: Рапавост поради нападните агли (α_1 и α_2).

$$\frac{H}{S} = \frac{\sin \alpha_1 \sin \alpha_2}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}$$

бидејќи е:

следува: $y = a$

а одовде:

$$\left(\frac{y}{a} \right)$$

Од оваа равенка се одредува рапавоста на обработената површина:

y

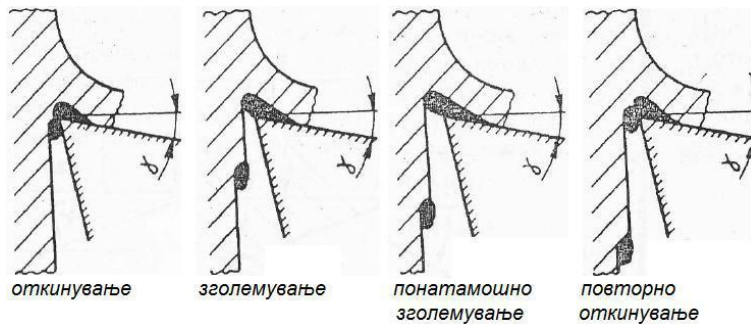
Од овој израз се гледа дека, со оглед на квалитетот на обработката, подобри се помали агли (α и α_1).

Поради загревањето на материјалот и неговото збивање под дејство на притисокот, при обработката доаѓа до образување наслага на врвот на ножот. Оваа наслага се повеќе расте и предизвикува продолжување на сечилото на ножот, а со тоа и периодично зголемување на длабочината на сечењето. Бидејќи за време на обработката се доведуваат средства за ладење, доаѓа до закалување

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

на таа наслага, а поради тоа нејзината тврдост се зголемува за два пати, така што таа ја презема улогата на сечилото. По извесно време наслагата се крши, а на површината остануваат нерамнини (сл.1.11)



Сл.1.11: Рапавост поради образување на наслага на врвот на ножот.

Оваа појава се спречува со зголемување на брзината на сечењето. Од досега кажаното произлегува дека за фина обработка се најдобри поголеми брзини на сечењето, а помали чекори.

1.10 ЗАГРЕВАЊЕ И ЛАДЕЊЕ ПРИ ОБРАБОТКА НА СТРУГ

Појавата на пластични деформации на материјалот, односно деформационите работи и триењето меѓу кристалите, како и надворешното триење на алатот, материјалот и симнатата струшка, на одделните места во зоната на режењето предизвикуваат појава на топлина придружена со високи температури.

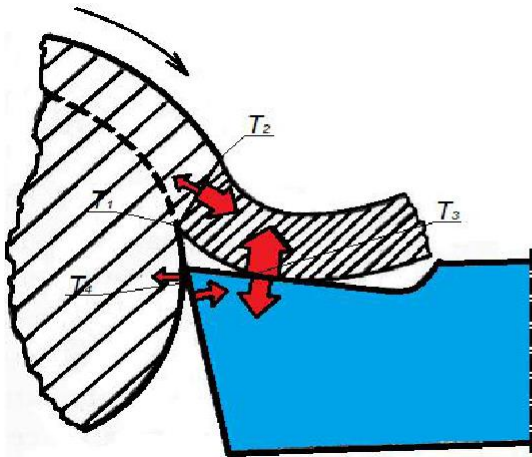
Овие температури се јавуваат, како во зоната на предната површина на ножот, така и на површината на сечењето на материјалот (сл.1.12).

Најголема температура се јавува на местото на кое материјалот пука, односно таму каде што настанува одвојување на струганицата од материјалот. Топлината создадена во ова подрачје било поради кинењето на молекулите на материјалот или поради неговото зголемено збивање се зголемува, како што покажуваат испитувањата, со порастот на брзината на сечењето. Поради тоа оваа температура се вика *температура на брзината на режењето* и се обележува со (T_1).

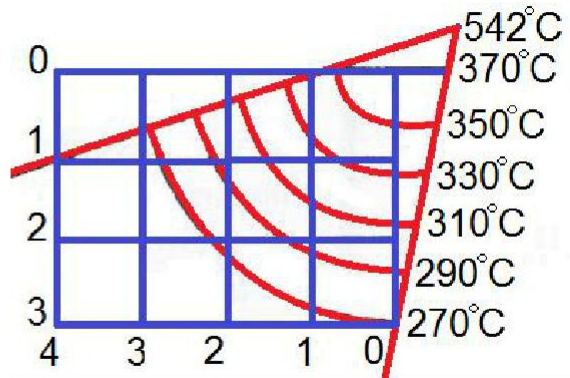
Во коренот на струганицата, таму каде што збивањето и деформациите се најголеми, се јавува температура чија големина се менува со промената на отпорите на сечењето, и тоа право порционално. Поради тоа оваа температура се вика *температура на отпорот на режењето* и се обележува со (T_2).

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта



Сл.1.12: Загревање при стругање.



Сл.1.13: Температурно поле на сечилото на ножот.

На местото на допирот на симнатата струганица и предната површина на ножот, а поради големото триење, се јавува температурата (T_3), додека поради триењето на обработената површина на предметот и задната површина на ножот се јавува температурата (T_4).

На сликата погоре (сл.1.13), е прикажан распоредот на температурното поле на алатот со кој се врши симнување на струганицата. Како што покажале испитувањата температурите на ножот од неговите надворешни површини кон внатрешноста се распоредени приближно по концентрични кружни линии опишани околу врвот на ножот. Овие линии претставуваат линии на константни температури (изотерми), чии вредности се намалуваат со оддалечување од врвот на ножот.

Појавата на топлина при обработката со симнување на струганица поголема или помала мерка е неминовна, а последиците што таа ги предизвикува, пред се, намалувањето на постојаноста на алатот и влошувањето на квалитетот на обработената површина, се многу големи.

Заради ублажување на последиците од оваа топлина, при обработка со симнување на струганица, таа топлина се одведува со користење на разладни средства. Средствата за ладење, покрај тоа, служат и за побрзо одведување на струганицата, како и за намалување на триењето меѓу алатот, обработуваниот предмет и симнатата струганица, со што се зголемува постојаноста на алатот. Исто така, со нив се спречува оксидирањето на сечилото бидејќи околу него образнуваат заштитен слој со што се оневозможува пристап на воздухот.

За да можат во целост да одговорат на поставените задачи, овие средства за ладење и подмачкување треба да ги имаат следниве особини:

- 1) да се добри одведувачи на топлина и добро да ги навлажнуваат металните површини;
- 2) да вршат добро подмачкување;
- 3) да ги штитат површините на предметот и алатот од корозија;

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

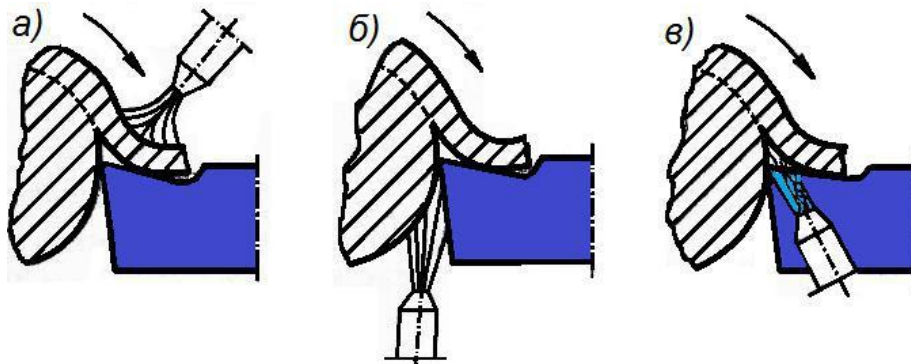
- 4) да се постојани во употребата и складирањето;
- 5) да не се штетни за човечкиот организам;
- 6) да не се штетни за машината; и
- 7) да дозволуваат мешање, најчесто со вода (добивање на емулзија).

Голем е изборот на средствата за ладење и подмачкување за каква и да било обработка, а меѓу поважните спаѓаат: водата, содниот раствор, сапуницата, разните масла од растително и животинско потекло, меѓусебни раствори или емулзии на овие масла со вода, терпентинските масла, петролејот, сапунифицираниот шпиритус, сулфурираните масла кои, освен кај обоените метали, кај сите други материјали покажале високи квалитети на ладење и подмачкување и други специјални средства.

Во поново време се вршени испитувања со обични разладни средства, но длабоко ладени (до 5°C) во посебни уреди за ладење. Зголемувањето на постојаноста на алатот притоа во целост ги оправдале големите средства вложени во тие уреди.

Според испитувањата вршени во Америка графитот, претходно растворен во масло за дупчење, а потоа емулгиран во вода, се покажал како добро средство за ладење и подмачкување за груба обработка.

Најново, а во исто време и најдобро средство за ладење и подмачкување при обработка на материјалите со сечење со кое векот на траење се продолжува 3,6 пати при истовремено зголемување на ефектот на работата од 17,5% е молибденсулфидот (MoS_2). Ова средство, кое може да се користи во различни облици (пасти, масти, мешавини на масла, во цврста состојба), се одликува со голема отпорност на високи притисоци и температури.



Сл.1.14: Начини на ладење при стругање: а) обично ладење; б) ладење со испарување на (CO_2); и в) ладење со млаз под висок притисок.

Начините на доведување на средствата за ладење се прикажани на сликата погоре, со забелешка дека последните два начини прикажани (сл.1.14; б); и в)) ретко се применуваат поради многу скапите уреди. Средството за ладење треба да се доведува таму каде загревањето е најголемо (сл.1.14; а)). Во таблицата Т.1.4, се дадени некои од средствата за ладење и подмачкување.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Табела 1.4: Средства за ладење и подмачкување при обработка со симнување на струганица.

Група	Средства
Водени раствори	- вода; - вода + алкалии (боракс, сода, тринатриев фосфат и др.).
Емулзии на масла за дупчење	- раствор на масла и масти за дупчење во вода (5% ÷ 10%); - пресно млеко (за бакар <i>Cu</i>) и кисело млеко (за алуминиум <i>Al</i>).
Масла за сечење	- животински масла (рибино масло и др.); - растителни масла (рицинусово, маслиново, терпентин, креозот и др.); - минерални масла; - сложени масла (смеси од масти и масла); - сулфурирани минерални масла; - сулфурирани масти.
Течности за полирање	- чисти течности; - сложени течности; и - емулзирани течности.
Цврсти мазива	- молибден-дисулфид (микро прашина, магла (аеросол), додаток на маслените емулзии, паста или маст и др.)

1.11 ОТПОРИ НА РЕЖЕЊЕ ПРИ СТРУГАЊЕ

Во оваа тема беше напоменато дека големиот број на фактори што влијаат на обработката со симнување на струганица може да се сведат на два и тоа: брзината на сечење и отпори на сечењето. Првиот од овие два фактори претходно го анализиравме, а вториот, односно отпорите на сечењето, кои претставуваат основа за пресметка на машината, алатот, погонската силина и некои елементи на обработката, ќе биде предмет на анализа во понатамошните излагања.

Отпорот на режење (F), во општ случај е просторна сила (сл.1.15), која во правецот на просторните координатни оски, може да се раздели на три компоненти, и тоа:

F_1 - главен отпор на режењето, кој е најголем, а неговиот правец на дејствување се поклопува со правецот на режачката брзина, поради што и служи за пресметка на погонската силина на машината;

F_2 - отпор против продирањето на алатот во материјалот, чиј правец на дејствување е нормален на оската на предметот;

F_3 - отпор на понатамошното движење, чиј правец на дејствување се поклопува со правецот на помошното движење, односно е паралелен со оската на предметот.

Приближниот однос на овие три компоненти изнесува:

$$F_1 : F_2 : F_3 = 5 : 2 : 1; \quad \text{односно:} \quad F_1 = 2F_2 = 5F_3$$

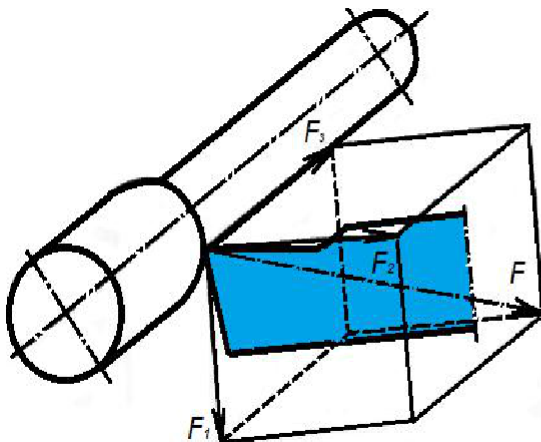
Интересирането на голем број научници во последните 50 години за изнаоѓање на законитостите на отпорите на сечењето посебно при обработката на

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

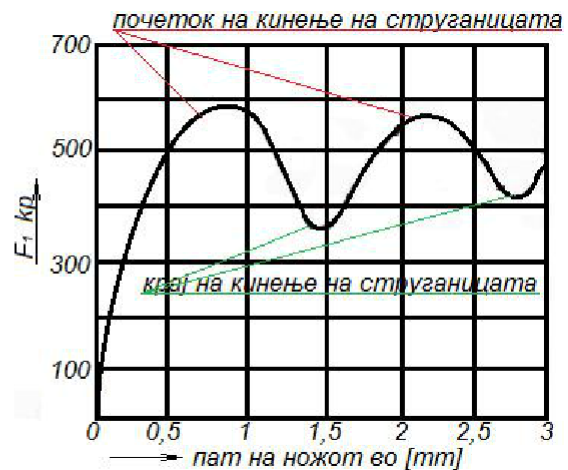
III година - скрипта

струг, главно било концентрирано на главниот отпор на режењето (F_1), а помалку на другите два (F_2 и F_3). Причината за тоа е, секако, важноста и големината на овој отпор (F_1).

Постојат голем број емпириски, а и аналитички изрази за пресметки на отпорот (F_1). Од емпиriskите, поважни се изразите на Тејлор, Хиплер, Кроненберг, Кицле, како и голем број изрази од СССР. Од аналитичките ќе ги споменеме само изразите на Хукс (СР Германија), Паладзе (СССР) и Кроненберг (САД).



Сл.1.15: Отпори на сечењето при стругање.



Сл.1.16: Променливост на отпорот на сечењето (F_1) при стругање.

Според истражувањата на Кроненберг, главниот отпор на режењето (F_1) зависи од пресекот на струганицата (A) и специфичниот отпор на режењето (K_s), а е даден со формулата:

$$F_1 = A \cdot K_s$$

каде што се:

$$A = s \cdot t; \quad (s - \text{помест}; t - \text{длабочина на режењето})$$

Факторот (K_s), зависи од видот на материјалот што се обработува, а за приближна пресметка може да се земе дека вредноста му е константна.

Од горниот општ израз за главниот отпор на режењето произлегува дека при $A = \text{const.}$, и $K_s = \text{const.}$, и главниот отпор на режењето ќе биде константен. Меѓутоа, испитувањата што ги вршел Николсон покажале дека и при $A = \text{const.}$, и $K_s = \text{const.}$, овој отпор периодично се менува (сл.1.16).

Овие периодични промени во ваков облик се јавуваат само при мали резачки брзини и зависат од фазите на настанување на струганицата, а големината на амплитудите и должината на периодите зависат од пресекот на струганицата.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

И специфичниот отпор на режењето (K_s), за еден ист материјал, нема постојана вредност. Тоа го покажале испитувањата на Кроненберг, а неговата зависност од пресекот на струганицата е зададена со емпириски израз:

$$\sqrt{\quad}$$

каде што се:

C_k - специфичен отпор на режењето кој одговара за пресек на струганица од $1 \text{ [mm}^2\text{]}$;

ϵ_k - коефициент.

Вредностите за овие елементи за различни материјали се даден во Т. 1.6.

Табела 1.5: Вредности за специфичен отпор на режењето (C_k) за леано железо.

Агол на клинот °β	Тврдост на материјалот според Бринел [N/mm ²]					
	1000	1200	1400	1600	1800	2000
50	60,5	64,8	69,3	73,4	76,6	79,8
55	64	69	74	78,2	82	85
60	68	73	78,2	83	86,5	90
65	71,5	77	82,5	87,5	91,5	94,5
70	75	80,8	87	92	95,5	99,5
75	78,5	84,3	91	95	100	

Испитувањата на Стантон, Хајде и Клопшток покажале дека специфичниот отпор на режењето (C_k), не зависи само од видот на материјалот што се обработува туку и од аголот на клинот на ножот.

$$C_k = \epsilon_k \sqrt{H_V} \quad \text{за челик;}$$

$$C_k = \epsilon_k \sqrt{H_V} \quad \text{за леано железо.}$$

Во овие равенки H_V е тврдост по Бринел, а (σ_m) јачина на кинење на материјалот кој се обработува.

Табела 1.6: Вредности за специфичен отпор (C_k) и коефициент (ϵ_k).

Материјал	C_k	ϵ_k
Електрон	23,8	17,6
Хром-никел челик	24,1	10,4
Месинг	70	6,8
Бронза	80	4
Сименс-мартин челик	160	7,8
Челична одливка	176	6,7

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

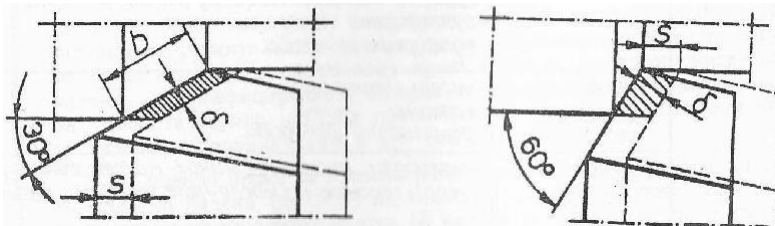
Вредностите за специфичен отпор (C_k), пресметани по горните равенки во зависност од аголот β за челик и леано железо, дадени се во таблиците Т.1.5 и Т.1.7

Табела 1.7: Вредности за специфичен отпор (C_k) и коефициент (ϵ_k).

Агол на клинот $^\circ\beta$	Цврстина на материјалот [N/mm^2]								
	450	500	550	600	650	700	750	800	850
50	200	215	231	246	262	278	294	310	325
55	209	225	242	258	275	291	308	325	341
60	218	235	252	270	287	304	321	340	356
65	227	245	263	280	299	317	335	354	371
70	236	254	273	291	310	329	347	367	385
75	244	263	283	301	321	340	359	380	398

И другите агли на сечилото на ножот влијаат, директно или индиректно, на големината или правецот на главниот отпор на сечењето.

Зголемувањето на аголот (α) предизвикува зголемување на (F_t) поради зголемувањето на силата потребна за свиткување на струганицата (сл.1.17).

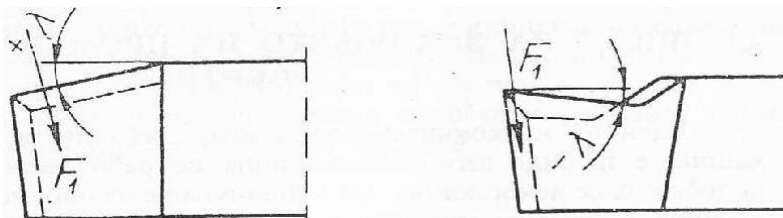


Сл.1.17: Влијание на нападниот агол и на пресекот на струганицата.

Смалувањето на аголот α предизвикува зголемување на отпорот (F_t), но бидејќи овој агол може да се смета за константен (мали промени), неговото влијание е мало.

Аголот γ треба да е поголем бидејќи дејствува на смалувањето на отпорот (F_t). Зголемувањето на γ е возможно само при обработка на меки, додека при обработка на тврди материјали овој агол треба да е помал.

Аголот на косината на сечилото λ влијае само на правецот на дејствувањето на отпорот (F_t) (сл.1.18). Ако е $\lambda > 0$ (позитивен; сл.1.18; а)) главниот отпор на сечењето е насочен кон јадрото на сечилото што е повољно при обработка на тврди материјали.



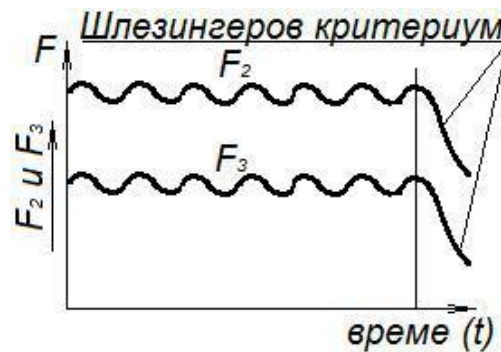
Сл.1.18: Влијание на аголот λ и правецот на главниот отпор (F_t).

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

При негативни агли ($\lambda < 0$; сл.1.18; б)) главниот отпор (F_1) дејствува кон врвот на сечилото што е неповолно поради опасноста од кршење. Затоа агли $\lambda < 0$ одговараат за алати наменети за обработка на меки материјали.

Отпорите (F_2 и F_3) имаат, според вршените испитувања, скоро константни вредности. Само во еден момент, по одредено време (сл.1.19), покажуваат тенденција на пораст и тоа во моментот кога ќе дојде до затапување на сечилото на ножот. Овој момент е земен и како *критериум* (Шлезингеров критериум) за одредување на моментот на затапување на сечилото и тоа преку мерење на големината на силите (F_2 и F_3).

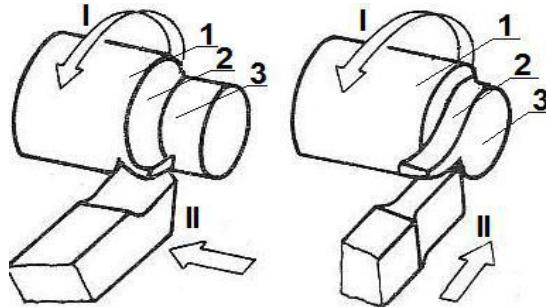


Сл.1.20: Затапување на сечилото на ножот.

2 ОБРАБОТКА СО СТРУГАЊЕ

2.1 ОСНОВНИ ОПЕРАЦИИ СО СТРУГАЊЕ

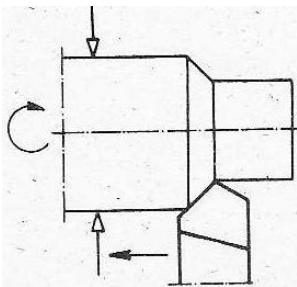
Обработката со стругање е таков вид обработка со симнување на струганици кај која предметот го прави главното работно движење, додека алатот (стругарскиот нож) го прави поместот кој може да биде надолжен и напречен.



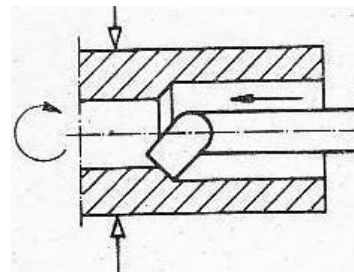
Сл.2.1: Основни движења при обработка на струг.

Во зависност од тоа дали обработката на некоја површина на предметот се врши врз неговата внатрешна или надворешна страна, обработката на струг може да биде: **внатрешна** или **надворешна**. Според големината на струганицата која се симнува (длабочина на режењето), обработката може да биде **груба** или **фина**, а според правецот на движењето на алатот постои **надолжна** или **напречна** обработка. На сл.2.2 е прикажана надолжна груба обработка на струг. Целта на грубата надолжна обработка е да се симне што поголема струганица поради што секогаш се работи со поголем пресек на струганицата (поголем помест s и длабочина на режење t).

Доколку квалитетот на површината што се обработува треба да биде подобар, по грубото се врши fino стругање, кај кое се симнува помала струганица и се работи со помали помести s и длабочини на режењето t .



Сл.2.2: Надворешно надолжно стругање.



Сл.2.3: Надолжно внатрешно стругање.

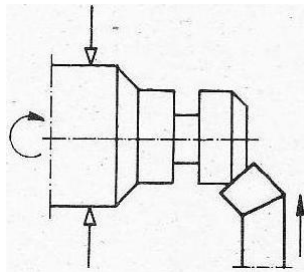
На сл.2.3 е прикажано внатрешно надолжно стругање кое, исто така, може да биде грубо и fino, а за кое е потребно посебен алат за внатрешна обработка.

Напречното стругање е прикажано на сл.2.4 и овде работното движење го изведува предметот, додека помошното движење го изведува алатот нормално на оската на обработуваниот предмет. Како и кај надолжното и овде постои груба и

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

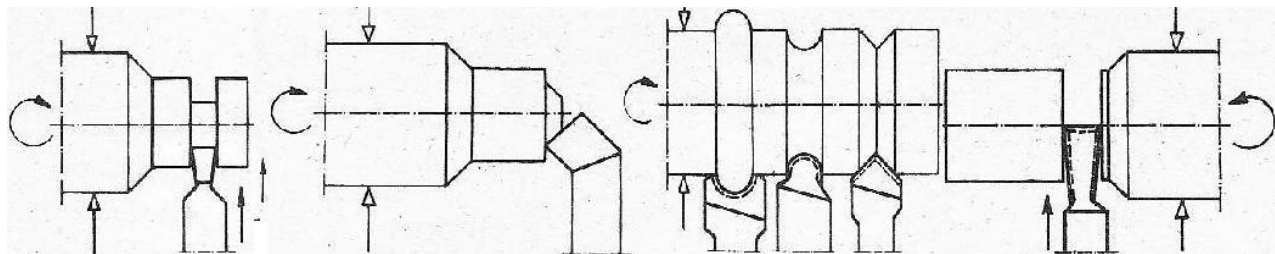
III година - скрипта

фина обработка која се остварува со посебен алат за таа намена чија форма се разликува од алатот за надолжна обработка.



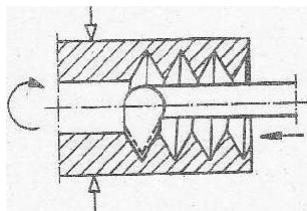
Сл.2.4: Напречна надворешна обработка со стругање

Вкопувањето на жлебот, закосувањето на рабовите, изработката на разни профили и отсекувањето спаѓаат исто така во напречна обработка.

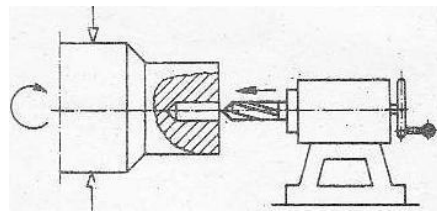


Сл.2.5: Видови на напречни обработки со стругање: а)засекување; б) закосување на рабови; в)изработка на профилирани жлебови; и г)отсекување.

Режењето на навој може да се врши на универзалниот струг, но не и на обичниот струг, бидејќи за таа обработка е потребен точен однос меѓу работното и помошното движење и овој не може да се оствари кај обичниот струг. За оваа обработка е потребен и посебен профилен алат чиј профил ќе одговара на видот на навојот што треба да се изработи. На универзалниот струг може да се изработува како надворешен така и внатрешен навој. На сл.2.6 е прикажана изработка на внатрешен навој. Поместот на алатот, кој овде може да се нарече чекор, одговара на чекорот на навојот што треба да се изработи.



Сл.2.6: Изработка на навојница на струг.



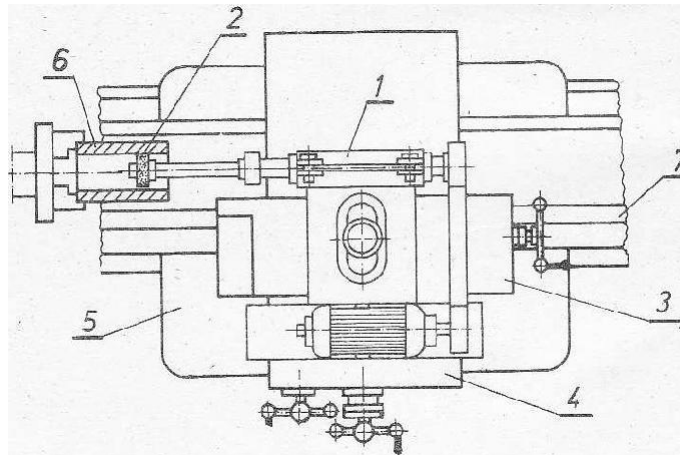
Сл.2.7: Дупчење на отвори на струг на струг.

Доколку е потребно на некој цилиндричен предмет да се издупчи отвор, оваа обработка може да се оствари, исто така, на струг, како што е прикажано на сл.2.7, а може и да се прошири, разврти и впушти истиот отвор или дупка. Алатот со кој се вршат овие операции се прицврстува на вретеното во конусниот носач на коњчето со кое се изведува помошното праволиниско движење за разлика од

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

работниот предмет кој е прицврстен на работното вретено (стежна глава) и го врши главното работно кружно движење.

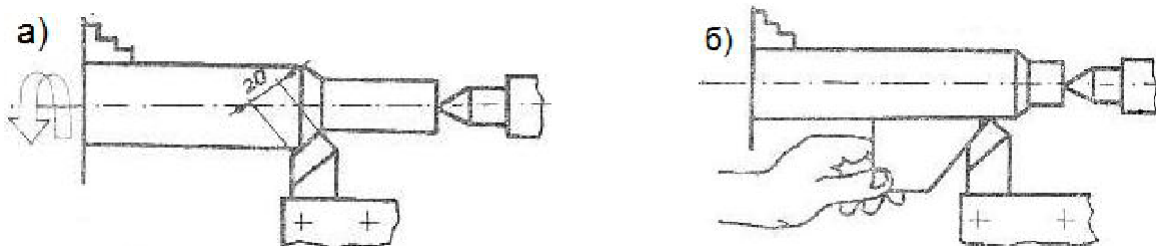


Сл.2.8: Дополнителен уред за внатрешно и надворешно брусење (точење) на струг.

На стругот може, исто така, да се изведува внатрешно и надворешно точење (брусење). За таа цел е потребна дополнителна направа за точење, која се прицврстува на носачот на алат. Носачот на алат (1) е комбиниран од завртниот (3), напречниот (4), и надолжниот супорт (5) со чии движења се остварува поместот (s) на алатот за точење (2) и неговото навлегување во материјалот за определена длабочина на режење (t). Предметот (6) е прицврстен на стегачот на стругот и го изведува помошното кружно движење, а алатот за точење го изведува работното кружно движење со помош на посебен електромотор.

Конусните површини може да се обработат со стружење на неколку начини:

Обработка со широк нож. Конусните површини долги $20 \div 25$ [mm] можат да се добијат и со надолжно стружење ако сечилото на ножот е поставено под потребниот агол (нападниот агол на ножот треба да биде половина од аголот на врвот на конусот).



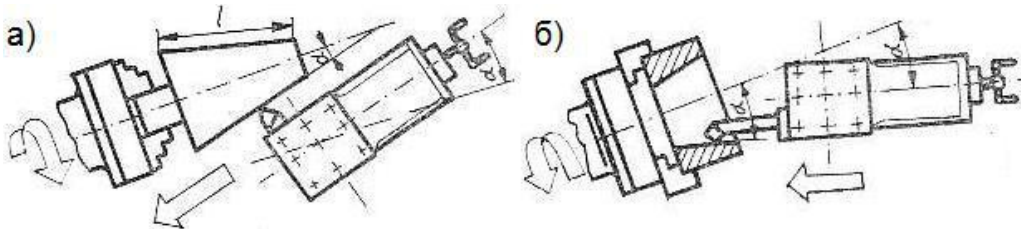
Сл.2.9: Обработка на конус со широк нож.

За добивање на потребниот напад агол на ножот се користи посебен шаблон кој се поставува по изводницата на обработуваната површина и до него се доведува и наместува ножот во потребната положба. По тоа шаблонот се отстранува, ножот се стега и се пристапува кон обработка.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

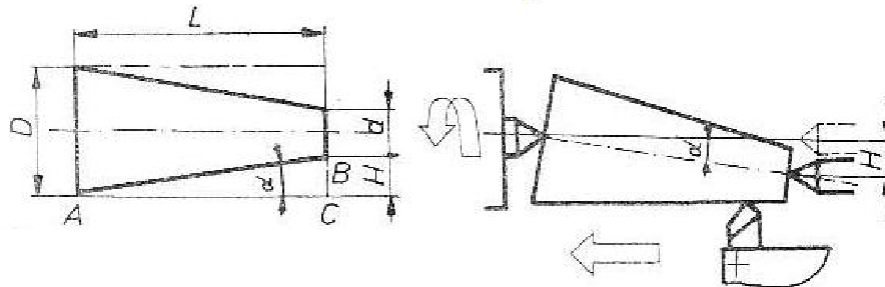
Обработка со свртување на малиот супорт. При овој начин ножот претходно се стега во држачот на ножот и заедно со малиот супорт се свртува за потребниот агол (половина од аголот на врвот од конусот) и така се фиксира. Обработката на површините се изведува така што преку рачката на малиот супорт може да добие автоматски помест од влечното вратило.



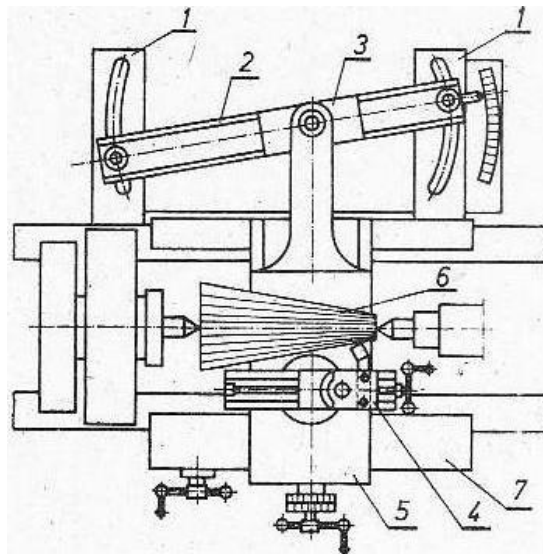
Сл.2.10: Обработка на конус со свртување на малиот супорт.

Обработка со напречно поместување на коњчето. Со ексцентрично поставување на едниот и на другиот крај на предметот при надолжно водење на ножот се добива конусно обработена површина. Напречното поставување на супортот (ексцентричноста H) треба да биде исто толку и големината на симнатиот материјал на врвот на конусот. Од триаголникот ABC следува:

$$H = l \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2}$$



Сл.2.11: Обработка на конус со свртување на малиот супорт.



Сл.2.12:
Обработка на
конус со
свртување на
малиот супорт.

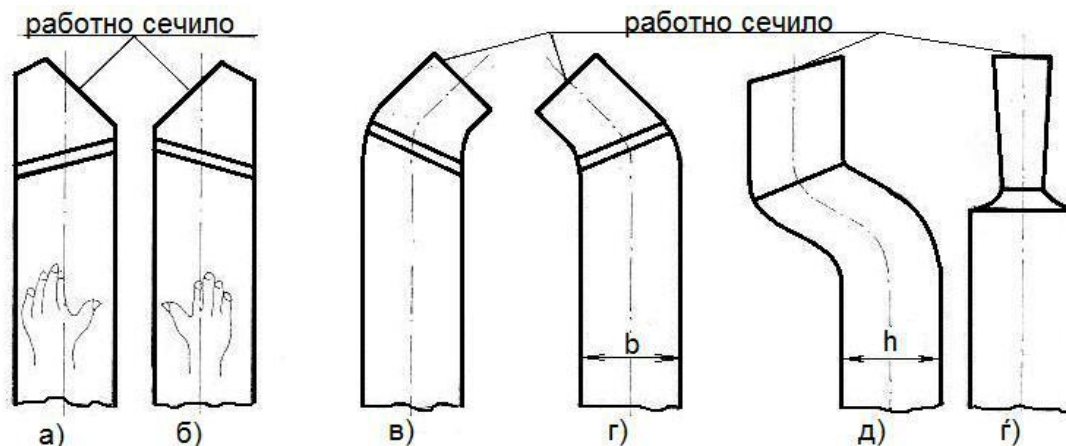
Копирањето како метод може да се користи при изработка на конусни површини. На подножјето на стругот се прицврстуваат носачите (1) на линијарот (2) кој се поставува под бараниот агол. Лизгачот (3) е прицврстен зглобно со напречниот супорт (5) кој е наполно слободен, а свртниот супорт кој се наоѓа алатот е во нормална (нулта) положба. Со вклучување на автоматското движење на надолжниот супорт (7), напречниот супорт, покрај тоа движење, ќе добие и напречно движење. Збирот од овие две движења ќе го даде резултантното движење на алатот кое е паралелно со изводницата на конусот на предметот (6) кој се обработува.

2.2 ВИДОВИ ОБРАБОТКИ НА СТРУГ

Стругарските ножеви се резачки алат чија геометрија е со висок квалитет на резачкот материјал од кој што се направени, тоа овозможува нивната широка примена при обработка на разни видови на стругови. Колку е важен стругот како алатна машина на која се врши обработка, толкаво е значењето на стругарскиот нож за квалитетот и економичност на таа обработка. Од овие причини мора да се посвети големо внимание на конструкцијата и изборот на резниот алат, т.е. стругарскиот нож. Поради ова секоја фабрика за резни алати располага со конструктивно одделение во кое се разработуваат нови резни алати со подобрени работни карактеристики.

За оној кој работи на струговите е особено важно да ги познава стругарските ножеви - нивната конструкција, обликот и материјалот од којшто се изработени. Стругарскиот нож мора да е соодветен за материјалот којшто се обработува и за видот и квалитетот на обработуваната површина, што се припишува со технологијата за обработка.

Постојат повеќе видови на стругарски ножеви кои може да се поделат на повеќе начини.



Сл.2.13: Видови на стругарски ножеви.

Според надворешниот облик, стругарските ножеви може да бидат:

✓ прави (сл.2.13: б, f);

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

- ✓ *свиткани* (сл.2.13: в, г); и
- ✓ *кукасти* (сл.2.13: д).

Според *положбата на сечилото*, стругарските ножеви може да бидат:

- ✓ *леви* (сл.2.13: з, в);
- ✓ *десни* (сл.2.13: б, г); и
- ✓ *челни* (сл.2.13: г).

Спрема *квалитетот на обработената површина* може да бидат:

- ✓ стругарски ножеви за *груба обработка*; и
- ✓ стругарски ножеви за *фина обработка*.

Спрема *обликот на напречниот пресек на телото* на стругарскиот нож може да бидат со:

- ✓ *правоаголен пресек*;
- ✓ *квадратен пресек*; и
- ✓ *кружен пресек*.

Според *видот на обработката* стругарските ножеви може да бидат за:

- ✓ *надворешна обработка*;
- ✓ *внатрешна обработка*;
- ✓ *напречна обработка*;
- ✓ *странична обработка*;
- ✓ *засекување и отсекување*;
- ✓ *профилна (фазна) обработка*; и
- ✓ *режење на навој*.

Спрема *начинот на изработка* постојат стругарски ножеви со:

- ✓ *исцело изработени тело и глава*;
- ✓ *заварена глава*; и
- ✓ *резни плочки*.

Спрема *конструкцијата* постојат следните стругарски ножеви:

- ✓ *стандардни ножеви*;
- ✓ *специјални ножеви*.

Според наведените поделби може да се заклучи дека за обработка на работни тела на струг во употреба се наоѓаат голем број разновидни стругарски ножеви. Овие ножеви меѓусебно се разликуваат по обликот мерките и видот на материјалот од кој што се изработени.

2.3 ИЗБОР НА МАТЕРИЈАЛ ЗА РЕЗАЧКИ АЛАТ

Денес кога постојат повеќе различни видови резачки материјали, правилното одлучување за некој од нив е одговорна задача од чие решение зависи не само успешното извршување на обработката туку и цената на таа обработка.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Изборот на материјалот за резачки алат зависи од: *механичките својства на обработуваниот материјал, видот и карактерот на обработката*, и од машината на којашто се изведува таа обработка. Правилниот избор на резачкиот материјал подразбира добро познавање на следниве три својства на материјалите:

- ✓ тврдост;
- ✓ топлопроводност; и
- ✓ јакоста на свиткување и удар.

Тврдоста е многу важно својство од кое зависи отпорноста на абење на резниот алат. Резачки материјал со поголема тврдост има поголем век на режење (потешко се затапува), но не е отпорен на удари.

Топлопроводност на материјалот значи задржување на неговите својства (пред се тврдоста) при работа на покачени температури. Утврдено е дека со порастот на температурата опаѓа тврдоста, поради што се смалува подрачјето на искористување на резните алати.

Јакоста на свиткување и удар позната под името **жилавост на материјалот**, придонесува алатот да може да поднесува удари во процесот на режење. Жилавоста е спротивно својство на тврдоста, така што жилавите материјали поднесуваат удари, но не се отпорни на абење (трошење) и брзо затапуваат.

Покрај познавањето на особеностите на материјалот (тврдост, топлопроводност и жилавост), при изборот на резачкиот материјал треба да се земе предвид влијанието на следните фактори:

а) **Резна брзина** е патот којшто го поминува алатот по предметот што се обработува во правец на главното движење за единица време. Резната брзина со која располага машината алат зависи од нејзината намена и конструкција. Постарите типови машини имаат релативно мали резни брзини, поради што на нив може да се користат алати од јаглеводородни, легирани и брзорезни челици.



Сл.2.14: Зависност на трајноста на алатот од резната брзина.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Современите стругови располагаат со големи резни брзини и голема стабилност што овозможува користење на тврди резачки материјали, као што се тврдиот метал, ќерамичките материјали и дијамантите. Резната брзина директно влијае врз трајноста на резниот алат (затапување на сечилото).

б) **Јакост на обработувањето** претставува способност на материјалот да се спротистави на напрегањата на коишто е изложен во процесот на режењето. Постојат материјали со мала јакост на кинење и материјали со голема јакост на кинење.

При обработувањето на материјали со мала јакост на кинење (алуминиум, бакар, благородни материјали, пластика и други) се избира резачки материјал со голема тврдост, додека, пак, за обработување на материјали со голема јакост на кинење се користи резачки материјал којшто е доста жилав и топлоотпорен.

в) Напречниот пресек на струганицата (A) го претставува производот на поместот (S) и длабочината на режењето (δ) и во голема мера зависи видот на резачкиот материјал.



Сл.2.15: Изгледот на пресекот на струганицата.

Поместот (S) има поголемо влијание врз изборот на резачкиот материјал отколку резната длабочина (δ), така што поместот (S) зависи притисокот врз сечилото, а длабочината (δ) влијае врз телото на резниот алат, и појава на вибрации.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

г) **Карактерот на обработката** се огледа во резот што го прави ножот во процесот на режењето. Постојат три вида резови и тоа: *континуиран*, *нерамномерен* и *испрекинат рез*.

- **Континуиран рез** се добива кога напречниот пресек (A) на струганицата не се менува при режењето, така што врз изборот на резачкиот материјал влијае само евентуалната нехомогеност на материјалот, поради што може да се јават мали удари. Овие удари се незначителни, поради што континуираниот рез е најпогоден за обработка. Континуираниот рез се добива кога обработуваното парче е добро центрирано и правилно стегнато во стегачката глава.

- **Нерамномерен рез** се добива доколку не е извршено правилно центрирање на работното парче што ќе се одрази врз промената на напречниот пресек на струганицата. Поради оваа нерамномерност се јавуваат вибрации на ножот кои се опасни, ако се работи со плочки од тврди метали или керамички плочки.

- **Испрекинат рез** се јавува при стружење на призматични делови или предмети со отвори. При работа со испрекинат рез сечилото трпи големи ударни оптоварувања, па затоа резачкиот материјал треба да е поживав во однос на оној при работа со континуиран рез.

Во практиката изборот на резачкиот материјал се врши од таблица во кој е ставен видот на обработуваниот материјал, видот на резот, поместот (S) и длабочината на струганицата (δ). Врз основа на овие елементи може на едноставен начин да се изврши избор на резачкиот материјал.

Табела 2.1: Избор на материјал за обработка.

обработуван материјал	вид на резот	s [mm/vrt]	b [mm]	избор на резачки материјал		
				I-избор	II-избор	III-избор
алуминиум;	континуиран	до 0,25	до 3,17	V [*] K ^{**}	TM (K01)	BC
	нерамномерен			TM (K05)	BC	BC (Co)
месинг;	испрекинат	0,25 ÷ 0,75	до 6,35	TM (K05)	BC	BC (Co)
	континуиран			TM (K05)	BC	BC (Co)
бронза;	нерамномерен	0,75 ÷ 1,5	до 12,7	TM (K10)	BC	BC (Co)
	континуиран			TM (K30)	BC	BC (Co)
меко леано железо.	континуиран	преку 1,5	до 19	TM (K20)	BC	BC (Co)
	нерамномерен			TM (K30)	BC	BC (Co)
со јакост на кинење 105÷175 [N/m ²]	континуиран			TM (K40)	BC	BC (Co)
	нерамномерен			BC (Co)	BC	TM (K40)
				BC (Co)	BC	TM (K40)

Во таблицата се користени следниве ознаки:

D - дијамант;

K - керамички материјал;

TM - тврди метали; BC -

брзорезен челик; KO -

континуиран рез;

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

HE - нерамномерен рез; и
ИС - испрекинат рез.

При изборот на резачкиот материјал од табелата на располагање ни стојат три вида резачки материјали и тоа поредени како I, II, и III избор. Определувањето на резачкиот материјал, по правило, се врши така, што се зема оној материјал што е во колоната „I-избор“, меѓутоа ако го нема во магацин (на располагање) може да се користат резачките материјали од II или III -избор.

2.4 ТРАЈНОСТ НА РЕЗНИОТ АЛАТ

При релативното движење на две површини кои се допираат настанува абеење на површините. Поради тоа абеење по предната и задната страна на резниот дел од алатот што доведува до негово затапување. За да се оспособи алатот повторно, потребно е негово острење, а во случај на примена на плочка од тврд материјал, завртување на плочката или нејзина замена.

*Времето на режење помеѓу две последователни повторни острења на алатот наречено е **трајност на алатот**. Најчесто трајноста на алатот се означува со T , а се мери во минути.*

Абењето на резниот алат е сложен процес, а неговиот интензитет и карактер зависи од повеќе фактори, а пред се од:

- ✓ материјалот на обработуваниот предмет;
- ✓ материјалот на алатот;
- ✓ геометријата на алатот;
- ✓ режимот на обработка (резна брзина, помест и длабина на режење);
- ✓ статичка крутост и осцилациите на машината, алатот и обработуваниот предмет;
- ✓ средството за ладење и подмачкување; и
- ✓ други технолошки услови на обработката (начин на стегање на работниот предмет и алатот и др.).

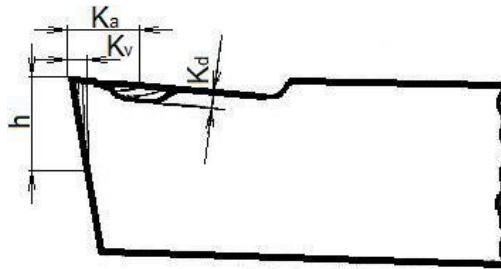


Сл.2.16: Карактеристично абеење на резниот алат.

Во зависност од горе наведените фактори, абеењето на ножот почнува од самиот почеток на режењето, а по извесно време на предната површина се појавува вдлабнување (кратер), додека пак по задната површина одреден изабен појас.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

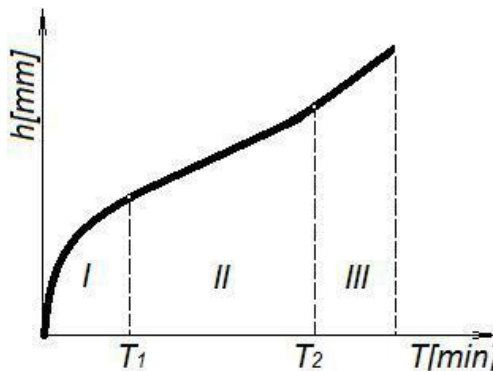
III година - скрипта



Сл.2.17: Промена на абењето на алатот со текот на времето.

Карактеристични големини според кои може да се оценува изабеноста (потрошеноста) на алатот се:

- ✓ ширина на изабениот појас по задната површина (h);
- ✓ растојание на средината од кратерот до врвот на ножот (K_t);
- ✓ длабочина на кратерот (K_a);
- ✓ скратување на врвот на алатот (K_v).



Сл.2.18: Изгледот на пресекот на струганицата.

Изабеноста на алатот најчесто се следи преку ширината на изабениот појас по задната површина. Во текот на времето таа промена во принцип поминува во три зони, и тоа:

- ✓ зона I, кога за кратко време има големо абење или при тоа е периодот на разработување на алатот;
- ✓ зона II, кога абењето на алатот е константно во текот на времето; и
- ✓ зона III, кога абењето на алатот нагло се зголемува и брзо доаѓа до потполно затапување или до кршење.

Промената на геометријата на резниот алат со неговото абење, секако дека влијае врз точноста и квалитетот на обработената површина. Со скратувањето на врвот на ножот се променува димензијата на обработуваниот предмет, а изабеноста по задната страна влијае врз квалитетот на обработената површина. Кога изабеноста ќе достигне одредена големина, алатот ја губи неговата резна способност, односно затапува.

Одредувањето на моментот на затапувањето на алатот, може да биде по различни критериуми, како што се:

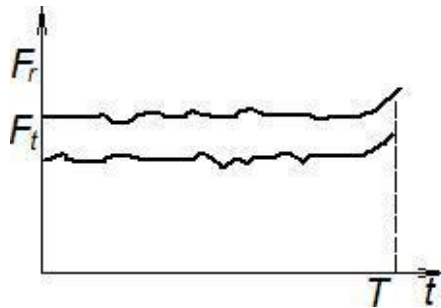
- ✓ Тејлоров критериум;

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

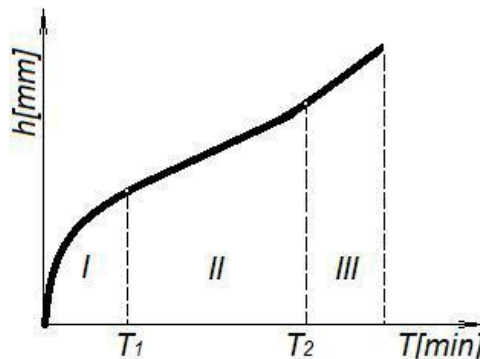
- ✓ Шлезингеров критериум;
- ✓ критериум со примена на радиоактивни изотопи;
- ✓ технолошки критериум; и
- ✓ критериум на оптимално абење.

Тејлор прв се обидел да даде критериум за затапеноста на алатот, а го дефинираше со појава на светли површини на обработената површина. Но, светлите површини на обработуваната површина се појавуваат при поголемо затапување на алатот, односно најчесто во почетокот на зоната III. Ваквиот критериум не е прифатлив за некои видови на обработки, како што е фината обработка, обработката со профилни алати и слично.



2.19: Промена на абењето на алатот со текот на времето.

Промената на отпорот на режењето Шлезингер ја предлага како критериум на затапеност на алатот. Додека алатот е остар, радијалната и аксијалната компонента на отпорот на режење имаат приближно константна вредност. Со затапувањето на алатот овие отпори нагло се зголемуваат. Сепак оваа метода има примена само во лабораториски услови, бидејќи потребна е посебна инструментација за мерење на отпорите на режење.

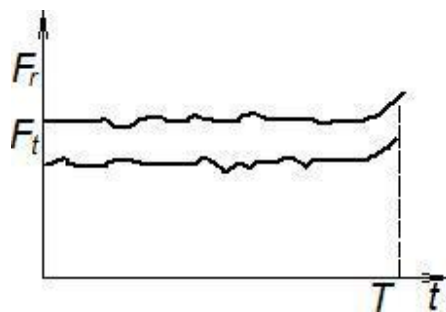


2.19: Шлезингеров критериум на затапување.

И методата со радиоактивни изотопи има специфична примена. Најпрвин резните површини од алатот се изложуваат на радиоактивно зрачење. Поради абењето на алатот радиоактивноста преминува и на струганицата, па со мерење на нејзината радиоактивност се определува и затапувањето на алатот. Претходно со експерименти се утврдува големината на радиоактивното зрачење на струганицата при затапувањето на алатот.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

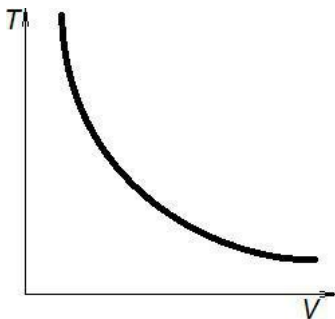
III година - скрипта



2.20: Промена на абењето на алатот со текот на времето.

Во практика често се користи и таканаречениот *технолошки критериум на затапување на алатот*, односно се смета дека алатот е изабен кога обработената површина не одговара на пропишаните технички услови. На пример, влошување на рапавоста на обработената површина, пречекорување на толеранциските граници, појава на недозволените осцилации во системот, зголемена температура и др. Овој критериум најчесто се користи за фина обработка.

Во големосериското и масовното производство како и при користењето на алати со сложена конфигурација, пожелно е да се користи *критериумот за оптимално абење*. Се усвојуваат такви критериуми за затапеноста на алатот при што вкупната трајност на алатот добива максимална вредност. Постојат разни методи за определување на оптималните големини на изабеноста на алатот што, пред се, зависат од видот на алатот, неговата геометрија, бројот на дозволени повторни острења и др.



Сл.2.21: Зависност на трајноста на резниот алат од резната брзина.

Во зависност од критериумите што се усвојуваат за затапеноста на алатот се определува и неговата трајност. За конкретни услови на работа трајноста на резниот алат наједноставно и најефикасно се определува по експериментален пат. На тој начин да се определи и влијанието на одредени големини врз трајноста на алатот. Еден од највлијателните фактори е и резната брзина. Со зголемувањето на резната брзина, трајноста на алатот нагло опаѓа.

Зависноста на трајноста на алатот од резната брзина Тејлор ја изразил со експоненцијална функција и тоа:

$$T = \frac{C}{V^2}$$

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

каде:

C и z - се карактеристики на материјалот на обработуваниот предмет и алатот.

2.5 РЕЖИМ НА ОБРАБОТКАТА

За да се постигне потребната производственост на работата, елементите на режимот на работата треба да се изберат така, што зададениот предмет со определен квалитет да се изработи најекономично. Поради тоа изборот на елементите на режимот на обработката е многу сложен и условен со земање на предвид на голем број на влијателни фактори. Затоа во современото производство режимот на обработката се определува во одделението за технолошка подготовка на работата. Сепак потребно е секој металски работник да ги знае главните фактори коишто битно влијаат врз елементите на режимот на обработката.

Режимот на обработка при обработката со стругање го сочинуваат: *брзината на режење, поместот и длабочината на режењето.*

Длабочината на режењето се избира во зависност од додатокот за обработка и потребна точност.

Поместот е поврзан со длабочината на режење преку максималниот пресек на струганицата, а се избира во зависност од потребниот квалитет на обработената површина т.е. за пофина обработка се зема помал помест, а за погруба поголем помест (за иста длабочина на режење).

Брзината на режење главно зависи од:

- ✓ карактеристиките на резниот алат (материјал, трајност, геометрија и др.);
- ✓ материјалот на обработуваниот предмет и неговата површинска состојба;
- ✓ напречниот пресек на струганицата и односот на поместот и длабочината на режењето;
- ✓ видот на обработката;
- ✓ моќноста на машината;
- ✓ крутоста на системот (машина / алат / обработуван предмет);
- ✓ разладните средства и др.

2.6 ИЗБОР НА РЕЗНА БРЗИНА

Најпогодната резна брзина е најголемата брзина која ги задоволува сите влијателни фактори. Во литературата и практиката се среќаваат различни пристапи за определување на резната брзина. Но, скоро сите се базираат на експериментални испитувања, при што резултатите се прикажуваат во таблици, графикони или, пак, изведени се од емпириски изрази со коишто се пресметува резната брзина.

Често и производителите на резен алат даваат препорачливи вредности за резната брзина, но тие одговараат само за одредени алати и одредени услови за

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

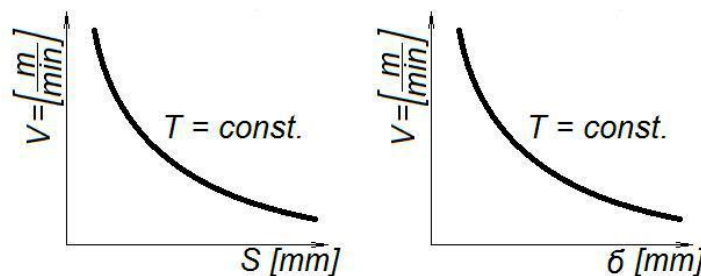
III година - скрипта

работа. Во зависност од потребите и примената се среќаваат скратени емпириски изрази за пресметка на резната брзина како функција од еден или неколку влијателни фактори, како на пример, напречниот пресек на струганицата, геометријата на резниот алат, трајноста на резниот алат и слично.

Интензитетот и карактерот на влијанието на одделни фактори врз резната брзина најчесто се одредува по експериментален пат. При постојани услови за работа се променува една големина со што се оценува нејзиното влијание врз резната брзина со цел да се постигне одредена трајност на резниот алат.

Напречниот пресек на струганицата е еден од суштествените фактори што влијаат врз резната брзина. Со зголемување на напречниот пресек на струганицата, трајноста на резниот алат се намалува. Тоа значи да се постигне одредена трајност на резниот алат со зголемување на напречниот пресек на струганицата резната брзина се намалува.

Напречниот пресек на струганицата се променува со промената на поместот (S) или длабочината на режењето (b).



Сл.2.22: Зависност на резната брзина од поместот и длабочината на режење при $T = const.$

Од сликата погоре може да се види дека, за да се постигне одредена трајност на резниот алат, зависноста на резната брзина од поместот и длабочината на режење е експоненцијална функција која може да се изрази како:

$$V = \frac{C_v}{S^{x_v} \cdot b^{y_v}}$$

каде:

C_v - големина која зависи од видот на обработката;

x_v - големина која зависи од материјалот на резниот алат и обработуваниот предмет;

y_v - големина која зависи од условите на обработката.

На тој начин се добива основниот израз за пресметка на резната брзина, но се разбира дека врз резната брзина имаат влијание и други фактори.

Влијанието на другите разни фактори врз резната брзина се земаат со корекциони фактори, па конечниот облик на изразот за пресметка на резната брзина ќе биде:

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

$$V = \frac{C_v}{S^m \cdot \delta^n} \cdot K_v$$

каде:

K_v е вкупниот корекционен фактор, а се добива со производот на сите корекциони фактори земени во предвид, односно:

$$K_v = K_{tv} \cdot K_{HB} \cdot K_{mv} \cdot K_{sp} \cdot K_{kv} \cdot K_{k1v} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv} \cdot K_{Nv}$$

Веќе беше речено дека *трајноста на резниот алат многу зависи од резната брзина и тоа со зголемување на резната брзина, трајноста нагло опаѓа*, односно за да се обезбеди одредена трајност на резниот алат треба да се работи со соодветна резна брзина. За да се земе предвид влијанието на трајноста на резниот алат врз резната брзина, основниот израз се множи со корекциониот фактор K_{tv} .

Карактеристиките на обработуваниот материјал, исто така, влијаат врз неговата обработливост, односно на изборот на резната брзина. Од карактеристиките на материјалот, доминантно влијание имаат: механичките и хемиските својства, како и состојбата на површинскиот слој.

Механичките својства на материјалите се земени преку неговата тврдина според Бринел (HB). Со *зголемувањето на механичките својства на материјалот, при определена трајност на резниот алат, резната брзина опаѓа*. Ова влијание врз резната брзина се зема предвид со корекциониот фактор K_{HB} .

Од видот на материјалот зависат и повеќе негови својства, како што се: топлопроводливоста, промена на механичките својства при промена на температурата, набивањето на струганицата, појава на повишено сечило и др. Секако дека таквите промени влијаат врз изборот на резната брзина, а тоа влијание е опфатено со корекциониот фактор K_{mv} .

Од претходната обработка на обработуваната површина, односно од нејзината состојба, исто така, зависи трајноста на резниот алат, а тоа влијание врз резната брзина се зема предвид со корекциониот фактор K_{sp} .

Друга група на корекциони фактори се оние кои го земаат предвид *влијанието на резниот алат врз резната брзина*.

Геометријата на резниот алат во голема мера влијае врз целокупниот процес на режењето. Со промена на аглите на сечилото, се влијае врз создавањето на струганица, нејзиното набивање, отпорите на режењето, допирните површини, а со тоа и на абелењето на резниот алат и др. Што значи од геометријата на алатот зависи и резната брзина за да се постигне одредена трајност. Како највлијателни големини земени се во предвид: нападниот агол со корекциониот фактор K_{kv} , помошниот агол преку корекциониот фактор K_{k1v} и радиусот на врвот од алатот K_{rv} .

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

За да се постигне одредена трајност на алатот, резната брзина се наголемува со намалување на нападниот агол k и помошниот агол k_1 и наголемување на радиусот на врвот r .

Зголемувањето на напречниот пресек на ножот ја зголемува крутоста на ножот со што се зголемува и трајноста на резниот алат, односно резната брзина. Ова влијание врз резната брзина е земено предвид со корекциониот фактор K_{qv} .

Видот на обработката, исто така, влијае врз изборот на резната брзина што е земено предвид со корекционен фактор K_{nv} .

2.7 ИЗБОР НА ПОМЕСТ

Поместот, кој е еден од елементите на режимот на обработка, може да биде ограничен од повеќе услови и тоа според:

- ✓ квалитетот на обработената површина;
- ✓ искористувањето на машината;
- ✓ напречниот пресек на ножот; и
- ✓ деформациите на обработуваниот предмет.

Квалитетот на обработената површина прикажан преку максималната рапавост (H), поместот (S) и радиусот на врвот на ножот е прикажан на сликата подолу.

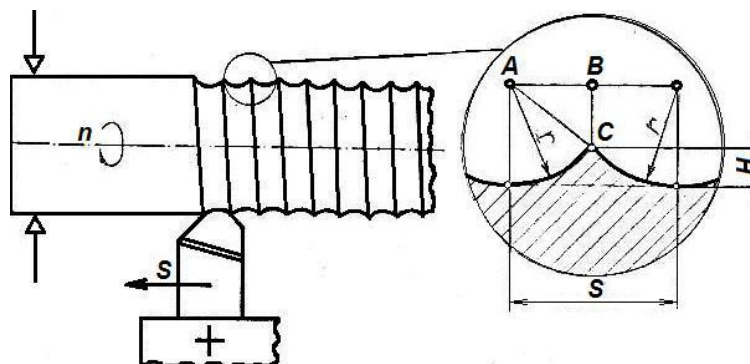
Од триаголникот ABC следува:

$$r^2 = \left(\frac{S}{2}\right)^2 + (r - H)^2$$

односно со занемарување на величината H^2 се добива:

$$S = \sqrt{8rH}$$

од каде може да се определи поместот во зависност од максималната рапавост (H) што е пропишана за обработената површина.



Сл.2.23: Зависност на рапавоста на обработената површина од поместот s и радиусот r .

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Под **максимална рапавост** се подразбира максималната висина на нерамнините, која е дефинирана како растојание меѓу две прави паралелни со основната линија, а кои поминуваат низ највисоката и најниската точка на набљудуваната површина по должина на базната линија.

Бидејќи максималната висина на нерамнините релативно тешко се определува, во практика се изведени и други параметри за дефинирање на рапавоста, како што се *средното аритметичко отстапување*, *средната висина на нерамнините* и др.

Средното аритметичко отстапување претставува *среден аритметички збир на сите ординати, независно од нивниот предзнак мерени од средната линија на профилот.*

За практични мерења средното аритметичко отстапување (R_a) е дефинирано како:

$$R_a = \frac{\sum_i^n [Y_i]}{n}$$

Средната висина на нерамнините претставува средно растојание меѓу 5 најниските и 5 највисоки точки што се наоѓаат на должината на една базна линија, а се означува со (R_z):

$$R_z = \frac{(R_1 + R_3 + \dots + R_5) - (R_2 + R_4 + \dots + R_{10})}{5}$$

Преку наведените параметри може да се определи и максималната рапавост на површината.

Друг параметар од којшто зависи големината на поместот е **искористувањето на машината.**

За да може да се врши симнување на струганицата (да се реже), потребно е моментот на главното вратило да биде поголем од моментот што се остварува со процесот на режење (материјалот предвиден за симнување), односно:

$$F_t \cdot \frac{D}{2} \leq 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{P_M}{n} \cdot \eta$$

каде што се:

- F_t [N] - тангенцијален отпор на режење;
- D [mm] - дијаметар на обработуваниот предмет; P_M [KW] - моќност на машината;
- n [vrt/min] - број на вртежи; и η - степен на полезно дејство.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Тангенцијалниот отпор на режењето е компонента од резултантниот отпор којшто се разложува на три меѓусебно нормални компоненти, при што:

F_t - тангенцијален отпор на режењето во правец на резната брзина;

F_r - радијален отпор на режењето, нормален на оската на обработуваниот предмет и тангенцијалниот отпор; и

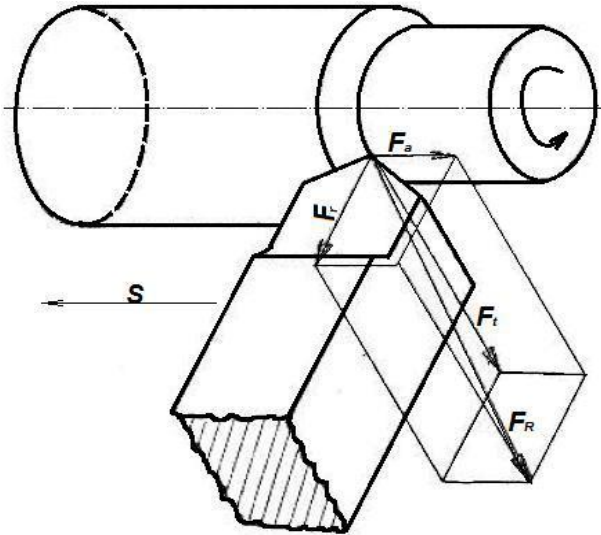
F_a - аксијален отпор на режењето во правецот на поместот.

Резултантниот отпор може да се определи според равенката:

$$F_R = \sqrt{F_t^2 + F_r^2 + F_a^2}$$

Бидејќи тангенцијалниот отпор е најголем, тој се вика и *главен отпор на режењето*, а во однос на него често се изразуваат радијалниот и аксијалниот.

На големината на отпорот на режењето влијаат повеќе фактори како што се: материјалот на обработуваниот предмет, длабочината на режењето, поместот, предниот агол (γ), нападниот агол (κ), разладните средства, резната брзина и др.



Сл.2.24: Отпори при режење.

Во зависност од наведените фактори тангенцијалниот отпор на режењето се определува со изразот:

$$F_t = 10C_F \cdot \delta^{x_F} \cdot S^{y_F} \cdot K_F \text{ [N]}$$

каде што се:

C_F - специфичен отпор на режењето;

x_F и y_F - коефициенти зависни од видот на обработуваниот материјал;

b [mm] - длабочина на режењето; S [mm/vrt] - помест;

K_F - вкупен корекционен фактор којшто го зема предвид влијанието на предниот агол, нападниот агол и разладното средство преку соодветните коефициенти, односно:

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

$$K_F = K_{Fy} \cdot K_{Fk} \cdot K_{Fz6}$$

Со замена на последната во претпоследната равенка се добива основната равенка од која може да се изрази која и да било вредност во зависност од моќноста на машината:

$$10C_F \cdot \delta^{x_F} \cdot S^{y_F} \cdot K_F \cdot (D/2) = 9,55 \cdot 10^6 \cdot (P_M/n) \cdot \eta$$

Во тој случај поместот во зависност од моќноста на машината ќе биде:

$$s = \left(\frac{1,91 \cdot 10^6 \cdot P_M \cdot \eta}{C_F \cdot K_F \cdot \delta^{x_F} \cdot n \cdot D} \right)^{\frac{1}{y_F}}$$

Резултантниот отпор на режење, односно неговите компоненти (F_t , F_r и F_a) на ножот предизвикуваат сложени напрегања. За поедноставување на изразот со којшто се искажува оваа зависност, влијанието на радијалната и аксијалната компонента на отпорот на режењето земено е со факторот q и во тој случај напречниот пресек на ножот може да се изрази како:

$$A = (F_t / \sigma) \cdot q$$

каде што се:

$A [mm^2]$ - напречен пресек на телото на

ножот; $F_t [N]$ - тангенцијален отпор на режење;

$\sigma [N/mm^2]$ - дозволено нарегање при свиткување на материјалот на телото на ножот;

q - фактор којшто го зема предвид влијанието на радијалната и аксијалната компонента на отпорот на режење, а во зависност од видот на обработката изнесува:

за надолжна обработка со $k = 45^\circ$ $q = 6f + 1,2 ef - 0,8$;

за надолжна обработка со $k = 90^\circ$ $q = 6f + 2,2 ef - 0,2$;

за напречна обработка $q = 6f + 2,4 ef - 1,0$;

за отсекување $q = 6f - 1,0$.

каде што се: $f = (l/h)$ и $e = (h/b)$.

Со понатамошна замена на изразот за F_t се добива основната равенка од која можат да се изразат бараните големини во однос на напречниот пресек на ножот. Поместот изразен од таа равенка ќе биде:

$$s = \left(\frac{A \cdot \sigma}{C_F \cdot K_F \cdot \delta^{x_F} \cdot q} \right)^{\frac{1}{y_F}}$$

Под дејство на силите од отпорот на режењето обработуваниот предмет се деформира, а максималната деформација што се остварува под дејство на радијалната компонента на отпорот на режењето во општ случај ќе биде:

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

$$f_{max} = \mu \cdot \frac{F_r \cdot l^3}{EJ}$$

каде што се:

f_{max} [mm] - максимално свиткување;

F_r [N] - радијална компонента на отпорот на режењето;

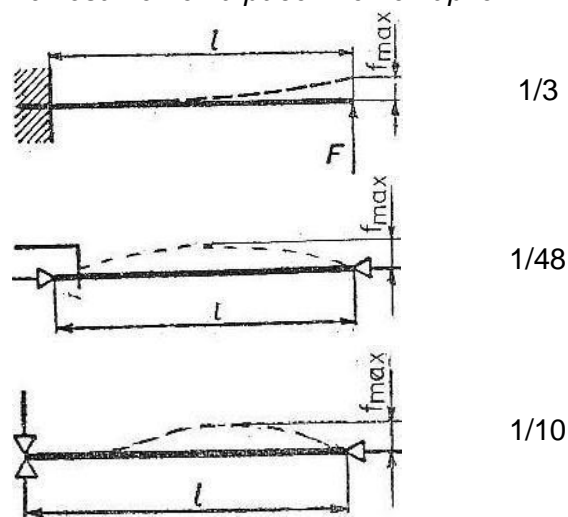
l [mm] - слободна должина на обработуваниот предмет;

E [N/mm²] - модул на еластичност;

J [mm⁴] - момент на инерција ($J = 0,05 \cdot D^4$);

μ - коефициент кој зависи од начинот на стегање на обработуваниот предмет.

Табела 2.2: Вредности за коефициентот во зависност од стегањето на работното парче.



При обработката со $k = 45^\circ$ односот на компонентите на отпорот на режењето приближно е: $F_r = 0,4 \cdot F_t$ и $F_a = 0,2 \cdot F_t$. Ако се земе предвид овој однос и изразот за F_t се добива општа равенка за зависноста на одредени големини од максималните деформации на обработуваното парче или:

$$f_{max} = \mu \frac{4C_F \cdot S_F^3 \cdot 6^{x_F} \cdot K_F \cdot l^3}{EJ}$$

Од равенката претходно наведена со замена се добива изразот за поместот во зависност од максималните деформации:

$$S = \left(\frac{EJ \cdot f_{max}}{4C_F \cdot 6^{x_F} \cdot K_F \cdot l^3} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Од сите горе наведени услови за пресметка на поместот, меродавен е најмалиот кој се приспособува на помалата вредност, со која располага машината, односно:

$$S_0 = \min (S_1, S_2, S_3, S_4)$$

2.8 ДОДАТОЦИ ЗА ОБРАБОТКА

Обликување на машинските делови со стружење се врши со симнување на дел од материјалот од необработеното парче. *Материјалот предвиден за симнување се вика **додаток за обработка***. За да се обезбедат одредени мерки и квалитет на обработената површина, потребно е да се предвидат додатоците за обработка со што можат да се определат почетните мерки на обработуваното парче.

Постојат голем број фактори кои повеќе или помалку влијаат врз големината на додатоците за обработка.

Пред се материјалот и начинот на којшто е подготвено обработуваното парче во голема мера влијаат врз додатоците за обработка. Така за лиените и кованите предмети кои имаат површинска кора потребни се поголеми додатоци во споредба со влечените или валаните предмети.

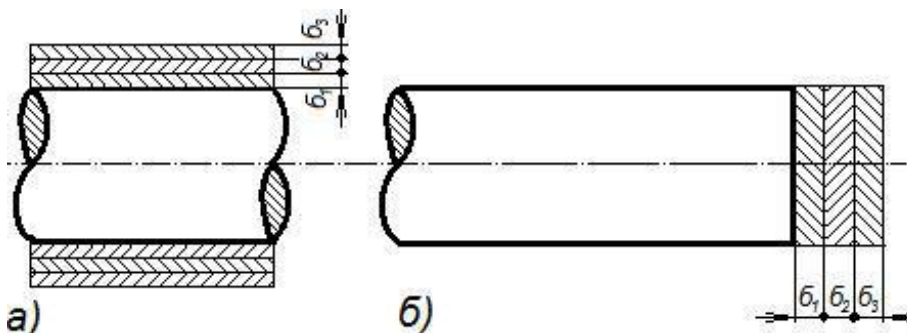
Конфигурацијата и големината на делот, исто така влијаат врз големината на додатоците, односно за поголемите или за деловите со посложена конфигурација, потребни се и поголеми додатоци.

Во зависност од типот на производството, потребни се различни додатоци и тоа: за сериско и масовно производство се даваат помали додатоци, одошто за поединечно производство.

Секако дека и *техничко-технолошките услови* имаат влијание врз големината на додатоците. Колку се техничките барања построги, толку и додатоците се поголеми, а одредено влијание имаат и начинот на стегање на обработуваното парче, базирањето и други технолошки услови.

Во општ случај при обработката на деловите се разликуваат следниве додатоци:

- b_3 - додаток за груба обработка;
- b_2 - додаток за фина обработка; и
- b_1 - додаток за брусење.



Сл.2.25: Додатоци за обработка: а) надолжна; и б) напречна.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Во практиката постојат повеќе начини за определување на големината на додатоците. Со анализа на состојбата на површината што треба да се обработува (максимална рапавост, длабочина на дефектниот слој, грешки од обликот на делот, грешки од базирањето, дозволени отстапувања и т.н.), а земајќи ги предвид претходно наведените фактори, може најточно да се определи додатокот за обработка. Но, овој начин за определување на додатокот за обработка се користи во посебни случаи. Најчесто додатоците за обработка се определуваат ориентационо, односно се користат вредности кои се добиени со искуство во работата, а средени во таблица.

Табела 2.3: Вредности за додатоците за надолжна обработка.

	L [mm]							
	D [mm]	-100	100÷2500	250÷400	400÷630	630÷1000	1000÷1600	1600÷2500
грубо стружење	18	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5		
	18÷30	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	4,5	
	30÷120	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0
2b ₁ [mm]	120÷260	5,0	5,5	5,5	5,5	6,0	7,0	8,0
фино стружење	18	0,75	1,0	1,25				
	18÷50	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	
	50÷120	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1
2b ₂ [mm]	120÷160	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2

Табела 2.4: Вредности за додатоците за напречна обработка.

	Завршна должина на предметот L [mm]						
	D [mm]	18	18÷50	50÷120	120÷260	260÷500	500
грубо стружење	18	0,9	1,1	1,4	1,8	2,4	2,7
	18÷50	1,0	1,2	1,5	1,9	2,5	2,8
	50÷120	1,1	1,3	1,6	2,0	2,6	2,9
b _{1p} [mm]	120÷260		1,5	1,8	2,1	2,7	3,0
фино стружење	18	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4
	18÷50	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,4
	50÷120	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5
b _{2p} [mm]	120÷260		0,9	1,0	1,2	1,4	1,5

2.9 ПОДЕЛБА НА ТЕХНОЛОШКИТЕ ОПЕРАЦИИ

Сите активности се изведуваат на една машина, во текот на обработката на еден предмет, независно од редоследот и времето на извршување наречени се **технолошка операција**.

Технолошката операција во општ случај може да се расчлени на: **стегање, позиција, преод, премин, зафат и микрозафат**.

Ако сите потребни обработки, за наведениот пример се изведуваат само на струг, предметот ќе биде обработен во една операција (стругање). Изработката на отвори може да се изврши на дупчалка. Независно од редоследот на обработката, што значи по дупчењето предметот може повторно да се обработува со стругање, во тој случај предметот ќе биде обработен во две операции (стругање и дупчење).

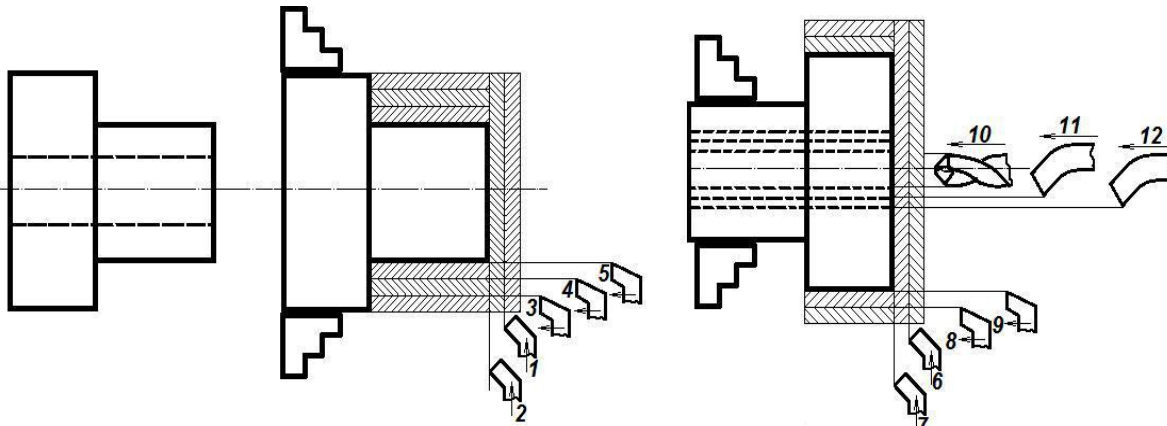
Од истата слика подолу се гледа дека со едно прицврстување на работниот предмет се изведуваат обработките од 1 ÷ 5, потоа предметот се завртува, а се

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

обработува во две стегања, што значи под **стегање** се подразбира дел од операцијата што се извршува при едно прицврстување на обработуваното парче.

При изработката, обработуваното парче може да има различни положби во однос на машината. Обработката што се изведува во тој период е наречена **позиција**. Често позицијата е иста со стегањата, ако при едно прицврстување предметот не ја менува својата положба, како што е случај во примерот.



Сл.2.26: Технолошка операција на струг.

На цртежот погоре со броеви означени се: 1 и 6 - груба попречна обработка; 2 и 7 - фина попречна обработка; 3, 4 и 8 - груба надолжна обработка; 5 и 9 - фина надолжна обработка; 10 - дупчење; 11 - груба надолжна внатрешна обработка; и 12 - фина надолжна внатрешна обработка.

Обработката при која не се променува обработуваната површина, резниот алат и режимот на обработка наречен е **преод**. Еден преод претставува грубата обработка (3 и 4), ако се изработуваат од ист алат и исти режими.

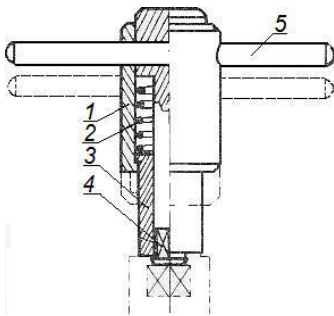
Едно поместување на алатот во однос на работното парче со исти услови на обработка претставува **премин**. Што значи преодот за груба обработка е составен од два премина. Сите други преоди во примерот составени се од по еден премин.

Секој премин може да се расчлени уште на **зафати** и **микрозафати**. Поставувањето на парчето во стегачката глава, вклучувањето на поместот и т.н., претставуваат одредени микрозафати што претставуваат елементарни придвижувања за остварување на еден зафат. На пример, зафатот поставување на парчето во стегачката глава составен е од следните микрозафати: земање на клучот, поставување на клучот во стегачката глава, завртување на клучот, вадење на клучот од стегачката глава, враќање на клучот на своето место.

2.10 РАБОТНИ ПРАВИЛА И ЗАШТИТА ПРИ СТРУГАРСКИТЕ РАБОТИ

При објаснувањето на одредени работни операции и помошни активности кај стругот беше нагласено и како тие дејсоти правилно се изведуваат. На крајов уште еднаш средено ќе ги изнесеме и да ги дополниметие работни правила со мерките за заштита при работата.

1. Секогаш проверувај ја правилноста (центричноста) и сигурноста на стегањето на работниот предмет! При стегањето на работниот предмет не заборава да го извадиш клучот од стегачката глава. Во составот на редовниот прибор кај некои стругови се наоѓа и безбедносен клуч за стегачката глава (сл.2.27), кој работи на следниов принцип: за да се изврши стегање, потребно е телото на клучот (4) заедно со чаурата (1) преку рачките (5) да слегува надолу и да влегува во отворот на стегачката глава и со рачката (5) се врши стегање. Штом рачката (5) ја ослободиме, пружината (2), која е притисната потпирајќи се на водилката, ќе го подигне и ќе го извади од стегачката глава телото на клучот (4).



Сл.2.27: Безбедносен клуч за стегачка глава.

2. Челустите од стегачката плоча секогаш поставувај ги по нивниот означен редослед!

3. Секогаш употребувај нож соодветен на работната операција!

4. Остри ги ножевите на брусна плоча со што поголем дијаметар. При тоа настојувај брусената површина секогаш да биде обилно залеана со разладно средство!

5. При поставување и симнување на ножевите секогаш исклучи ја машината (да се избегне опасноста од несреќен случај)! Исто така никогаш не допирај делови од стругот што се во движење.

6. При исклучување на машината прво исклучи го погонот на помошното движење, а потоа и машината!

7. Отсекувањето на струг врши го со мала резна брзина и многу мал напречен помест при обилно ладење!

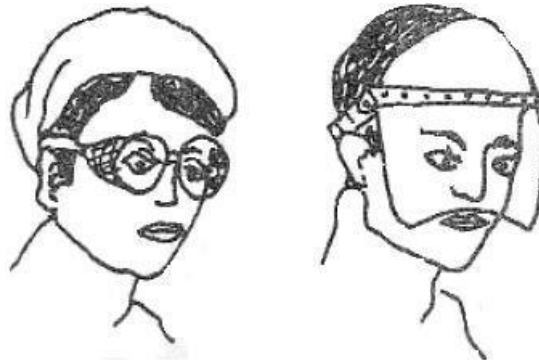


Сл.2.28: Работна облека.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

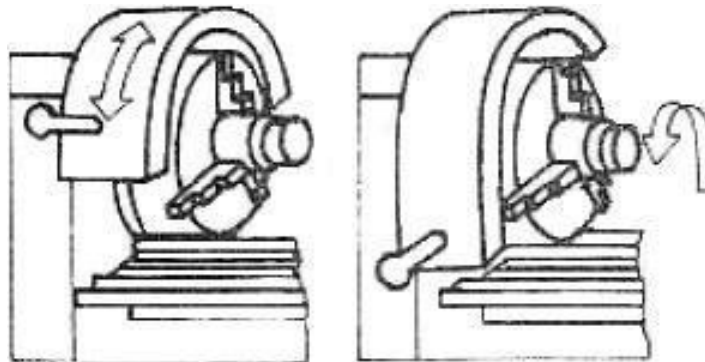
III година - скрипта

8. При работа на струг секогаш носи прикладна работна облека и заштитни очила или заштитна маска.



Сл.2.29: Средства за заштита на очите и лицето.

9. Кај некои стругови над стегачката глава е поставен подвижен заштитник. Во тој случај, по стегањето на работниот предмет со рачката треба да се заврти заштитникот и да се доведе меѓу работникот и стегачката глава.



Сл.2.30: Заштитник на стегачка глава.

10. Струганиците никогаш не отстранувај ги со голи раце. За таа цел се користи посебни куки или челична четка.



Сл.2.31: Средства за отстранување на струганиците.

ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ

1. Кое и какво движење прави работниот предмет, а кое и какво движење алатот кај обработката со стружење?
2. Која е разликата помеѓу дупчењето на дупчалка и дупчењето на струг?
3. Која е основната форма на деловите обработени на струг?
4. Кои се општите работни правила за работа на стругот?
5. На универзален струг во училишна работилница покажи ги главните делови и опиши ја нивната функција и намена!
6. Кои се посебните работни правила за стегање на работниот предмет и алатот?
7. Изврши правилно стегање на парче со кружна форма во стегачката глава.
8. Дали четиристрана прачка од челик може центрично да се стегне во стегачка глава со три челюсти? Ако не може, зошто?
9. Кои предмети и како се стегаат помеѓу шилци?
10. Кај кои предмети се применува стегањето на трнови?
11. Како се врши урамнотежување на стегачката плоча, на кој е стегнат стругарски нож?
12. На стругарски нож за надолжна обработка покажи ги деловите и елементите на стругарскиот нож.
13. По кој редослед се врши брусење на површините на сечилото при острење на стругарските ножеви?
14. Земи гарнитура стругарски ножеви и подели ги по сите основи: според основната форма, според положбата, според начинот на изработка, според напречениот пресек, според намената и т.н.
15. Која е функцијата на предниот и задниот агол на ножот?
16. Во која висинска положба треба да биде ножот при отсекувањето?
17. Зошто ножот се стега со што покус слободен крак (препуст)?
18. Што е тоа резна длабина, резна брзина и помест при стругањето?
19. Каков режим на обработка се избира за груба, а каков за фина обработка на струг?
20. Според кои основи се врши изборот на режимот за обработка на струг?
21. На универзален струг во училишна работилница опишно објасни ги постапките за редоследот на изведувањето на основните стругарски операции: надолжно и напречно надворешно стругање; вкопување, отсекување и профилно стружење; дупчење и проширување на отвори; обработка на конусни површини; режење на навои на струг; потоа на едно парче изведи по неколку премини за секоја од тие операции.
22. Објасни ја намената, добрите страни и недостатоците на следниве специјални стругови: напречни и вертикални стругови; револверски стругови; автоматски и полуавтоматски стругови.
23. Наведи ги ХТЗ мерките за работа на струг.

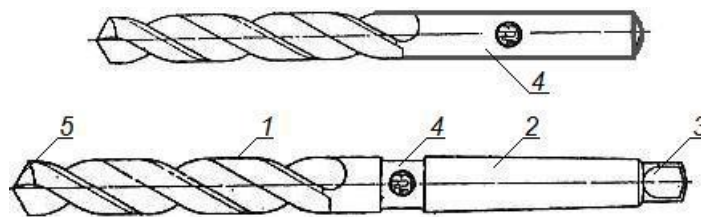
3 ОБРАБОТКА СО ДУПЧЕЊЕ

3.1 ОСНОВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ОБРАБОТКАТА СО ДУПЧЕЊЕ

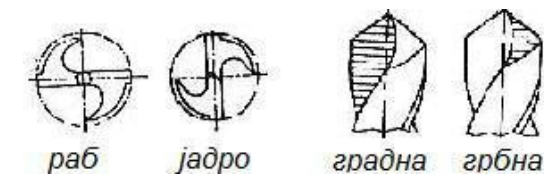
И дупчењето, исто како и стругањето, е обработка со работно односно главно движење. Кај дупчењето и работното кружно и помошното праволиниско движење го изведува алатот.

Со завојни сврдли, кои имаат стандарден пречник и форма, се изработуваат цилиндрични отвори и дупки со различни пречници и длабочини. Секој сврдел ги има следните елементи:

- тело (1) на кое се наоѓаат завојните канали кои го овозможуваат одведувањето на струганиците;
- држач (2) кој служи за прицврстување на сврделот, а се изработува со цилиндрична и конусна форма;
- ушка (3) која служи за избивање на сврделот од држачот;
- врат (4), односно премин од држачот кон завојните канали;
- врв (5), односно завршен дел од сврделот.



Сл.3.1: Составани делови на завоен сврдел.



Сл.3.2: Површини кај завојниот сврдел.

Гледајќи го сврделот од врвот кон држачот разликуваме:

- раб што е истакнатот надолжен дел од сврделот; и
- јадрото кое претставува средниот дел од каналисаниот дел чиј замислен пресек е круг.

На врвот на сврделот разликуваам следниве површини:

- градна, односно површината на каналот по која се лизгат струганиците; и
- грбна, надворешна конусна површина на врвот од сврделот која е свртена кон обработената површина на материјалот.

Во зависност од тоа каква треба да биде точноста на обработуваниот отвор, обработката со дупчење се изведува во две фази, и тоа:

- А - дупчење и раздупчување;
- Б - проширување и развртување.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Дупчењето е таква обработка со која во предметот, односно материјалот се отвора нов отвор, и тоа во тој случај кога неговиот дијаметар е мал па може да се издупчи одеднаш. Доколку дијаметарот на отворот е голем па не може да се издупчи одеднаш, тогаш по дупчењето обично се врши **раздупчување на отворот**.

Раздупчувањето всушност преставува грубо проширување на претходно издупчениот отвор со алат кој од алатот за дупчење се разликува само по големината на дијаметарот, а не и по обликот.

Притоа треба да се води сметка за односот помеѓу дијаметрите на алатот за раздупчување и алатот за дупчење, кој не смее да биде поголем од 1,6.

Ако некој отвор треба да има поточни димензии и подобар квалитет на обработуваната површина од оној што се постигнува со дупчење и раздупчување, се врши **проширување и развртување**.

Проширувањето е таква обработка со која се постигнува зголемување како на дијаметарот на отворот така и на квалитетот на обработуваната површина, а се врши со посебен алат главно со проширувачи и ножеви за дупчење.

Развртувањето го сметаме како завршна обработка на цилиндрични и конусни отвори. Се изведува обично во две фази, и тоа како **грубо развртување** при кое се симнува струганица со дебелина од $0,1 \div 0,3$ [mm], односно како **фино развртување** со дебелина на струганицата од $0,05 \div 0,1$ [mm].

Со развртувањето за кое се потребни посебни алати (развртки) се постигнува највисока точност на димензиите и највисок квалитет на обработената површина.

Покрај досега споменатите обработки со дупчење, може да се врши уште и **врежување на завојници** во претходно издупчени отвори со посебен **врезник**, и тоа за помали дијаметри на отворите.

Во зависност од намената, точноста на димензиите и квалитетот на обработената површина на отворот, алатот за дупчење може да се подели на:

- ✓ алат за дупчење и раздупчување (завојни сврдли);
- ✓ алат за проширување (проширувачи);
- ✓ алат за развртување (развртки); и
- ✓ алат за врежување (врезници).

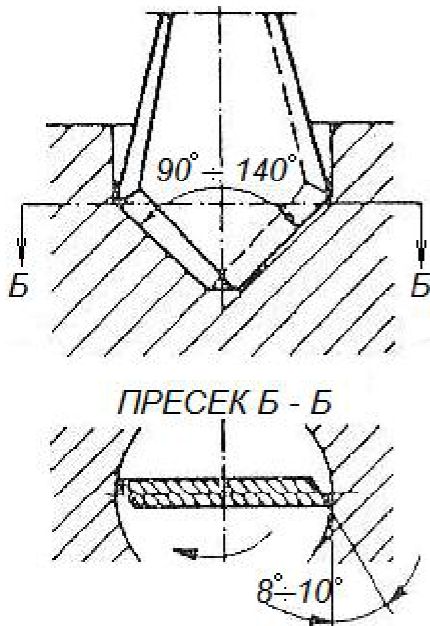
Еден од најстарите алати за груба обработка на отвори е рамниот сврдел прикажан на сл.3.3. Покрај едноставниот облик и можноста за употреба при обработка на материјали со различни механички особини, овој сврдел има и определени недостатоци и тоа пред се поради лошото одведување на

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

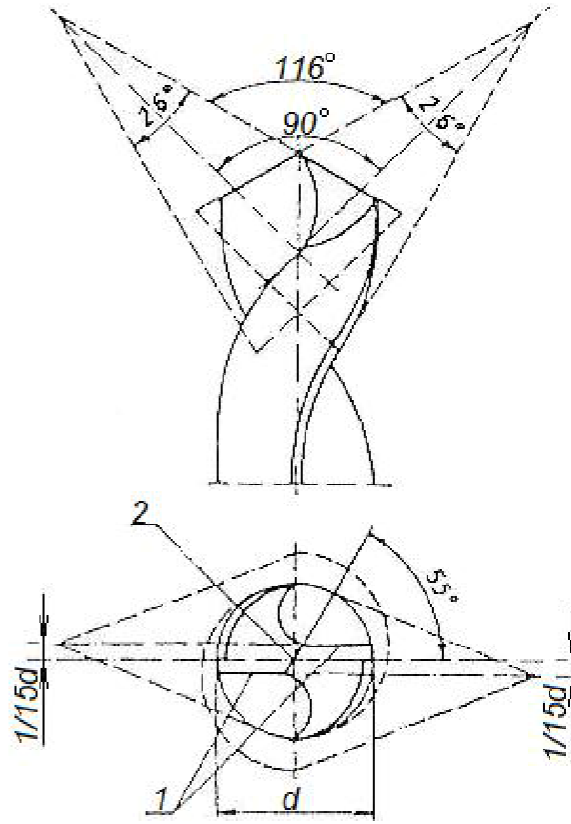
III година - скрипта

струганицата, како и поради смалувањето на неговиот дијаметар што настанува при острењето.

Затоа овој сврдел денес нема голема практична примена, па како главен алат за грубо дупчење останува единствено *завојниот сврдел*.



Сл.3.3: Рамен сврдел.



Сл.3.4: Завоен сврдел.

Кај завојниот сврдел се формираат три сечила и тоа две работни сечила (1) и едно напречно помошно сечило (2). Главните сечила вршат симнување на струганицата при дупчење на отворот, а напречното сечило врши гмечење на материјалот и овозможува навлегување на сврделот во него. Аголот на врвот на сврделот за *челични материјали* е 116° , а за другите *меки материјали* и некои *легури* е поголем и изнесува за *Ms* 130° , за *Al* 140° и т.н. Додека за материјали со голема тврдина како *бакелитот* и *каменот* овој агол изнесува 90° .

Ако работното сечило го пресечеме со рамнина нормална на него (рамнина А - А) во пресекот ќе ги видиме следните агли:

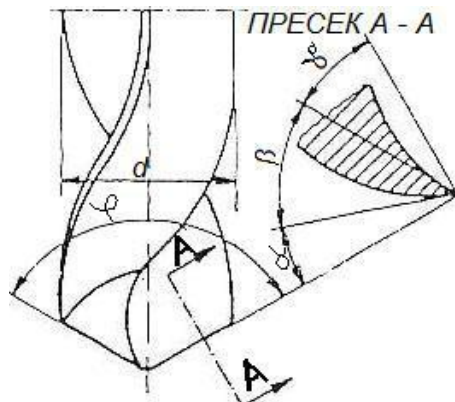
α - *задан* или *грбен агол* - е аголот што се формира меѓу тангентната на задната површина и пресечната линија меѓу резачката и пресечната линија меѓу резачката и пресечената рамнина;

γ - *преден* или *резачки агол* - е аголот што се формира меѓу тангентата на предната површина и нормалата на резачката рамнина низ сечилото на сврделот, која лежи во пресечената точка;

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

β - агол на клинот на сверделот - е агол помеѓу тангентите на предната и задната површина.



Сл.3.5: Агли на завојниот свердел.

Збирот на сите овие агли е 90° , односно $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$.

Завојните свердли се делат според неколку критериуми и тоа:

Според *материјалот* од кој се направени постојат:

- ✓ свердли од *легиран* и *нелегиран* алатен челик;
- ✓ свердли од *брзорезачки* челик; и
- ✓ свердли од *тврди метали*.

Според *формата* на дршката има:

- ✓ свердли со *цилиндрична дршка*; и
- ✓ свердли со *конусна дршка*.

Според *должината* постојат:

- ✓ *куси* завојни свердли; и
- ✓ *долги* завојни свердли.

Според *начинот на изработката* постојат:

- ✓ свердли со *режани* завојни жлебови; и
- ✓ свердли со *виткани* завојни жлебови.

Според *насоката на завојницата* на жлебовите постојат:

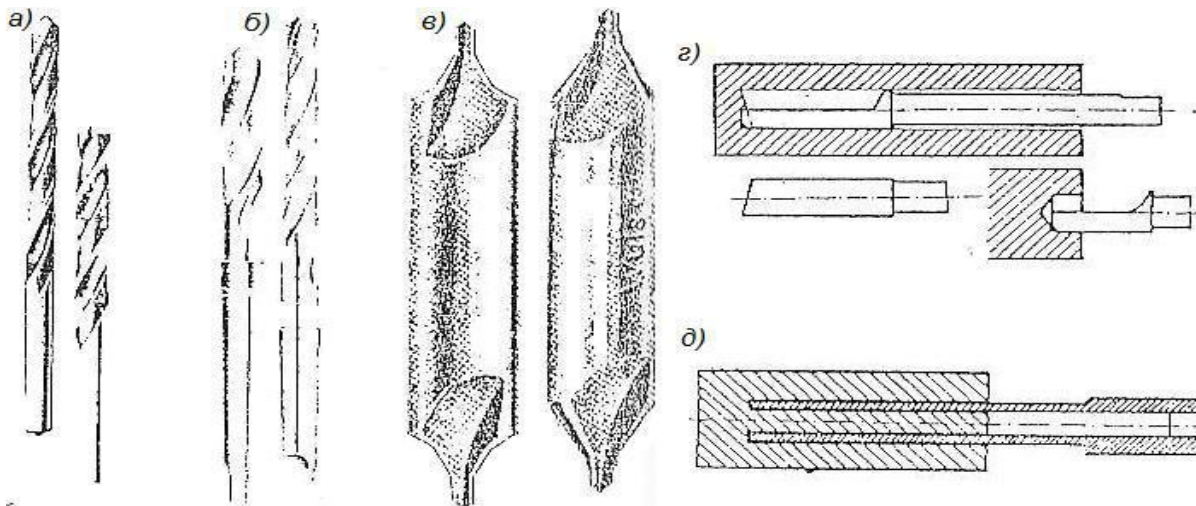
- ✓ *десни завојни свердли*, се користат за обработка со дупчалки и кај нив насоката на завојницата на жлебовите е иста со насоката на вртењето на стрелките на часовникот; и
- ✓ *леви завојни свердли*, кои се користат за дупчење на отвори со стругарски автомати и кај нив насоката на завојницата на жлебовите е спротивна од насоката на стрелките на часовникот.

За отвори со големи должини се користат:

- ✓ *топовски свердли*, за мали дијаметри и големи должини; и
- ✓ *цевчести свердли*, за големи отвори и големи должини.

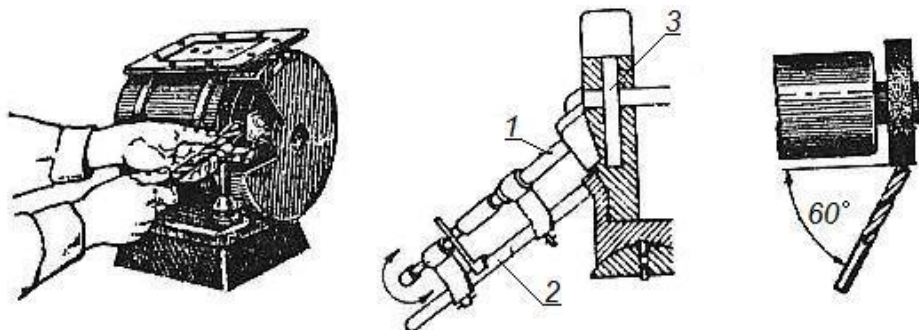
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта



Сл.3.6: Видови на сврдли: а) завојни сврдли со цилиндрична дршка; б) завојни сврдли со конусна дршка; в) сврдли за задупчување; г) топовски сврдел; и д) цвечест сврдел.

За острење на сврдлите постојат специјални машини - острилки. Доколку такви машини не постојат сврдлите можат да се острат рачно со помош на посебен уред - носач на сврдли, и тоа на обична точилка. Сврделот (1) се поставува на носачот (2) кој се стегнува на острилката, а потоа, со поместување на носачот, се врши острење на сврделот на точилото (3). Точноста на аголот на врвот на сврделот се проверува со контролник.



Сл.3.7: Острење на сврдли.

Проширувачите се наменети за поточна и поквалитетна обработка на претходно издупчени отвори. Основна карактеристика на овој алат е што наместо два имаат повеќе завојни жлебови со што е овозможено уште подобро водење на алатот. Покрај тоа, проширувачите немаат напречно сечило бидејќи работните сечила не одат до средината на алатот, што овозможува помала должина на алатот - при поголема крутост на неговиот резачки дел.

Проширувачите се среќаваат во различни форми, и тоа:

Според конструкцијата и изработката:

- ✓ едноделни; и
- ✓ насадни.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Според начинот на нивното прицврстување на работното вретено на дупчалката:

- ✓ со цилиндрична; и
- ✓ конусна дршка.

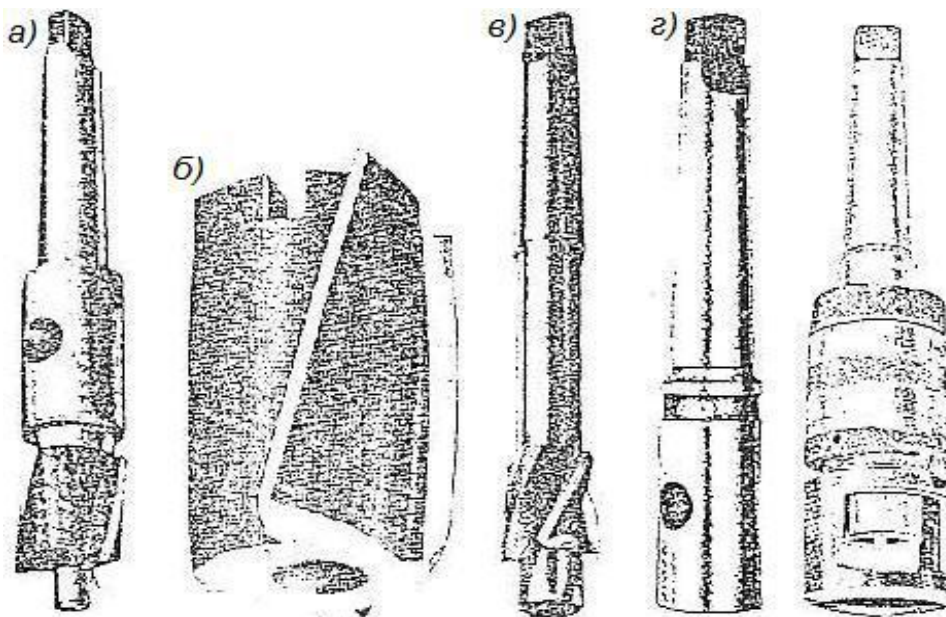
Според формата на обработуваниот отвор:

- ✓ цилиндрични;
- ✓ конусни;
- ✓ челни; и
- ✓ комбинирани.

Според материјалот од кој се изработени имаме проширувачи од:

- ✓ алатен челик;
- ✓ брзорезачки челик; и
- ✓ со сечило од *тврди метали*.

Развртките се користат за добивање на уште поточни димензии на претходно издупчени отвори, како и за поквалитетни површини на отворите. Овој алат е многусечен, а работи со мали длабочини на режење. Така, големиот број сечила ($4 \div 20$) му обезбедува уште подобро водење во обработуваниот отвор. Развртките се јавуваат во различни големини и со различни конструкции.



Сл.3.8: Развртувачи: а) едноделен цилиндричен проширувач со конусна дршка; б) насаден цилиндричен проширувач; в) комбиниран степенест проширувач со завојни заби; и г) држачи со конусна дршка.

Според начинот на обработка за кој се наменети:

- ✓ рачна; и
- ✓ машинска обработка.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Според обликот на сечилата можат да бидат:

- ✓ со рамни; и
- ✓ со завојни сечила.

Според формата на отворот што се обработува постојат:

- ✓ цилиндрични; и
- ✓ конусни развртки.

Според конструкцијата и изработката разликуваме:

- ✓ едноделни и
- ✓ дотерувачки развртки.

Според начинот на прицврстување имаме со:

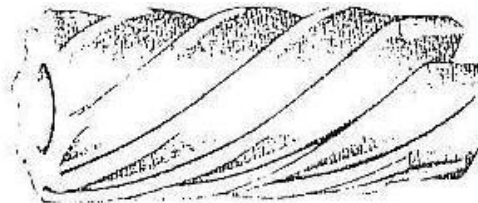
- ✓ цилиндрична; и
- ✓ конусна дршка.

Според материјалот од кој се изработуваат постојат развртки од:

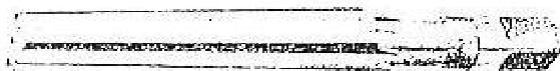
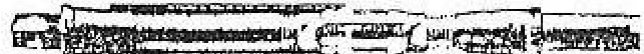
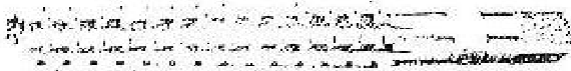
- ✓ алатен челик;
- ✓ брзорезачки челик; и
- ✓ со сечила од тврд метал.



Сл.3.9: Едноделни развртки со завојни и прави сечила.



Сл.3.10: Насадни развртки со прави и завојни сечила.



Сл.3.11: Конусни развртки со прави и завојни сечила.

Сл.3.12: Дотерувачки развртки со постојани сечила.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

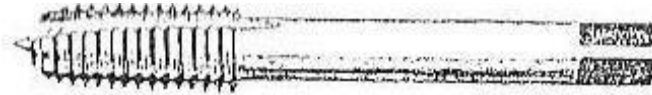
III година - скрипта

Врезниците се алати кои се употребуваат за врежување на навои во претходно издупчени отвори. Ги има два вида и тоа:

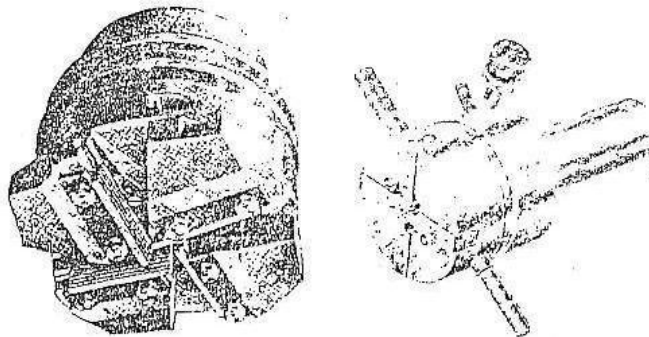
Рачни врезници - кои се употребуваат за рачна изработка на навои во куси или долги отвори со еден или со комбинација од $2 \div 3$ врезници. Обично се изработуваат со прави жлебови за одведување на струганицата и со дршка која завршува со квадрат за поставување на клучот со кој на врезникот му се дава вртливо движење.

Машински врезници - чија употреба е доста голема при врежувањето на навои на струговите и дупчалките. Обично процесот на режењето се врши со еден врезник ако навојот се изработува во целосно издупчени отвори, односно со гарнитура од $2 \div 3$ врезници ако навојот се изработува во слепи отвори.

За разлика од рачните врезници чија дршка е обично куса и секогаш цилиндрична, кај машинските врезници дршката е подолга, а може да биде и цилиндрична и конусна што зависи од големината на врезникот.



Сл.3.13: Врезник за режење на навој.



Сл.3.14: Алат со дотерувачки сечила за изработка на надворешен навој.

3.2 РЕЖИМ НА ОБРАБОТКА

При дупчењето треба да се знаат следните податоци:

- ✓ бројот на вртежи во минута (n);
- ✓ поместувањето (s) во милиметри; и
- ✓ времето (t) во минути.

Овие величини ја даваат брзината на режењето (v_s) и тие зависат од пречникот на алатот (d) со кој се врши самата обработка.

Брзината при режењето се изразува со обемната (v) која преставува однос на поминатиот пат (L) и времето (t).

[]

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Поминатиот пат е производ на обиколката и бројот на вртежите ($L = n \cdot s$ (помест); по дефиниција, изминат пат за единица време се вика брзина $v = \frac{s}{t} \rightarrow t = \frac{s}{v}$), на алатот. Ако пречникот на сврделот (d) се изразува во милиметри, а бројот на вртежите (n) во минути, периферната брзина се изразува во $[\frac{mm}{min}]$, односно $v = \pi \cdot d \cdot n [\frac{mm}{min}]$. Брзината на режењето (v_r) најчесто се изразува во $[\frac{mm}{s}]$, па горниот израз треба да се подели со 60000, односно $[mm]$ да се претворат во $[m]$, а $[min]$ во $[sec]$. Тогаш изразот за брзината на режењето би бил:

$$\frac{t \cdot h}{\text{трррр}} \left[\right]$$

Брзината на навлегувањето на сврделот на материјалот кај дупчењето при еден вртеж се вика брзина на поместување (v_s). Патот кој притоа ќе го помине сврделот се вика поестување (s). Брзината на поместувањето (v_s) зависи од бројот на вртежите и поместувањето:

$$v_p \left[\right]$$

Времето на обработката зависи од поминатиот пат, односно од длабочината на дупката или од длабочината на отворот и тоа право пропорционално, а обратно пропорционално од брзината на поместот односно од бројот на вртежите и поместот.

$$v_p \left[\right] \quad \text{т.е.} \quad v_p \left[\right]$$

Патот што го минува сврделот (L) го сочинуваат длабочината на дупката или отворот (l) и додатокот за врвот на сврделот кој, ако е сврделот наострен под агол од 116° , изнесува $0,3 \cdot d$ па според тоа:

у р 巢 浚

3.3 РЕЗАЧКА БРЗИНА ПРИ ДУПЧЕЊЕ (ДУПЧАЛКИ, РАЧНИ ДУПЧАЛКИ)

Машините чија основна намена е дупчење, раздупчување, проширување, развртување, врежување на навои и друго носат заедничко име дупчалки.

Постојат голем број различни конструкции на дупчалки, кои меѓу себе се разликуваат како во однос на погонот така и во однос на нивната големина, намена, положба на работното вретено, бројот на работните вретена и т.н.

Така на пример, постојат *рачни* и *машински дупчалки*, *вертикални* и *хоризонтални*, *едновретени* и *повеќевретени дупчалки*, *специјални* и *агрегатни дупчалки* и т.н. За поедноставно изучување, секоја од овие конструкции ќе биде посебно разгледувана.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

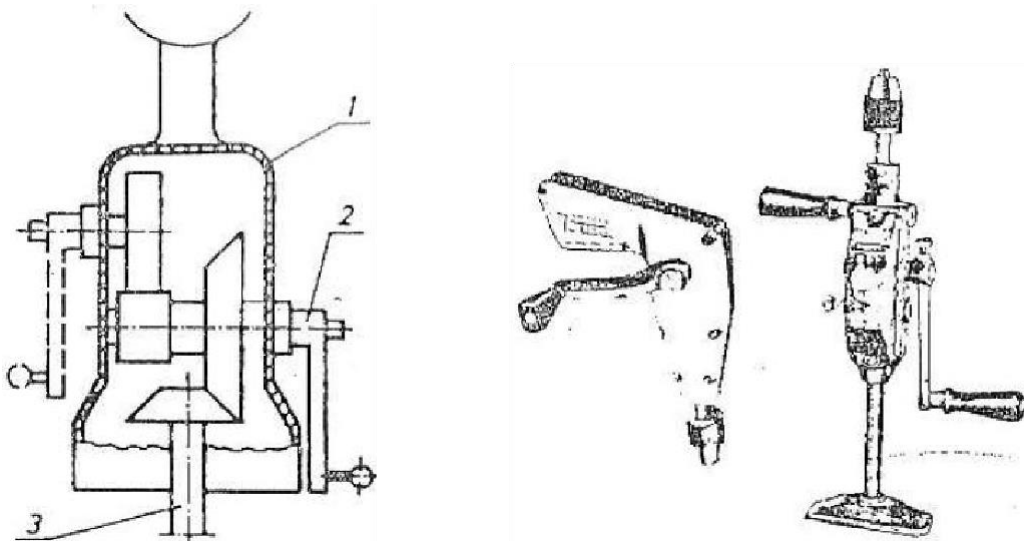
Рачни дупчалки ги викаме оние дупчалки кои служат за *рачна изработка на определени отвори*. Постојат повеќе вида рачни дупчалки, и тоа:

- ✓ рачна дупчалка на **рачен** погон;
- ✓ рачна **електрична** дупчалка; и
- ✓ рачна **воздушна** (пневматска) дупчалка.

Заедничко за сите три вида е тоа што помошното движење на алатот односно поместот се остварува само рачно. Со други зборови, навлегувањето на сврделот во обработуваниот материјал го овозможува силата со која работникот дејствува на дупчалката, а преку неа и самиот сврдел.

Кај рачната дупчалка на рачен погон и работното кружно движење, исто како и помошното, е рачно и се остварува со помош на рачката (2). Во кукиштето на дупчалката (1) сместени се два запчести пара, од кои едниот е со цилиндрични запченици со прави запци, а другиот е со конусни запченици. Со нив се остваруваат два преносни односно два броја на обрти на работното вретено (3), во зависност од тоа каде е поставена рачката (2).

Употребата на овие дупчалки е мала затоа што овозможуваат изработка на отвори со дијаметри до 8 [mm] поради нивната ограничена сила, која зависи од силата на работникот и должината на рачката.



Сл.3.15: Рачна дупчалка на рачен погон.

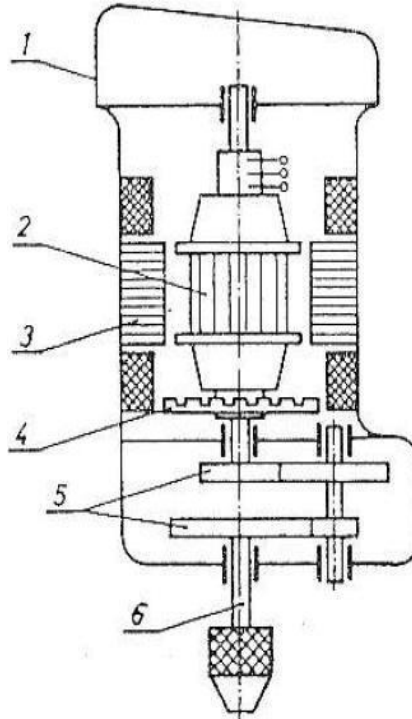
Инаку, се одликуваат со многу едноставна конструкција, со нив лесно се работи, не се расипуваат, а погодни се за употреба таму каде што нема електрична енергија.

Рачната електрична дупчалка се разликува од претходната по тоа што работното кружно движење кај неа не е рачно туку машинско, а се остварува со помош на електромоторот (2) кој е сместен во кукиштето (1). Од електромоторот (2) кружното движење се пренесува до работното вретено (6) преку два чивта

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

цилиндрични запченици со прави запци (5). За ладење на електромоторот вграден е вентилатор (4) кој овозможува вештачка циркулација на воздухот така што топлиот воздух, низ посебни дупчиња изработени во куќиштето (3), се истиснува надвор и се заменува со ладен воздух од околната атмосфера. Помошното движење (поместот) и кај овие дупчалки е рачно.



Сл.3.16: Рачна електрична дупчалка.

Можностите на овие дупчалки се поголеми, а зависат од силата на електромоторот.

Бидејќи имаат мала тежина и лесно се вклучуваат, ракувањето со нив е многу едноставно. Меѓутоа, мора да се каже и тоа дека при ракувањето со овие дупчалки треба да се постапува внимателно, поради опасноста од струен удар до кој може да дојде од разни причини. Најчеста причина за тоа е оштетување на куќиштето, кое обично е изработено од лесна но затоа кршлива легура со цел да се намали вкупната тежина на дупчалката. Ова оштетување може да повлече оштетување на електричната инсталација или на самиот електромотор што може да има несакани последици.

Горниот недостаток на рачните електрични дупчалки (опасност од струен удар) целосно е отстранет кај рачните воздушни дупчалки, кои поради тоа денес се и најмногу во употреба. Како погонско средство користат воздух под притисок од $5 \div 8$ [atm], а како елементи за претворање на енергијата на притисокот во механичка енергија, односно вртливо движење може да се користи клипниот механизам (кај постарите воздушни дупчалки) или малите воздушни турбини (кај посовремените дупчалки од овој вид).

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Се изработуваат во различни големини и за различна намена. Помалите од нив се употребуваат за дупчење на отвори до дијаметри до 20 [mm], а поголемите за отвори со дијаметри до 70 [mm]. Единствен услов за нивната употреба е постоењето на уред за збивање на воздухот (компресор) кој механичката енергија ќе ја претвори во енергија на притисокот на воздухот (потенцијална енергија).

3.4 ТЕХНОЛОШКО ВРЕМЕ ЗА ОБРАБОТКА СО ДУПЧЕЊЕ (МАШИНСКИ ДУПЧАЛКИ - ВЕРТИКАЛНИ ДУПЧАЛКИ)

Машински ги викаме оние дупчалки кои се наменети за машинска изработка и обработка на отвори. Кај нив работното кружно движење е механичко, а помошното праволиниско движење е рачно или механичко зависи од видот, големината и конструкцијата на дупчалката.

Постојат повеќе видови машински дупчалки, и тоа:

- I. - вертикални дупчалки;
- II. - хоризонтални дупчалки; и
- III. - специјални дупчалки.

I. ВЕРТИКАЛНИ ДУПЧАЛКИ

Сите оние дупчалки кај кои работното вретено односно алатот за дупчење зазема положба *нормална* на обработуваниот предмет ги нарекуваме *вертикални дупчалки*.

Постојат два вида вертикални дупчалки:

- ✓ едновретенени дупчалки;
- ✓ повекевретенени дупчалки.

Едновретенени се оние дупчалки кои имаат само *едно работно вретено* на кое може да се прицврсти *само еден алат*. Наменети се за единична изработка на отвори. Со оглед на намената и конструкцијата можат да се сретнат како:

- ❖ столни дупчалки;
- ❖ столбни дупчалки;
- ❖ радијални и ѕидни дупчалки;
- ❖ универзални дупчалки; и
- ❖ координатни дупчалки.

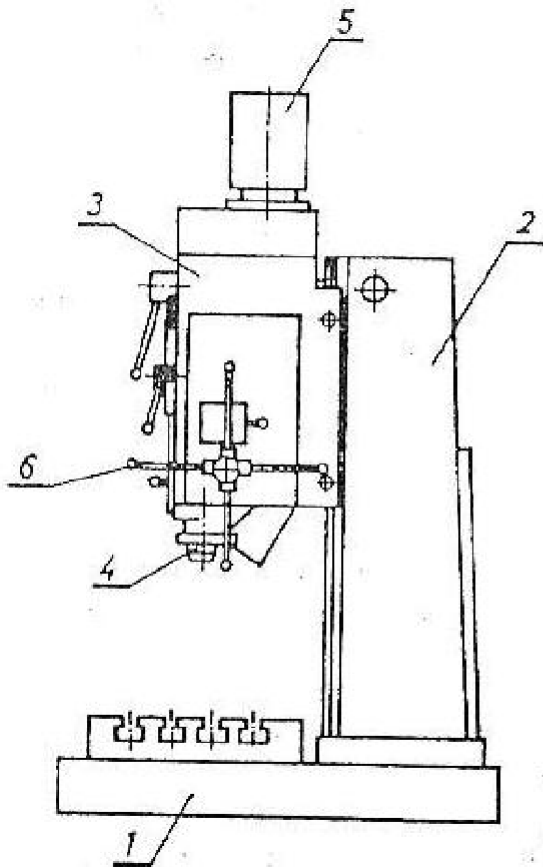
- **Столните дупчалки** своето име го добиле по тоа што се прицврстуваат на *работната маса*. По конструкција се многу едноставни така што може да се употребуваат за брзо дупчење отвори на ситни предмети, и тоа со дијаметри до 13 [mm].

Главни делови на шемата прикажана на сл.3.17 се: подножје (1) кое, со оглед на поголема стабилност на дупчалката, е доста големо, вертикален столб (2) кој може да биде цилиндричен или призматичен, носач на работното вретено (3) во кој се сместени менувачите за работното и помошното движење, работно вретено (4) на кое е прицврстен стегнувачот за алат и погонски електромотор (5)

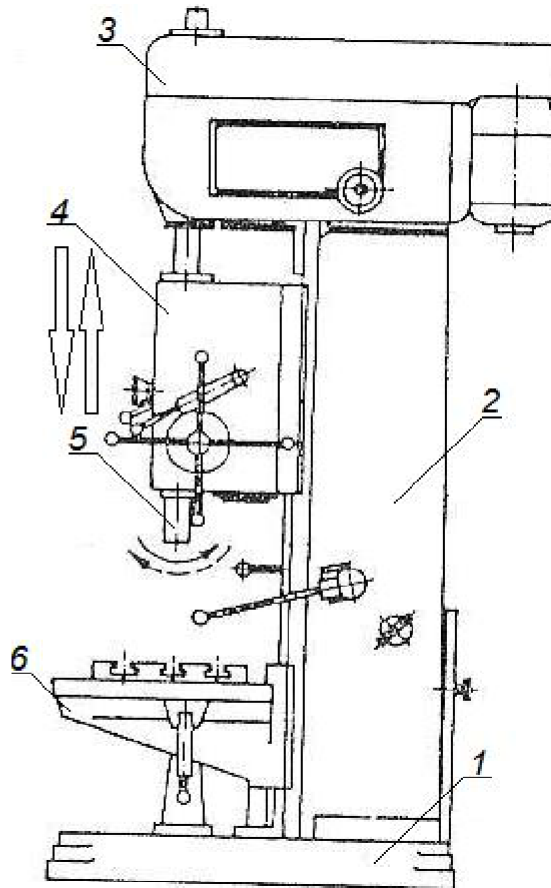
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

за главно и помошно движење. Работната маса на која се прицврстува обработуваниот предмет може да биде подвижна или неподвижна.



Сл.3.17: Столна дупчалка со посовремена конструкција.



Сл.3.18: Вертикална столбна дупчалка.

Столбните дупчалки се со основно обележје во конструкцијата во вертикалниот столб кој може да биде цилиндричен или призматичен, па кој може да се движи или работната маса заедно со обработуваниот предмет, или носачот на работното вретено или двата елемента.

На сликата 3.18 столбната дупчалка е со призматичен столб кај која вертикалниот столб (2), прицврстен на подножјето (1), може да се поместува и носачот на работното вретено (4) и работната маса (6) заедно со обработуваниот предмет. На горниот дел од столбот се наоѓа неподвижната конзола (3) во која е сместен менувачот на работното движење и на која е прицврстен погонски електромотор. Менувачот за работното движење и кај оваа дупчалка најчесто е сложен запчест менувач. Работното вретено (5) овозможува едновремено кружно и праволиниско движење.

Радијални (судни) дупчалки се применуваат за дупчење на предмети чии димензии и тежини се такви што не може да се прицврстат на работната маса на столбните дупчалки и со неа да се подигнуваат кон работното вретено.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Во зависност од големината на предметите за чија обработка се наменети, разликуваме:

- ✓ *едностролбни* радијални дупчалки; и
- ✓ *двостролбни* радијални дупчалки.

На сл.3.19 е прикажана радијална дупчалка со еден стролб. На подножјето (1) е прицврстен вертикален цилиндричен стролб (2) по кој може да се движи конзолата (3). Движењето на конзолата се оставрува со помош на еден мал редуктор (4), кој добива погон од електромоторот (5). Преку завојното вретено (6) кое поминува низ навртката прицврстена на самата конзола кружното движење се претвора во праволиниско движење.

Редукторот е поставен на стролбот во лежиште, така што овозможува завртување на конзолата заедно со сите елементи. По водилките изработени на конзолата во хоризонтален правец, може да се поместува носачот на работното вретено (7). Работното вретено (8) добива погон од електромоторот (9) преку менувачот за работното движење (10), со што се остварува работното кружно движење.

Помошното праволиниско движење на работното вретено се остварува со помош на менувачот за помошното движење (11), полжавот (12) и полжавестиот запченик (13) кој е прицврстен на исто вратило со запченикот со прави запци (14). Преку запчестата летва (15) која е прицврстена на водечката гилза, кружното движење на запченикот се претвора во праволиниско движење на работното вретено.

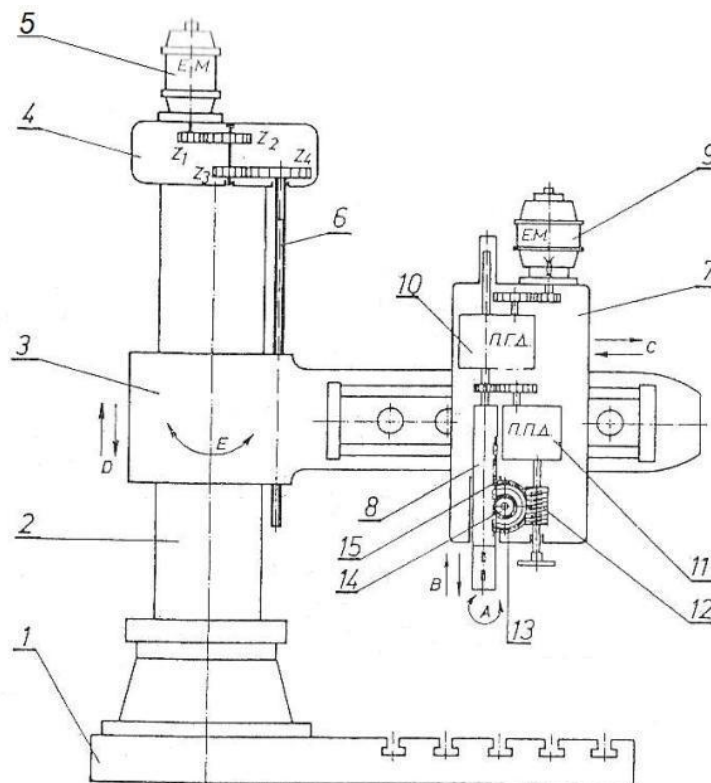
Според движењето на носачот на алат, а тоа секогаш се врши во правецот на радиусот што конзолата го опишува околу стролбот, овие дупчалки се наречени радијални дупчалки. На нив може да се дупчат отвори со дијаметри до 60 mm.

Недостаток на овие едностролбни радијални дупчалки е нестабилноста на конзолата што придонесува изработените отвори да не се точни и нивните обработени површини да бидат со лош квалитет. Овој недостаток делумно се отстранува со намалување на тежината на конзолата (при нејзино леене се остават одредени шуплини или канали). Меѓутоа и ова решение не дава гаранција за добар, квалитетен и точен отвор. Затоа се конструирани посебни радијални дупчалки кои, покрај главниот имаат уште еден помошен стролб.

Овој помошен стролб и дава на дупчалката во целина поголема стабилност, ги сведува на најмала мерка деформациите на конзолата, обезбедува мирна работа без големи потреси и вибрации, овозможува голема точност на отворот и висок квалитет на обработените површини. Ако кон ова се додаде и тоа кај овие двостролбни радијални дупчалки постои таков носач на предметот кој може да се поместува во хоризонтална рамнина во однос на работното вретено, тогаш е сосема разбирлива нивната голема прецизност и точност при изработка на отвори.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта



Сл.3.19: Радијална дупчалка.

Универзалните дупчалки според конструкцијата, а и според движењата што ги изведуваат некои елементи од дупчалката, овие дупчалки се наполно идентични со радијалните.

Единствена разлика меѓу нив е тоа што кај универзалните дупчалки носачот на алат е конструиран така што овозможува *секаква положба на работното вретено* (вертикална, хоризонтална или коса положба). Наменети се за обработка како на предмети со помали така и на предмети со поголеми димензии.

Универзалните дупчалки наменети за обработка на помали предмети најчесто се изработуваат како *стабилни*, а оние што служат за обработка на поголеми предмети како *преносни* дупчалки.

На сл.3.20 е прикажана преносна универзална дупчалка: На работната маса (1) е прицврстено подножјето на дупчалката (2) со кое прави целина вертикалниот столб (3). По столбот горе-долу може да се движи водилката (4), заедно со цилиндричната шуплива конзола (5). Ова движење се оставрува со помош на редукторот (6) кој добива погон преку посебен мал електромотор. Преку завојното вретено (7), кое поминува низ навртката прицврстена на водилката (4), кружното движење од редукторот се претвора во праволиниско движење на водилката (4), односно на конзолата (5).

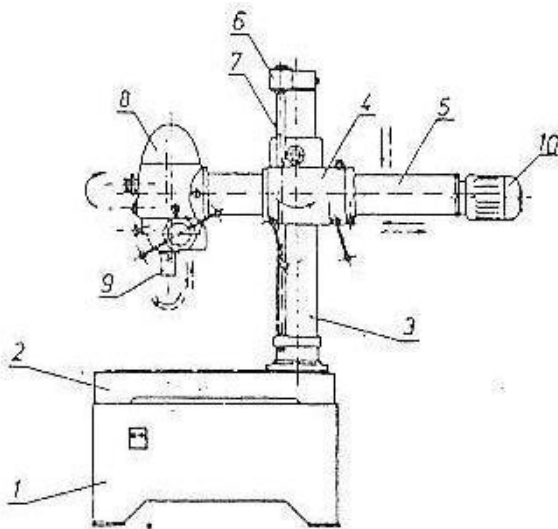
На предниот дел на конзолата се наоѓа носачот на работното вретено (8), кој може да се завртува во хоризонтална рамнина за кој и да било агол. Работното

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

вретено (9) добива работно кружно движење од електромоторот (10) преку запчестиот менувач сместен во шупливата конзола (5). Помошното праволиниско движење и кај оваа дупчалка може да се оствари рачно или автоматски.

Покрај досега опишаните движења, постои уште едно, а тоа е хоризонталното поместување на конзолата заедно со носачот на работното вретено што се остварува со рачка или механизам за претворување на кружното во праволиниско движење со запченик или запчеста летва.



Сл.3.20: Универзална дупчалка.

Координатни дупчалки се користат за прецизно дупчење на отвори, на точно определени меѓускини растојанија, и тоа без претходно обележување. Се викаат координатни затоа што доведувањето на предметот и алатот на точно определено место се остварува со нивно поместување во два меѓусебно нормални правца (под агол од 90°), кои гледани во рамнината на поместувањето го сочинуваат таканаречениот правоаголен координатен систем.

Постојат голем број различни конструкции. Заедничко за сите е тоа што за точно поместување на предметот и носачот на работното вретено постојат уреди за мерење со кои се определуваат точните должини на патот што треба да го изминат.

Најчесто во практика се сретнуваат координатни дупчалки со два столба. Кај овие дупчалки носачот на работното вретено може да се поместува во хоризонтална рамнина по правецот на една координатна оска, а движењето по правецот по друга координатна оска (работната маса со обработуваниот дел кој е прицврстен на неа). Како резултат на овие движења се доаѓа до определеното место за дупчење.

Мерењето на должините на поместувањата на носачот на работното вретено и работната маса кај овие дупчалки може да се оствари на два начини и тоа:

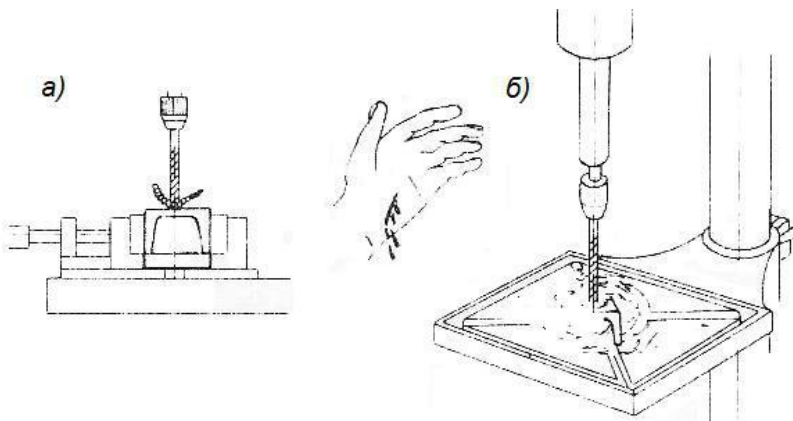
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

- посредно или индиректно; и
- непосредно или директно.

3.5 РАБОТНИ ПРАВИЛА И ЗАШТИТА ПРИ РАБОТА НА ДУПЧАЛКИ

1. За безбедно и правилно дупчење, потребно е работниот предмет сигурно да се прицврсти за работната платформа (сл.3.21; а). Ако предметите се поголеми, се прицврстуваат во паралелна стега, а помалите предмети се придржуваат со клешта. Ако се дупчат делови што мора да се држат рачно тогаш се носат кожни ракавици. Несигурното држење на предметот доведува до повреди (сл.3.21), кршење на завојниот сврдел и оштетување на предметот.



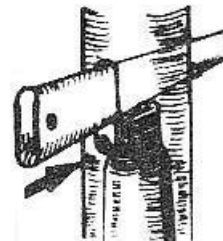
Сл.3.21: Прицврстување на предметот за дупчење: а) правилно стегање во паралелна стега; и б) повреда поради несигурно држење на предметот.

2. Пред дупчењето, сите центри на дупките треба добро да се обележат со обележувач (точкало). Кај големите отвори се врши претходно задупчување или целосно дупчење со бургија со помал пречник.

3. По избор на завојниот сврдел со соодветен пречник и агли на остриците, истата треба добро да се стегне во главата за стегање. При тоа, треба да се внимава таа да биде центрично стегната (сл.3.22), а кај бургиите со конусна дршка набиена во морзе конусот.



Сл.3.22: Во главата за стегање завојниот сврдел мора да се постави центрично.



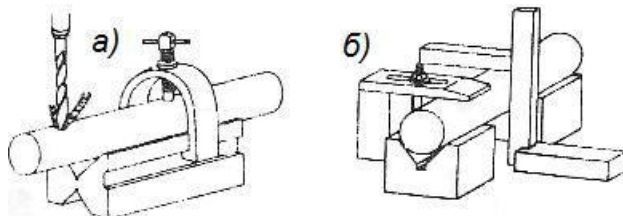
Сл.3.23: Избивањето на завојниот сврдел од морзе-конусот се врши со посебен клин.

4. Избивањето на бургијата од морзе-конусот не смее да биде со удари по завојниот сврдел, туку со посебен напречен клин (сл.3.23).

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

5. За прицврстување на делови со цилиндрична форма се користат призми и посебни стеги (сл.3.24).

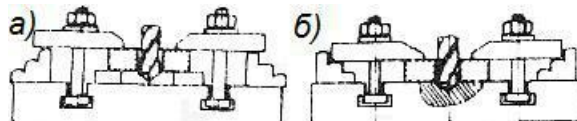


Сл.3.24: Прицврстување на работниот предмет и контрола на положбата:
а) на призма без прицврстување на работната плоча; и
б) на призма со целосна контрола на положбата.

6. За правилно стегање и работа, сите работни површини (платформата, завојниот сврдел, стегата, морзе-конусот и слично) треба да бидат беспрекорно чисти.

7. Предметот што се дупчи треба да биде прицврстен така што да не дојде до оштетување на работната платформа. За тоа, под предметот може да се постави тврдо дрво (за лимени предмети) или целиот предмет да се постави на две подлошки и правилно да се стегне.

Сл.3.25: Прицврстување на работниот предмет за да не се оштети работната платформа: а) правилно; и б) неправилно.



8. Како при работата кај сите машини и при работата на дупчалките постои опасност подвижните делови да го повредат работникот. Затоа е потребно работната облека да биде уредно закопчана, а косата кратка или прицврстена на погоден начин. Струганиците од завојниот сврдел не смее да се отстрануваат со рака, туку со четка, а долгите со посебна кука, како кас струговите.

4 ОБРАБОТКА СО ГЛОДАЊЕ

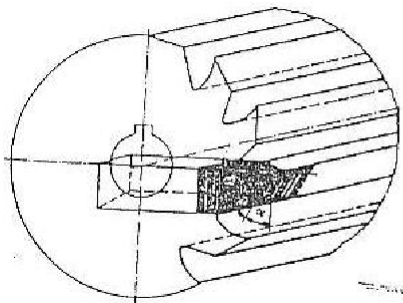
Обработката со глодање е една од најстарите методи за обработка на металите со симнување на струшка. Се јавува уште во XIX^{ТИОТ} век, кога условите на производство барале поголем ефект во работењето, односно за помало време требало да се симне поголема количина на материјал или да се обработи поголема површина. Со други зборови, обработката со глодање е една од најекономичните обработки, било да се работи за поедноставни било за посложени облици на обработуваните предмети.

Оваа економичност се огледа во намалувањето на времето за обработка на некоја површина, а со тоа доаѓа и до намалување на производните трошоци, односно и до намалување на цената на производот.

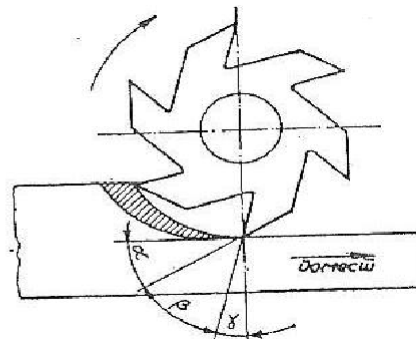
Обработката со глодање, за разлика од стругањето и дупчењето, е многу посложена, прво, поради тоа што и самиот алат (*глодало*) е посложен, односно има повеќе сечила и второ, поради променливоста на површината на струшката што притоа се симнува.

Основните движења при оваа обработка ги изведуваат глодалото и предметот. Работното движење го изведува глодалото, а помошното праволиниско движење (поместот) го изведува предметот што се обработува.

Глодалото, гледано во целина, претставува алат со повеќе сечила распоредени на еднакво растојание едно од друго, односно на еднаков чекор. Секое од овие сечила гледано посебно (сл.4.1) не е ништо друго туку сечило од стругарски нож. Тоа значи дека глодалото не е ништо друго туку алат комбиниран од повеќе сечила распоредени радијално по периферијата на едно цилиндрично тело, со иста геометрија односно со исти облици и агли за едно определно глодало. Ваквата повеќесечност на глодалото, заедно со повеќе други влијателни елементи, е причина за многу потешко определување на условите при обработката со глодање.



Сл.4.1: споредба на сечилата на глодалото и стругарски нож.



Сл.4.2: Процес на режење при глодање и агли на глодалото.

Ако се анализира процесот на настанувањето на струшката при глодањето (сл.4.2), ќе се дојде до заклучок дека тој битно се разликува од оној при стругање и дупчење. Имено, при глодање струшката нема веќе константен, туку променлив

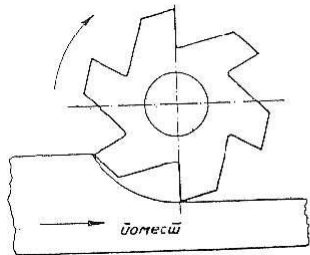
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

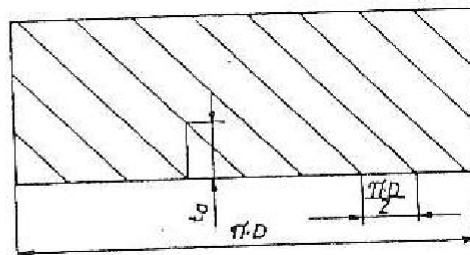
пресек кој се менува од некоја најмала до некоја најголема вредност, односно од нула до максимум или обратно. Ваквата променливост на површината на струшката е и најголемиот недостаток на обработката со глодање, бидејќи таа причинува промена на силата на режењето.

Оваа сила во почетокот е мала, но со понатамошното засечување на материјалот се добива се поголема вредност. Паралелно со порастот на силата на режењето, растат и еластичните деформации на работното вретено на машината, предметот и работната маса. Во моментот кога едно од сечилата на глодалото ќе ја откине засечената струшка, силата на режењето опаѓа, елементите од машината се растоваруваат и се враќаат во почетна положба што причинува немирна работа на машината и доведува до појава на големи вибрации. Овој недостаток кај глодањето може да се отстрани на два начина, и тоа:

- ако обработката се врши со такво глодало кај кое чекорот помеѓу сечилата е мал, така што едновремено струшка симнуваат 2 или 3 сечила (сл.4.3); и
- ако обработката се врши со завојно глодало чија ширина е еднаква на аксијалниот чекор на сечилата или на неговата повеќе кратна вредност (сл.4.4).



Сл.4.3: Истовремено режење со две сечила.



Сл.4.4: Развиена форма на цилиндрично глодало со завојни сечила.

Со глодање можат да се обработуваат рамни површини, рамни жлебови, профилни и завојни жлебови и други.

Според положбата што ја зазема оската на глодалото во однос на обработуваниот предмет и според обликот на обработуваната површина, постојат следните видови на глодање:

- ✓ рамно глодање;
- ✓ кружно (завојно) глодање; и
- ✓ челно глодање.

4.1 РАМНО ГЛОДАЊЕ

Рамното глодање се применува при обработката на рамни призматични или кружни површини со цилиндрично или плочесто глодало. Во зависност од насоката на вртењето на глодалото и насоката на движењето на предметот разликуваме два вида на рамно глодање, и тоа:

- ✓ спротивнасочно глодање; и
- ✓ истонасочно глодање.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

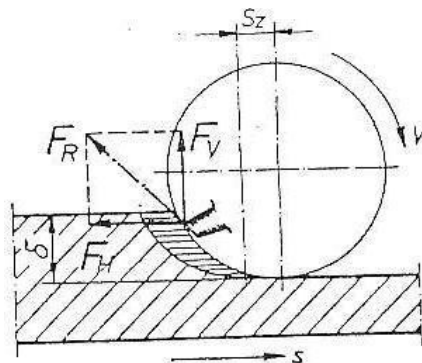
III година - скрипта

Кај **спротивнасочното** глодање (сл.4.5) работната маса, заедно со обработуваниот предмет се движат во спротивна насока од вртењето на глодалото. Забот навлегува постепено во материјалот зафаќајќи струшка чија големина се менува од нула до некоја максимална вредност.

Во почетокот на обработката на забот од глодалото се лизга по обработуваниот предмет. При понатамошно движење на предметот на предната површина на забот, започнува гмечење на материјалот и негово збивање кое трае се додека не почне забот да навлегува во него и да ја оформува, односно зарежува струшката.

Ако процесот на режење при спротивнасочното глодање се анализира преку дејството на компонентата (F_V и F_H) од резултантната сила F_R , ќе се дојде до следните заклучоци:

- Вертикалната компонента (F_V) негативно влијае на обработката бидејќи се стреми да го подигне предметот заедно со работната маса, при што се јавуваат големи еластични деформации. Кога ќе дојде до растоварување на резачкиот забот ($F_V = 0$), доаѓа до нагло растоварување и на предметот кое предизвикува вибрации. Овие вибрации се штетни затоа што го влошуваат квалитетот на обработуваната површина и се стремат да ги олабават врските со кои предметот е прицврстен за работната маса. Затоа спротивнасочното глодање може да се користи при обработка на дебели предмети, и тоа секогаш со мали длабочини на режење.



Сл.4.5: Спротивнасочно глодање.

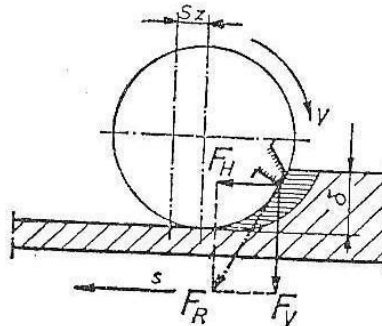
- Хоризонталната компонента (F_H) има како позитивно така и негативно влијание врз самата обработка. Позитивното влијание се состои во тоа што, поради нејзиното дејствување, материјалот настојува да се движи кон глодалото со брзина на режење помала од брзината на помошното движење. Со тоа се намалува дебелината на струшката што се симнува, а со тоа се намалува оптоварувањето на забите од глодалото. Негативното влијание на оваа компонента се огледа во извесно мало зголемување на вредноста за обработка на определената површина.

Кај **истонасочното** глодање (сл.4.6), насоката на движењето на предметот и глодалото е иста, а забот зафаќа прво максимална дебелина на струшката која постепено се намалува за на крајот да има вредност нула.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Зафаќањето максимална струшка во почетокот на режењето има за последица појава на голем удар на забот на глодалото поради што доаѓа до значителни вибрации. За ублажување на овие вибрации неопходно е работното вретено на кое е прицврстено глодалото да биде добро димензионирано и доволно јако, односно неговиот дијаметар да биде голем.



Сл.4.6: Истонасочно глодање.

Ако се анализира влијанието на вертикалната компонента (F_V) ќе се дојде до заклучок дека е тоа позитивно бидејќи го притиснува обработуваниот предмет кон работната маса. Вибрациите се значително помали што има за последица подобар квалитет на обработуваната површина.

Затоа ова глодање е погодно за обработка на предмети со помали дебелини, а со поголеми длабочини на режење.

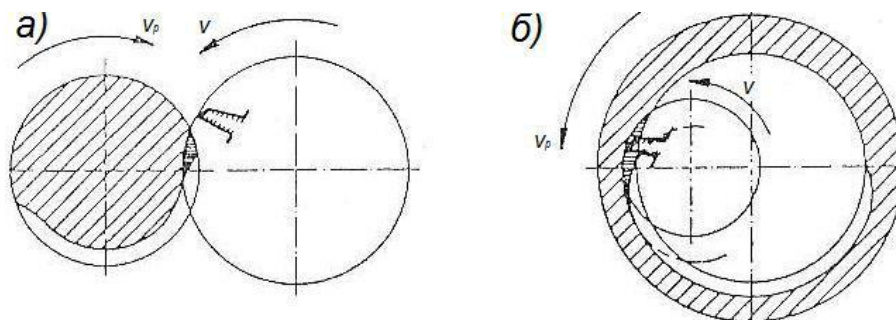
Хоризонталната компонента на отпорот на режењето (F_H) се стреми да ја зголеми брзината на движењето на предметот така што доколку постои зјај во навојното вретено на работната маса, еден заб од глодалото ќе зафати струшка со поголема дебелина, што ќе предизвика и негово кршење. За да се спречи ова, кај глодалото за истонасочно глодање мора да се исклучи секаков зјај, односно секаков мртов од на работната маса и завојното вретено.

Претходната анализа на овие два вида на глодање покажува дека истонасочното глодање е во секој случај подобар вид обработка отколку спротивнасочното, како во поглед на квалитетот така и во поглед на економичноста на обработката. Кај истонасочното глодање забите на глодалото се лизгаат по обработената површина (затоа таа не е сјајна), нивното истрошување е мало, па затоа и постојаноста на глодалото е поголема, а тоа овозможува обработка со поголеми резачки брзини. Кај спротивнасочното глодање имаме обратна ситуација. Обработената површина е сјајна поради тоа што забите од глодалото постојано се лизгаат по неа, истрошувањето е поголемо, трајноста на глодалото е помала, а помали се и резачките брзини. Ако се спомне и тоа дека квалитетот на обработената површина кај истонасочното е подобар од оној кај спротивнасочното глодање, следува заклучок дека поголем број од предностите се неговата страна и дека може да се очекува негова поширока

примена. Меѓутоа, и покрај изнесените предности на истонасочното глодање, во Европа, а и кај нас, тоа ретко се користи.

4.2 КРУЖНО ГЛОДАЊЕ

Кружното глодање претставува понов вид глодање. Се јавува во неколку варијанти, и тоа како *надворешно* и *внатрешно* или како *обиколно кружно глодање*. Употребата на овој вид на глодање е погоден најмногу за обработка на коленести вратила или шупливи вратила кои со стругање не може да се обработат.



Сл.4.7: Кружно глодање: а) надворешно; и б) внатрешно.

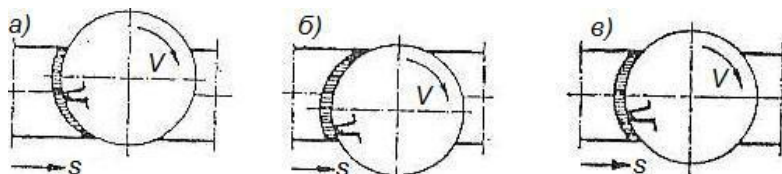
Кај надворешното кружно глодање предметот се врти со помала брзина V_p од глодалото чија брзина е V , а насоките на вртењето им се спротивни.

Кај внатрешното кружно глодање предметот и глодалото се вратат во иста насока а брзината на предметот V_p е, исто така, помала од брзината на глодалото V .

Единствен недостаток на ова глодање е тоа што не дава идеален кружен односно цилиндричен облик на предметот, чија површина во исто време има и голема рапавост. Меѓутоа, ако се направи поволен однос меѓу дијаметарот на предметот и брзината на режењето, овој недостаток може делумно да се ублажи и неговото влијание да се сведе на минимум.

4.3 ЧЕЛНО ГЛОДАЊЕ

Челно глодање се употребува или при изработка на различни канали и жлебови или за обработка на рамни површини, со глодала посебно конструирани и изработено за таа намена.



Сл.4.8: Челно глодање: а) надворешно; и б) внатрешно.

Примената на ова глодање денес е доста распространета. Се јавува во три облици, и тоа како:

- ✓ *спротивнасочно;*

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

- ✓ *истонасочно; и*
- ✓ *комбинирано челно глодање.*

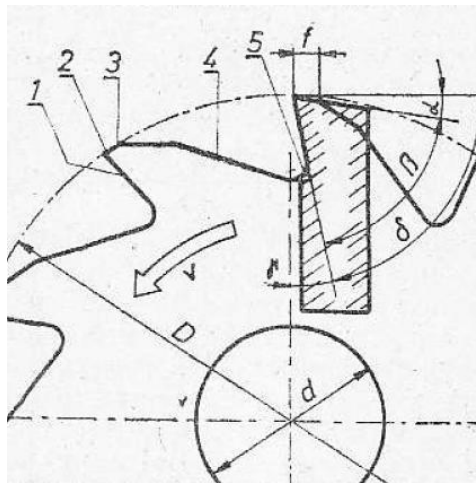
На сликата за челно глодање (сл.4.8; а)) е прикажано *спротивнасочно челно глодање* кое се јавува кога оската на глодалото е на излезната страна на забот, односно над оската на обработуваниот предмет.

Истонасочното челно глодање (сл.4.8; б)) се јавува кога оската на глодалото се наоѓа на влезната страна на забот, односно под оската на обработуваниот предмет.

Доколку оските на предметот и глодалото се поклопуваат, се јавува *комбинирано челно глодање* кое претставува комбинација од спротивнасочно и истонасочно глодање (сл.4.8; в)).

4.4 АЛАТ ЗА ГЛОДАЊЕ

Разните елементи на забецот на глодалото, во основа се исти со соодветните елементи на стругарскиот нож и имаат иста функција: предна површина (1) по која се лизга струганицата, резен раб или острица по која се формира струганицата (2), задна површина (3), грбна површина на забецот (4), канал за одведување на струганицата (5), ширина на задната површина (t). Овој основен облик на запеците се модифицира, приспособува на специфичните потреби на одделни видови глодачки работи.



Сл.4.9: Основни елементи на глодалото.

Глодалото гледано во целина претставува алат со повеќе сечила рамномерно распоредени едно од друго, односно на еднаков чекор. Секое од овие сечила гледано посебно не е ништо друго туку засебен стругарски нож. Тоа значи дека глодалото не е ништо друго туку алат комбиниран од повеќе стругарски ножеви распоредени радијално по периферијата на едно цилиндрично тело, со иста геометрија, односно исти форми и агли за едно определено глодало. Ваквата повеќесечност заедно со повеќе други влијателни фактори е причина за многу потешко определување на условите при обработка со глодање.

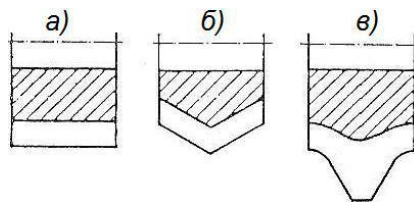
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Поделбата на глодалата може да се врши по повеќе критериуми.

Според основната форма разликуваме:

- ✓ рамни глодала;
- ✓ аголни глодала;
- ✓ профилни глодала;
- ✓ цилиндрични глодала;
- ✓ плочести глодала;
- ✓ пилести глодала; и
- ✓ вретенести глодала
- ✓ челни глодала; и
- ✓ вретенести глодала.



Сл.4.10: Глодала: а) рамни; б) аголни; и в) профилни.

Според формата на забите разликуваме:

- ✓ глодала со прави заби;
- ✓ глодала со спирални десновојни и левовојни заби; и
- ✓ глодала со вкрстени заби.

Според резачкиот материјал разликуваме:

- ✓ глодала од алатен челик;
- ✓ глодала од брзорезачки челик; и
- ✓ глодала со сечила од тврди материјали.

Според големината и бројот на забите постојат:

- ✓ глодала со фини заби; и
- ✓ глодала со груби заби.

Според начинот на прицврстување разликуваме:

- ✓ глодала со држач; и
- ✓ насадни глодала.

Според **начинот на изработка** разликуваме:

- ✓ глодала со глодани;
- ✓ глодала со застружени; и
- ✓ глодала со всадени заби.

Глодалата со *глодани заби* се најстар алат за обработка со глодање. Основна карактеристика кај нив е променливоста на предниот агол γ чија вредност се движи од $0^\circ \div 5^\circ$ за груба обработка, а преку 5° за фина обработка.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

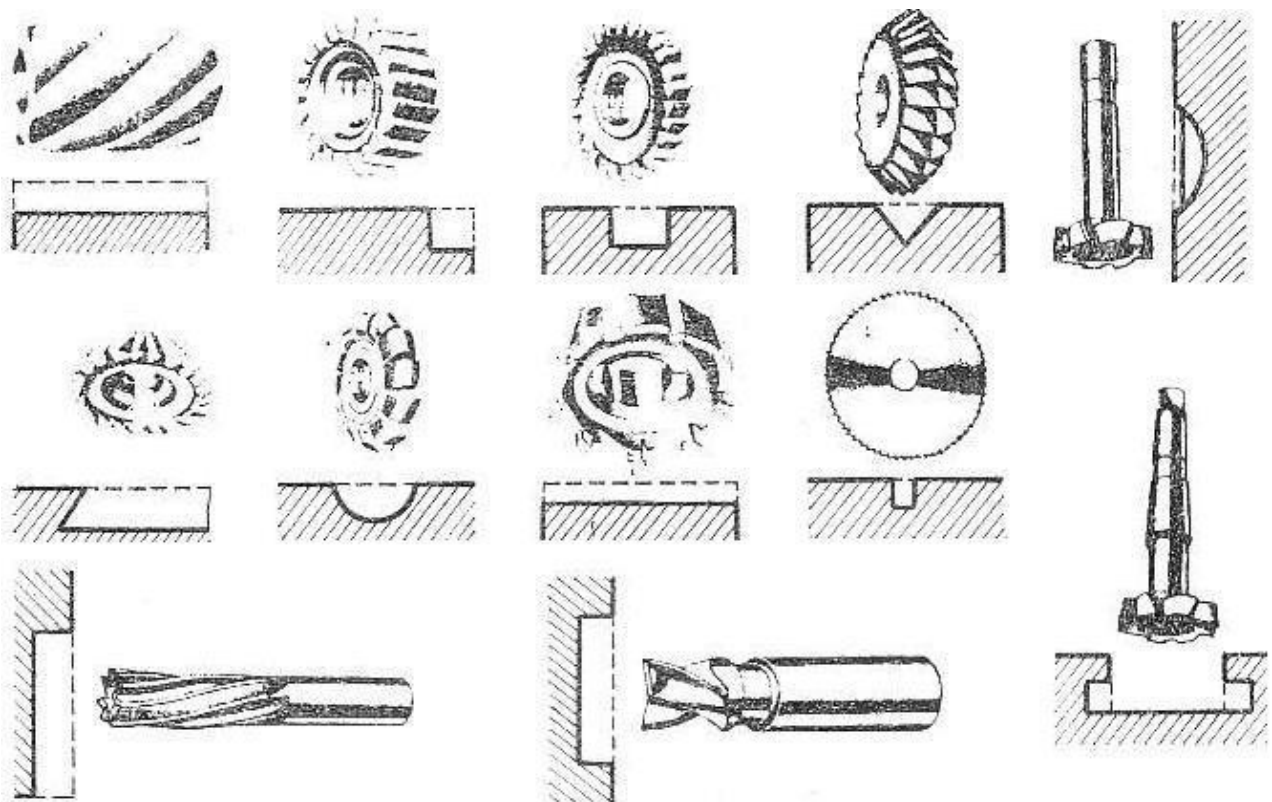
III година - скрипта

Забите на ваквите глодала се изработуваат со глодање, а нивниот облик зависи од обликот на глодалото со кое се изработуваат.

Кај глодалата со *застружени заби* предниот агол γ изнесува 0° што овозможува поголема јакост, а со тоа со тоа и можност за обработка со поголеми длабочини на режење. Покрај тоа, кај нив одведувањето на струшката, а исто така и острењето на забите, е значително полесно, а аголот на клинот на сечилото β по острењето останува непроменет што е добро кај профилното глодање. Единствена мана им е релативно високата цена што се јавува како последица на нивната сложена изработка.

Глодалата со *всадени заби* се изработуваат кога нивниот дијаметар е голем а треба да се изработат од некој поскап резачки материјал (тврди метали, керамички материјали и друго). Во тој случај телото на глодалото се изработува од поевтин материјал и забите од квалитетен и скап материјал се прицврстуваат за него на разни начини.

Ако глодањето се врши на вертикална глодалка најчесто се употребуваат глодала со дршка, а кај хоризонталните глодалки се употребуваат насадните глодала. За обработка на поголеми површини погодни за употреба се валчестите или челните глодала, за обработка на профилните жлебови - профилни глодала, а за обработка на призматични или други жлебови се употребуваат плочестите глодала.



Сл.4.11: Разни видови на глодала и површини на обработка.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

4.5 РЕЖИМ НА ОБРАБОТКА. РЕЗАЧКА БРЗИНА

Како и кај досегашните видови на обработки (стругањето и дупчењето) и кај глодањето бројот на елементите што влијаат на процесот на режењето е многу голем. За нивно полесно изучување ќе ги обединиме во две основни групи, и тоа:

- ✓ резачка брзина; и
- ✓ резачки отпори.

Резачката брзина, при општ случај, резачката брзина е еднаква на периферната брзина со која се врти глодалото, односно:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \quad ; \quad \text{или} \quad v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

ако дијаметарот на глодалото е даден во [mm].

Оваа равенка е сосема иста со равенката за резачката брзина при стругањето, односно дупчењето.

Меѓутоа, во претходните поглавја беше речено дека обработката со глодање е значително посложена од другите обработки поради посложениот процес на режење, односно поради глодалото. Поради тоа резачките брзини при глодањето, определени според таблицата дадена подолу, се во зависност од материјалот кој се обработува, материјалот на алатот и квалитетот на обработката што се бара, а можат да се сметаат само како ориентациони вредности.

Табела 4.1: Резни брзини при глодање.

материјал за обработка	резни брзини при глодање [mm/min]			
	алат од брзорезачки челик		алат од тврди метали	
	груба обработка	фина обработка	груба обработка	фина обработка
јаглороден челик	10÷15	15÷20	50÷80	90 ÷ 130
нелегиран челик за цементација	8÷12	12÷20	30÷50	60÷90
хром - Никел челик - Челична одливка	8÷12	12÷20	30÷50	60÷90
леано железо	8÷12	21÷20	50÷80	80 ÷ 100
темпер одливка	8÷12	21÷20	50÷80	80 ÷ 100
месинг и бронза	20÷25	30÷50	90 ÷ 120	до 300
бакар	до 200	до 700	до 450	до 700
лесни метали	до 200	до 700	до 450	до 700
изолаторски метали	до 200	до 700	до 450	до 700

Од табелата 4.1 се гледа дека при грубото глодање резачката брзина е помала отколку при финото глодање. Помалите резачки брзини при грубото глодање дозволуваат нешто поголеми брзини на помошното движење на предметот, кои се земаат во границите од 100 ÷ 500 [mm/min].

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

За точно определување на резачката брзина при глодањето, постои равенка која ги зема предвид сите поважни фактори што влијаат на неа. Оваа проширена равенка е дадена во следната форма:

$$v_c = C_v \cdot T^{-b} \cdot D^y \cdot z^m \cdot \epsilon^u \cdot i^w$$

Во оваа равенка е:

еден заб.

a е чекорот, односно поместот по

Во равенката за C_v одделните вредности го имаат следното значење:

T - постојаност на алатот; b

- длабочина на режењето;

b - ширина на режењето, односно ширина на

глодалото; z - број на забите на глодалото;

ϵ - агол на наклонот на завојните жлебови (кај завојните глодала);

и D - дијаметар на глодалото.

C_v, h, y, m, q, u, w, i - се константи кои зависат од материјалот што се обработува, а се земаат од табелата 4.2.

Табела 4.2: Резни брзини при глодање.

материјал за обработка	леано железо			јаглороден челик				хромов челик		хром/никел челик	
	H_v			$\sigma_M [N/mm^2]$				$\sigma_M [N/mm^2]$		$\sigma_M [N/mm^2]$	
	150	200	230	400	500	600	700	550	750	550	800
C_v	50	37,5	30	61,5	64	74,5	66	64,5	53,8	41,5	26,3
m	0,33			0,30				0,33		0,22	
x	0,46			0,27				0,27		0,27	
y	0,58			0,30				0,35		0,40	
q	0,31			0,09				0,09		0,09	
u	0,32			0,10				0,10		0,10	
w	0,13			0,18				0,18		0,18	
i	0,72			0,50				0,50		0,50	

Трајноста на глодалото, односно неговата постојаност, според која се определува економската резачка брзина зависи од истите елементи како и при стругањето. Но, поради сложеноста на глодалото, а и поради неговото потешко острење, како и поради големите загуби во време што би се јавувале притоа (симнување, повторно наместување и друго), кај глодањето постојаноста има поголеми вредности отколку кај стругањето и таа се зема меѓу $t = 120 \div 160 [min]$, а во некои случаеви и поголема од $600 [min]$. Помалите вредности се однесуваат на глодалата со помали дијаметри и покрупни заби.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Во денешни услови како најповолна постојаност се смета способноста, под определени услови, алатот да издржи во работа меѓу две острења $240 [min]$, а економската резачка брзина со која се постигнува оваа трајност се обележува со $\cup 240$.

Резачката брзина, брзината на помошното движење на предметот, ексцентричност на забите, големината на дијаметарот на глодалото и друго, се причини за влошување на квалитетот на обработената површина при глодалото, односно за зголемување на нејзината рапавост. Кон овие причини треба да се додаде и влијанието на создадената наслојка на забите на големината на рапавоста.

За добивање на подобар квалитет, односно помала рапавост на обработената површина, неопходно е секогаш да се работи со поголеми резачки брзини а помали помести на предметот. Овој однос обезбедува најголемата рапавост да изнесува 10μ за валчестите а 16μ за челните глодала. Ако резачката брзина се зголеми уште повеќе а едновременно се намали поместот, се добиваат и помали рапавости, чија максимална вредност изнесува 6μ . Кај грубото глодање возможно е да се постигне рапавост од 25μ со валчести а 40μ со челни глодала, под услов да се избере поволен однос меѓу резачката брзина и поместот.

4.6 РЕЗАЧКИ ОТПОРИ

Бидејќи при глодањето дебелината на струшката е променлива, може да се очекува и променливост, на резачкиот отпор, дотолку повеќе што струшка симнуваат едновременно повеќе заби од глодалото кои перидично влегуваат и излегуваат од материјалот.

Затоа определувањето на резачкиот отпор при глодањето е значително потешко отколку при сругањето и дупчењето ако претходно не се направат извесни претпоставки.

Првата претпоставка би се состоела во тоа што се зема дека во еден определен момент струшка симнува само еден заб, односно само едно сечило од глодалото.

На овој заб дејствува резултантен резачки отпор F_R кој во почетокот има вредност нула, а при излезот на забот од материјалот што се обработува има најголема вредност. Во општ случај овој резултантен отпор F_R може да се разложи на две компоненти F_1 и F_2 . Компонентата F_1 има ист правец на дејствување нормален на главниот резачки отпор F_1 и се нарекува *отпор против навлегувањето на забот во материјалот*.

Главниот резачки отпор F_1 во која и да било положба на забот од глодалото се определува со равенката:

$$F_1 = A \cdot K_g$$

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

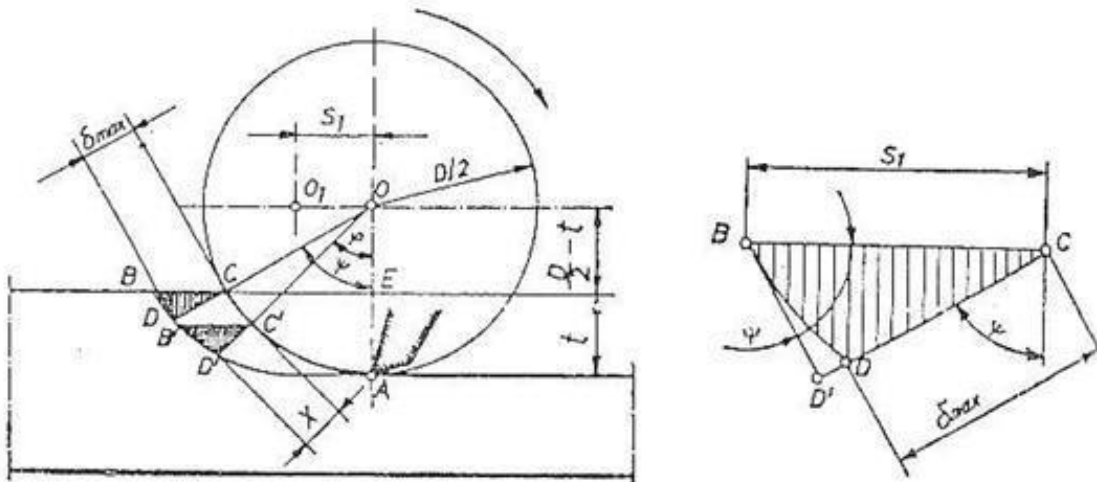
Во оваа равенка $A = x \cdot b \text{ [mm}^2\text{]}$ е површината на симнатата струшка а K_g е специфичниот отпор на режењето при глодање. При иста ширина на глодалото b , ако дебелината во кој и да било момент x ја замениме со максималната дебелина на струшката, ќе го добиеме максималниот главен резачки отпор, односно:

$$A = b_m \cdot b \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$F_1 = b_m \cdot b \cdot K_g$$

Од равенката за F_1 се гледа дека за да се определи тој отпор треба прво да се пресмета максималната дебелина на струшката b_m .

Ќе претпоставиме дека обработката на материјалот се врши со противнасочно глодање и дека глодалото покрај работното кружно движење го изведува и поместот s . Врвот на забот (A) опишува лак околу (O), доаѓајќи при тоа од точката A до точката B. За тоа време глодалото се поместува од O до O_1 .



Сл.4.12: Обработка со глодање и елементи на симнатата струшка.

Кривата линија AB ќе ја посматраме како кружна линија со радиус $D/2$. Дебелината на струшката, кога врвот на забот се наоѓа во точката A изнесува нула, за да може со негово завртување за агол φ да има вредност x , а за агол ψ максимална вредност b_m .

Неправилната површина BCD ќе ја претвориме во правоаголен триаголник, со повлекување на тангентата B на лакот BD од точката B нормално на радијалната права C и ќе претпоставиме дека $CD = CD' = b_m$. Тогаш од триаголникот BCD' се добива:

$$b_m = BC \cdot \sin\psi$$

Бидејќи е $BC = OO_1 = s_1$, следува $b_m = BC \cdot \sin\psi$.

Во оваа равенка се:

s_1 - помест по еден заб за најголема дебелина на струшката во $\text{mm}/\text{заб}$;

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

ψ - најголем агол на свртување на глодалото од моментот на влегувањето на еден заб од материјалот.

Големината на поместот за еден заб (s_1), во зависност од брзината на помошното движење (s), бројот на обртите (n) и бројот на забите (z) се определува според равенката:

$$s_1 = \frac{v_f}{z \cdot n}$$

Ако оваа равенка се внесе во

h

$$h = \frac{v_f}{z \cdot n}$$

Во горната равенка може да се n кој се пресметува од периферната брзина:

$$v_f = \pi \cdot d \cdot n$$

со таа вредност добиваме:

$$h = \frac{v_f}{z \cdot n}$$

определиме од познатите вредности со помош на

Непознатиот агол ψ ќе го правоаголниот триаголник OCE од каде што следува:

$$\sin \psi = \frac{h}{r}$$

па следува:

Од тригонометријата е познато

односно

$$\sin \psi = \frac{h}{r} \Rightarrow \psi = \arcsin \left(\frac{h}{r} \right)$$

Со оваа вредност имаме:

$$t = \frac{h}{\tan \psi}$$

Бидејќи во почетокот на излагањето претпоставивме дека само еден заб симнува струганица и одговара најголем резачки отпор:

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

$$\sqrt{-(-)}$$

t

Отпорот F_2 , по Хиле, е приближно еднаков на F_1 , односно $F_2 \cong F_1$, па со оваа претпоставка може да се определи резултантниот отпор:

$$\sqrt{y} \cdot \sqrt{t} \cdot \sqrt{-(-)}$$

Овој резултантен резачки отпор предизвикува и момент на усукување кој го оптоварува работното вретено, чија вредност е:

$$M_t = F_R \cdot r$$

Во оваа равенка може приближно да се земе:

$$t \approx \frac{D}{1000}$$

каде што е D дијаметарот на глодалото во $[mm]$.

Специфичниот отпор на режење K_g кој одговара за површина на струшка од 1 mm^2 , исто така, нема константна вредност туку се менува онака како што се менуваат дебелината на струшката (опаѓа или расте во зависност од тоа дали се работи за истонасочно или спртоивнасочно глодање). Меѓутоа, со доста голема точност тој може да се пресметува, како и при стругањето, по равенката на Кроненберг, ако претходно се определи средната дебелина на струшката што се симнува со глодање, под услов другите услови на режење да останат непроменети.

4.7 ПОДЕЛБА НА ГЛОДАЛКИТЕ

Глодањето е таква обработка кај која работното движење е кружно и го изведува глодалото, а помошното движење е праволиниско и го изведува обработениот предмет.

Тоа значи дека **глодалките**, како машини на кои се врши оваа обработка спаѓаат во групата на машини кои имаат работно кружно движење. Поделбата на глодалките може да се изврши според положбата на работното вретено во однос на работната маса така и според бројот на работни вретена и нивната намена. Така, разликуваме:

- ✓ хоризонтални глодалки;
- ✓ вертикални глодалки;
- ✓ универзални глодалки; и
- ✓ специјални глодалки.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

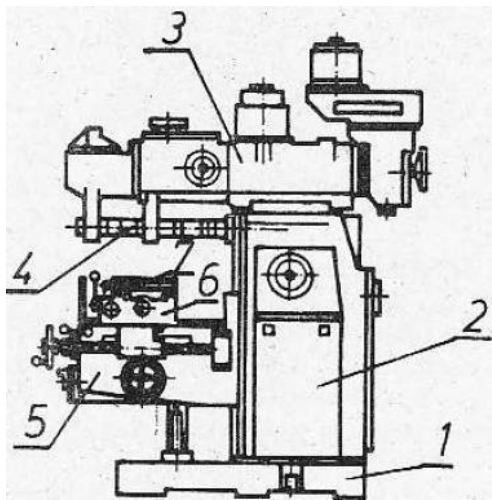
4.7.1 ХОРИЗОНТАЛНИ И ВЕРТИКАЛНИ ГЛОДАЛКИ

Хоризонталните глодалки го добиле своето име според положбата на нивното работно вретено кое е хоризонтално во однос на работната маса, односно паралелно со обработуваниот предмет. Ги има повеќе различни конструкции, во зависност од тоа за каква обработка тие се наменети.

Хоризонталните глодалки наменети за едноставни операции, како на пример глодање на рамни површини, рамни жлебови и друго, ги нарекуваме **обични хоризонтални глодалки**, а оние што се наменети за обработка на завојни жлебови, запчаници со завојни заби и др., ги нарекуваме **универзални глодалки**.

Обичните хоризонтални глодалки се употребуваат за обработка на рамни површини со т.н. валчесто глодало, за отсечување или засечување на материјалот со пилесто глодало, за изработка на запчаници со помош на посебен прибор (поделбен апарат и модулни глодала), за изработка на разни жлебови и друго.

И покрај тоа постои разлика во нивните конструкции, заедничко за овие глодалки е тоа што имаат скоро наполно исти делови.



Сл.4.13: Шематски приказ на современа хоризонтална глодалка.

Ако се погледне сл.4.13, на која шематски е прикажана една современа хоризонтална глодалка ќе се увиде дека се состои од: подножје (1), вертикален столб (2), конзола (3), работно вретено (4), вертикален супорт (5), надолжен супорт (6) и напречен супорт (7). Во вертикалниот шуплив столб (2) се сместени менувачот на работното и помошното движење, а во работната маса сместени се елементите со кои се вршат автоматски поместувања на супортите (надолжниот и напречниот).

Подножјето на глодалката најчесто се изработува од леано железо и тоа мора да биде доволно стабилно, односно масивно, за да може да обезбеди мирна работа на глодалката.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Конзолата (3), на која се наоѓа помошното лежиште за прицврстување на работното вретено најчесто се изработува како засебен елемент, кој подоцна се прицврстува на вертикалниот столб.

Работното вретено (4) е најоптоварениот дел од глодалката. Поради тоа истото мора да биде добро влежиштено на вертикалниот столб и конзолата, а за зголемување на неговата носивост конзолата честопати се потпира на посебно изработен потпирач во вид на ножици или во вид на нажлебен столб.

Работната маса е составена од три супорти, и тоа: вертикален, надолжен и напречен супорт.

Вертикалните глодалки се машини со многукратна примена. На нив може да се врши глодање на вертикални дупки, профилни жлебови, обработка на рамни површини со т.н. челно глодало со всадени заби и други. Доколку може работното вретено да се закосува под одреден агол, можна е и обработка на завојни жлебови со употреба на поделбен апарат. Исто така, на овие глодалки може да се изработуваат и запчести летви, при што работното вретено се завртува во хоризонтална положба, а поделбениот апарат што се користи притоа му дава на предметот автоматско надолжно движење.

Вертикалните глодалки по конструкција се различни. Некои од нив, и тоа оние наменети за сериско производство, имаат неподвижен носач на вертикалното работно вретено, а поголемиот број на конструирани со носач кој може да се завртува под одреден агол.

Освен оваа не постои никаква битна конструктивна или функционална разлика, како меѓу одделните конструкции на вертикални глодалки така и меѓу хоризонталните глодалки.

Работното вретено кај вертикалните глодалки е составено од два дела. Едниот од нив, и тоа хоризонталниот е сместен во самата конзола и добива вртливо движење од менувачот на работното движење, а другиот вертикалниот дел е сместен во неподвижната или вртливата глава надвор од конзолата и добива вртливо движење од хоризонталниот дел преку еден пар конусни запченици.

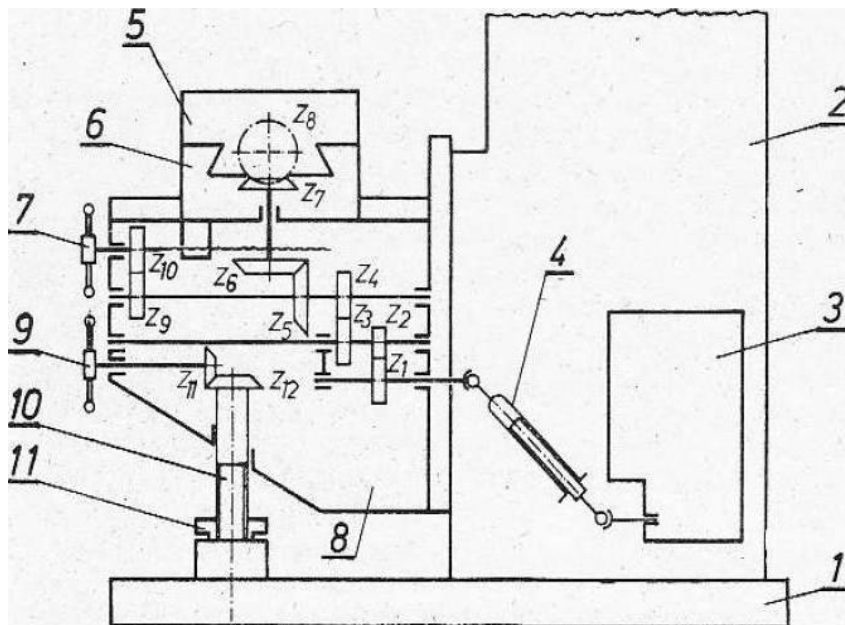
Менувачите за работното, како и оние за помошното движење кај посовремените вертикални глодалки најчесто се конструирани како сложени запчести менувачи кои овозможуваат поголем број различни обрти на работното вретено, односно голем број помести на супортите.

Кај современата вертикална глодалка, менувачот за работното движење е сместен во хоризонталната конзола, а менувачот на помошното движење во вертикалниот шуплив столб.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

На сл.4.14 е дадена кинематска шема на работната маса кај вертикалните глодалки. Од неа се гледа дека кинематиката на работната маса кај овие глодалки е скоро идентична со онаа кај хоризонталните. На оваа слика се дадени позициите: подножје (1), вертикален столб (2), преносник на помошното движење (3), телескопско вратило (4), напречен супорт (5), надолжен супорт (6), рачка за рачно движење на надолжниот супорт (7), вертикален супорт (8), рачка за рачно поместување на вертикалниот супорт (9), завојно вретено (10), и навртка за претворување на кружното движење на завојното вретено во праволиниско движење на вертикалниот супорт (11).



Сл.4.14: Шематски приказ на современа вертикална глодалка.

4.7.2 УНИВЕРЗАЛНИ И СПЕЦИЈАЛНИ ГЛОДАЛКИ

Ако на хоризонталните глодалки се додаваат некои помошни уреди, со што ќе се прошират нивните можности за извршување на поголем број различни операции, се добиваат нови т.н. **универзални глодалки**. Со други зборови, универзалните глодалки во целост имаат идентична конструкција со хоризонталните глодалки. Разликата се јавува само со определени елементи од конструкцијата или во определено движење, и тоа:

а.) на универзалните глодалки можат да се изработуваат и завојни жлебови, бидејќи работната маса може да се завртува околу вертикалната оска за определен агол (најмногу до 45°), што овозможува посебна кружна плоча со мерна скала;

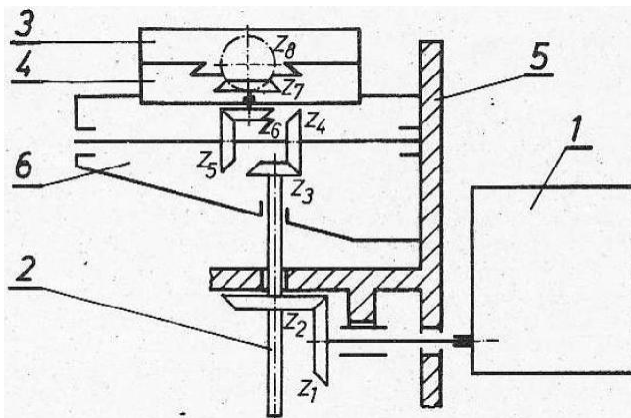
б.) универзалните глодалки можат да работат како хоризонтални, но и како вертикални глодалки, а тоа го овозможува за таа намена специјално конструираната глава за глодање, која може брзо и едноставно да се вгради на глодалката;

в.) кинематиката на работната маса кај универзалните глодалки не се остварува како кај хоризонталните со телескопско вратило, но со нажлебено вратило; и

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

г.) универзалните глодалки се снабдени со посебен уред за делење на обиколката на кругот на еднаков број делови (поделбен апарат), со што е овозможена изработка на запченици и запчести летви.



Сл.4.15: Кинематика на работната маса кај универзалната глодалка.

На сл.4.15 се обележани позиции кои ги носат следните имиња: преносник на помошното движење (1), нажлебено вратило (2), напречен супорт (3), надолжен супорт (4), вертикален столб (5), и вертикален супорт (6).

Покрај опишаните, постојат и такви глодалки, кои од претходните се разликуваат во некои елементи од конструкцијата, поради што не може да се вклучат во ни една од претходните групи. *Таквите глодалки, во чија конструкција има посебни уреди или кај кои некои од деловите имаат специјална конструкција, ги викаме **специјални глодалки**.*

Овие глодалки се наменети најчесто за обработка на такви предмети од кои се бара поголема точност на димензиите, подобар квалитет на нивните површини и покусо време за обработка. За да можат да одговорат на барањата, нивната конструкција е посложена, а нивната цена повисока, со оглед на ограничениот број на работни операции, односно обработки што на нив можат да се изведат, доведува до заклучок специјалните глодалки се економски оправдани само за поголеми количини исти предмети, односно сериско производство.

Постојат повеќе видови специјални глодалки, чии конструкции се прилагодени на нивната намена, според која и е извршена поделба и тоа на следните подгрупи:

- ✓ глодалки наменети за изработка на запченици;
- ✓ глодалки наменети за изработка на завојници; и
- ✓ други видови специјални глодалки.

Постојат голем број различни конструкции на вакви глодалки чија намена е разновидна. Во групата на другите видови специјални глодалки спаѓаат: копираните глодалки, универзалните алатни глодалки, повеќевртените и агрегатните глодалки.

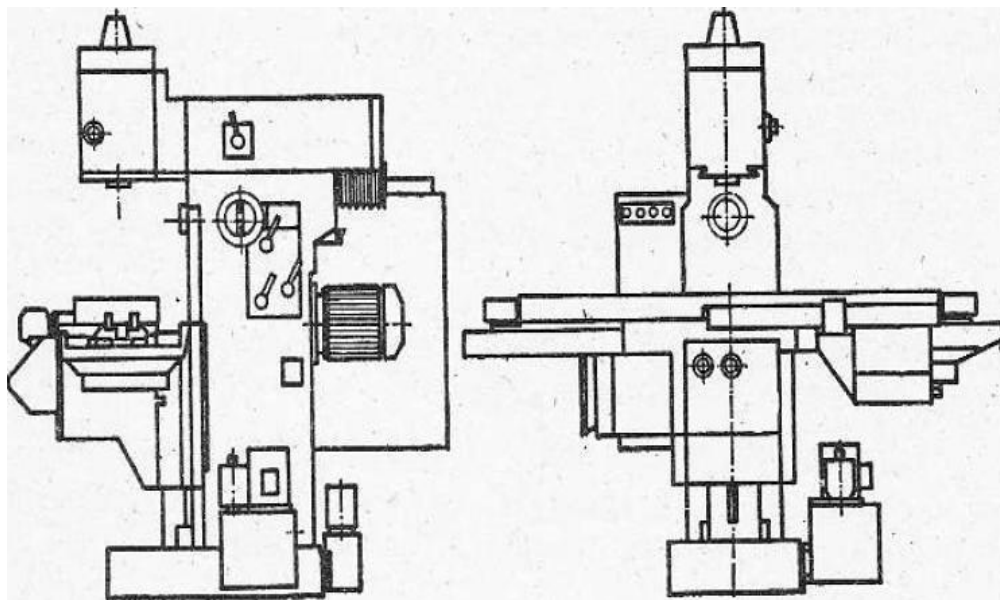
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

*Копирните глодалки се употребуваат во сериско производство, и тоа за обработка на делови со криви профилни површини, како што се: бреговидни плочи, лопатки на парни и водни турбини, кулисни механизми и др. Во зависност од тоа како се врши копирањето, односно во зависност од нивните технолошки можности разликуваме: *дводимензионални* и *тридимензионални* копирни глодалки. Глодалките чии движења се вршат во два правци (во рамнина) ги викаме дводимензионални, а оние кај кои покрај надолжното и попречното имаме и вертикално движење ги викаме тридимензионални глодалки.*

Во зависност од тоа со каков погон располага глодалката, постојат копирни глодалки со: механички, електричен или хидрауличен погон.

Постои посебна конструкција на специјална копирна глодалка, наменета за гравирање и копирање по шаблон, која, според механизмот со кој се пренесува движењето на шилецот по шаблон до работното вретено, го добила името *пантограф*.



Сл.4.16: Универзална алатна глодалка.

Универзалните алатни глодалки се употребуваат во поединечното производство за изработка, најчесто, на алат за ковање, извлекување, просечување и др. По конструкцијата се различни од досегашните. Имено, овие глодалки можат бргу и едноставно да се прилагодат така што наместо хоризонтални да работат како вертикални, како дупчалки, или кусоодни рендосалки. Ова прилагодување го овозможува, како посебна конструкција на глодалката така и посебните носачи кои најчесто доаѓаат со самата глодалка при нејзината порачка, односно при нејзиното купување. Изгледот на оваа глодалка со поголемиот број од носачите е даден на сликата.

Заедничка карактеристика на досега опишаните глодалки беше тоа што кај сите нив постоеше само едно работно вретено и еден алат со кој се вршеше

обработката. Меѓутоа, денешните услови на производство бараат времето на обработка уште да се намали. Затоа се конструирани глодалки, наменети за едновремена обработка на предметите од повеќе страни, односно со повеќе алати. Таквите глодалки ги нарекуваме **повеќевертени глодалки**, чија примена е најголема во сериското и масовното производство, поради нивната висока цена на чинење. По конструкција и тие меѓусебно се, разликуваат. Така, постојат: хоризонтални, вертикални и комбинирани повеќевертени глодалки, а исто така и повеќевертени глодалки чии вретена можат да се закосуваат под некој определен агол.

4.8 ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ СО ГЛОДАЊЕ

При изработка на запченици се користа две методи, и тоа:

- *метод на претходна обработка*; и
- *метод на завршна обработка*.

Која од овие методи ќе се употреби зависи од тоа каков квалитет на обработката се бара во определениот случај.

Методот на претходна обработка се употребува при изработка на запченици со глодање, рендосување или провлекување полн материјал, во оние случаи, кога од нив не се бара некој висок квалитет на обработка.

Метод на завршна обработка најчесто се употребува кога запчениците што се изработуваат треба да имаат подобар квалитет на обработуваните површини. Завршната обработка се врши по претходната обработка, а се остварува со точење, мазнење и лупење.

Методите за изработка на запченици се разликуваат меѓу себе и според видот на запчениците, односно според формата на забите што на нив треба да се изработат. Така, постојат методи за изработка на: цилиндрични запченици со прави, коси, аглести и завојни заби, конусни запченици, запчести лостови, полжавести запченици и др.

Поединечна изработка на запченици (заб по заб). Овој метод е многу скап. Оваа обработка се применува само во поединечното производство. Се врши на хоризонтална или универзална глодалка, што зависи од видот на обработуваниот запченик, и тоа секогаш со употреба на поделбен апарат. Ако обработуваниот запченик има прави заби неговата обработка е можна на хоризонтална или универзална глодалка, при што се користи модулно глодало, кое го изведува работното кружно движење. По обработката за секое меѓузавие предметот се завртува за определен чекор со помош на поделбениот апарат.

Изработката на запчениците заб по заб може да се изврши и со вретенесто профилно глодало, кое покрај работното кружно го изведува и помошното праволиниско движење.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Изработка на запченици по метод на релативно тркалање. Овој метод се користи во сериското производство за изработка на цилиндрични запченици со прави и завојни заби. Суштината на овој метод се состои во тоа што алатот и предметот изведуваат такви меѓусебно зависни движења какви што би биле движењата што би ги изведувале кога нивните заби би биле меѓусебно спрегнати.

Со други зборови, тоа значи дека при овој метод, предметот и алатот можат да се замислат како два запченика кои меѓусебно работат, односно се во зафат и притоа се вртат со точно определени и исти периферни брзини. За изработка на запченици на овој начин се користи **Фаутер-метод** кој се базира на релативно тркалање со полжавесто глодало испресечено со завојни жлебове кои се нормални на самата завојница во било која рамнина на полжавот.

Изработка на конусни запченици. Досега опишаните методи служеа за изработка на цилиндрични запченици со прави, коси, навојни заби, како и полжавести запченици. Во машинската индустрија многу често во употребува се наоѓаат и т.н. **конусни запченици** кои не можат да се изработат по досега опишаните методи и на досега спомнатите глодалки. За нивна изработка постојат повеќе специјални методи, а со тоа и повеќе специјални глодалки кои ќе ги наброиме.

Една од првите специјални глодалки, на која можат да се изработуваат конусни запченици со кружни заби, и тоа по методот на релативно тркалање, е **глодалката од типот Глизон**.

Изработката на конусни запченици може да се врши и по методот **Фијат-Мамано**. Овој метод е посовршен од претходниот бидејќи изработката на забите на запченикот се врши континуирано, а тоа значи дека по изработката на еден продолжува изработката на другиот заб односно меѓузабие.

За изработка на специјални конусни запченици со криволиниски заби, чија дебелина и висина имаат константна вредност по целата должина на забите, а го носат името „полоидни заби“, се користи т.н. **Клингелнберг-метод**. Алатот кај овој метод е конусно полжавесто глодало.

Изработка на навојници со глодање

Глодалките за изработка на завојници можат да се поделат во две групи, и тоа:

- глодалки за изработка на **долги навојници**; и
- глодалки за изработка на **куси навојници**.

За изработка на долги навојници постојат голем број различни конструкции на глодалки. Заедничко за сите е тоа што движењата на алатот и предметот се идентични. Имено, алатот (профилното глодало), чиј профил одговара на формата на профилот на навојницата што се глода го изведува работното кружно

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

движење, а едновремено и надолжното помошното праволиниско движење, додека предметот го изведува помошното кружно движење, и тоа со мала брзина.

Изработката на куси навојници се врши со помош на посебни глодалки, кај кои алатот го изведува работното кружно и помошно надолжно праволиниско движење, а предметот помошното кружно движење. За да се постигне најголема длабочина на жлебот, во почетокот на обработката, алатот изведува уште едно движење (радијално поместување). Како алат при изработката на куси навојници се користи најчесто валчесто глодало, изработено во вид на навојница испресечена со жлебови.

Покрај овие постојат и **специјални глодалки за изработка на полжави**.

4.9 ПОДЕЛБЕНИ АПАРАТИ

Поделбените апарати се главни уреди на универзалните глодалки без кои не може да се замисли изработката на запченици, завојни жлебови или прави жлебови на некој цилиндричен дел, на еднакви растојанија. Со други зборови, секаде каде што е потребно кругот да се подели на еднаков број на делови неопходна е помошта на поделбените апарати. Ги има повеќе различни конструкции за чие целосно опфаќање би бил потребен доста голем простор.

Затоа, во оваа наставна единица ќе бидат опишани конструкциите и принципите на делење на три главни вида поделбени апарати, и тоа на:

- ✓ обичниот или простиот поделбен апарат;
- ✓ универзалниот поделбен апарат; и
- ✓ оптичкиот поделбен апарат.

Обичниот поделбен апарат се користи за директно односно непосредно делење на обиколката на цилиндричните предмети на еднаков број делови, а неговата конструкција е прикажана на сл.4.17.

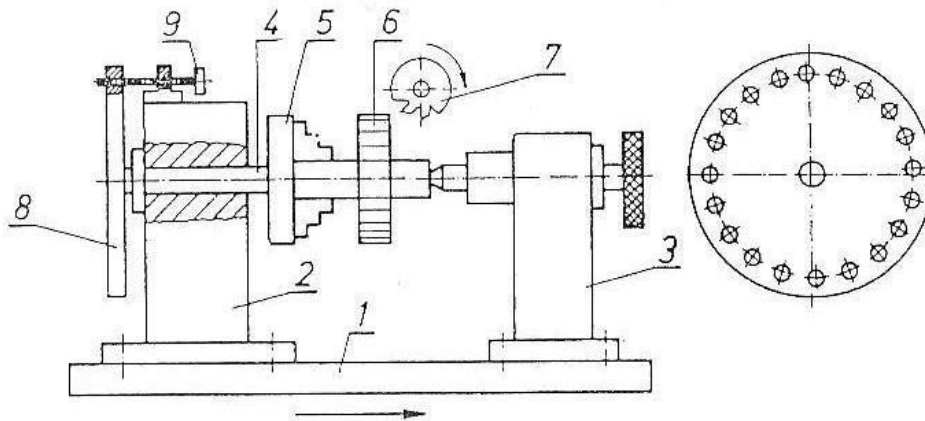
Како што се гледа од приложената слика, овој апарат по конструкција е многу едноставен. Главно се состои од следниве делови: носач на работното вретено (2), носач на шилецот „коњче“ (3), работно вретено (4) и стегнувач на предметот (5). Обработуваниот предмет (6) од едната страна се прицврстува во стегнувачот (5), а од другата страна се потпира со шилецот на коњчето (3).

На работното вретено (4) е прицврстена поделбената плоча (8), на која на определен дијаметар се издупчени поголем број на дупчиња на еднакви растојанија, а која со осовинката (9) се осигурува од самосвртување за време на обработката.

Глодалото (7) го изведува работното кружно движење заедно со вретеното на глодалката, а надолжниот супорт на глодалката, заедно со поделбениот апарат што е прицврстен на него, го изведува помошното праволиниско движење.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта



Сл.4.17: Шема на прстиот поделбен апарат со поделбена плоча.

За да може да се изврши делење со овој апарат, претходно мора да се изврши избор на поделбената плоча. Имено, бројот на дупки на неа треба да биде колкав што е бројот на забите на запченикот што ќе се изработува, или нивниот однос да биде секогаш цел број. Така, на пример, ако треба да се изработи запченик со 20 заби, бројот на дупки на поделбената плоча мора да биде 20 или 40, бидејќи односите $20 : 20 = 1$ и $40 : 20 = 2$ кои даваат цел број.

По свртувањето на предметот, осовинката повторно се вметнува во една од дупките на поделбената плоча со што се осигурува, глодалката се пушта во работа, па започнува изработка на следното меѓузубие од запченикот. Оваа постапка на делење продолжува се додека не се изработат сите заби од запченикот.

Бидејќи предметот и поделбената плоча се наоѓаат на исто вретено, односно со свртување на плочата директно се свртува и предметот за определен и меѓусебно ист агол, овој начин на делење се нарекува непосредно или директно делење.

Од досегашното излагање може да се извлече заклучок за предностите и недостатоците на овај апарат. Во предностите може да се вбројат: едноставната конструкција, ниска цена на чинење и лесно ракување со него.

Основниот недостаток на овај апарат, поради што е економичен во експлоатацијата само за поголеми количини на исти предмети (поголеми серии), е тој што за извршување на секоја поделба треба да има друга поделбена плоча.

Универзалниот поделбен апарат е наменет за поделба на обиколката на цилиндричните предмети на исти делови со еднакви растојанија, и тоа како поединечно така и во сериско производство.

И покрај тоа што по конструкција можат да бидат разновидни, универзалните поделбени апарати имаат една заедничка особина, а таа е што со нив можат да се извршуваат повеќе видови на делење, односно повеќе помошни операции, како што се:

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

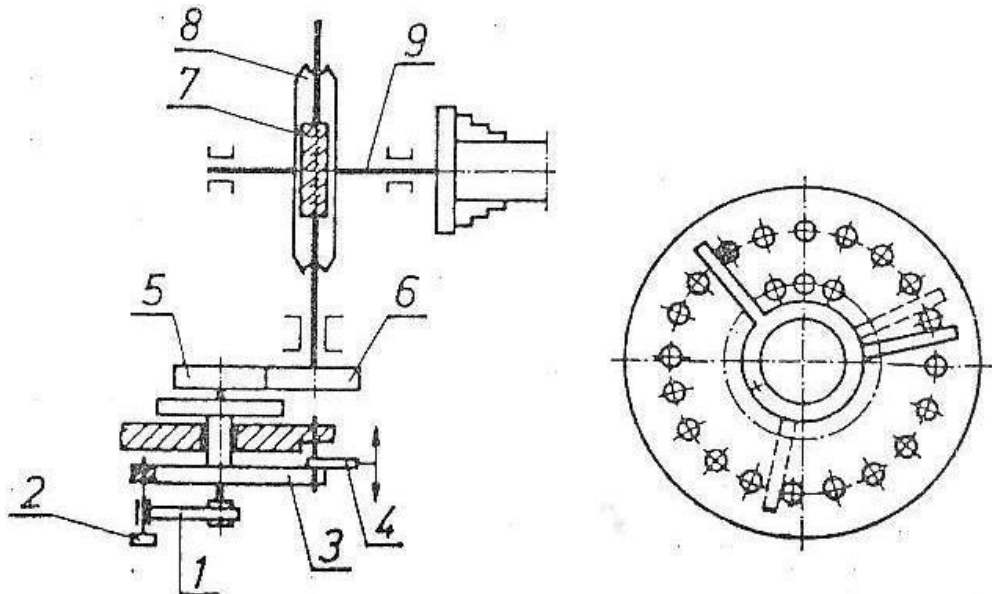
- ✓ директно или непосредно делење;
- ✓ индиректно или посредно делење; и
- ✓ усогласување на помошното кружно и помошното праволиниско движење на предметот при изработка на завојни жлебови.

Основните составни елементи на универзалниот поделбен апарат се видливи на сл.4.18, а тоа се: рачка (1), со осигурувач (2), поделбената плоча (3) со осигурувачот (4), цилиндричните запченици (5) и (6) чиј преносен однос е 1:1, полжавот (7), полжавестото тркало (8) и вретеното на поделбениот апарат (9). Со свртување на рачката (1) осигурувачот (2) е извлечен од дупката на поделбената плоча (3), преку запчениците (5) и (6) и полжавестиот преносник (7; и 8), предметот се свртува за определен агол односно за определен дел од кругот.

Бидејќи запчениците (5) и (6) влијаат на преносниот однос на апаратот, следува заклучокот дека како главен преносен елемент, од кој ќе зависи вкупниот преносен однос.

Преносниот фактор на полжавестиот преносник најчесто се зема дека изнесува 1:40. Меѓутоа, постојат и такви поделбени апарати кај кои овој однос изнесува 1:60 или 1:80. Горниот однос ни покажува дека, за да може предметот да направи еден обрт, рачката на поделбениот апарат мора да се сврти 40 пати односно да направи 40 обрти.

За разлика од обичниот, кај универзалниот поделбен апарат поделбената плоча нема веќе само еден туку 6, а кај некои апарати и повеќе кругови со определен број дупки.



Сл.4.18: Шема на универзалниот поделбен апарат за просто делење.

Најчесто овие плочи доаѓаат во гарнитури од по три кои можат да се заменуваат по потреба.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

На секоја од овие плочи се наоѓаат определен број (6) кругови со определен број на дупки и тоа како што следува:

- I. плоча - 15 - 16 - 17 - 18 - 19 - 20;
- II. плоча - 21 - 23 - 27 - 29 - 31 - 33;
- III. плоча - 37 - 39 - 41 - 43 - 47 - 49.

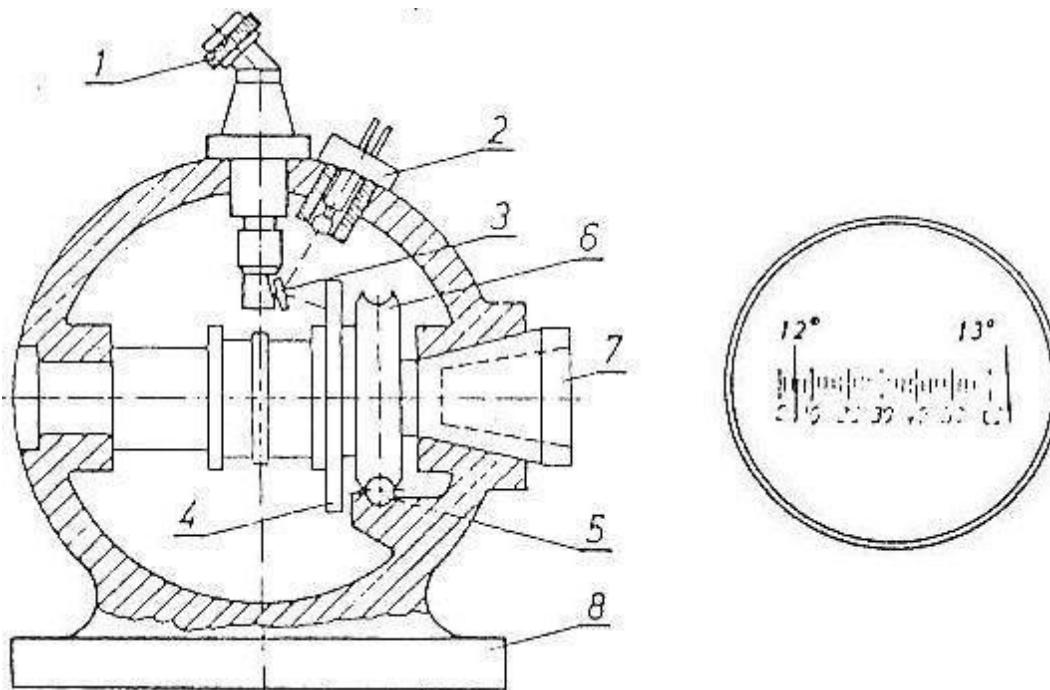
Бидејќи со универзалниот поделбен апарат може да се врши директно делење, тој е снабден уште со една поделбена плоча која е прицврстена на самото вретено на апаратот. За да се изврши вакво делење, претходно мора да се прекине врквата помеѓу полжавот и полжавенестото коло за потоа, на начин објаснет кај простиот поделбен апарат, да може да се изврши самата поделба.

Посредното или индиректно делење се употребува тогаш кога поделбата не може да се изврши со директно делење поради непостоење на соодветна поделбена плоча.

Ова делење може да се оствари на три начина, и тоа како:

- просто делење;
- двојно делење; и
- диференцијално делење.

Секој од овие начини на индиректно делење се користи во определен случај. Затоа нивното објаснување ќе биде дадено преку поголем број решени примери, со цел полесно и подобро да се разбере постапката на делење за секој случај посебно.



Сл.4.19: Оптички поделбен апарат.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Оптичкиот поделбен апарат прикажан на сл.4.19 се користи за уште попретцизни делења, наместо досега опишаните апарати се употребуваат оптичките поделбени апарати.

На куќиштето (8) се потпира вретеното на апаратот (7), кое со рачка, а преку полжавот (5) и полжавестото коло (6), може да се свртува по потребите. На вретеното (7) е прицврстена цилиндричната стаклена плоча (4), на чија челна страна е изработена прецизна кружна скала.

Од сијаличката (2) светлосните зраци паѓаат врз огледалото (3), а од него на кружната скала на стаклената плоча (4), чија наголемена слика ја гледаме во окуларот од микроскопот (1), заедно со сликата на неподвижната скала што е прицврстена на долниот дел од микроскопот.

Кај оптичкиот поделбен апарат не се пресметува бројот на обртите на рачката туку аголот на завртување на вретеното:

φ_{TP}

каде што е:

z - број на запците на предметот што го делиме на еднаков број на делови.

Свртувањето на вретеното на оптичкиот поделбен апарат се врши во две фази. Најнапред се врши негово грубо свртување (во цели степени), и тоа откако претходно ќе се одвојат од зафат полжавот (5) и полжавестото коло (6). Потоа се врши фино свртување на вретеното (во минути) преку полжавот и полжавестото коло, а со рачката што се наоѓа надвор од куќиштето на поделбениот апарат. И во двата случаеви точноста на свртувањето се проверува преку микроскоп.

Пример бр.1 - Да се определи аголот на свртувањето ω на вретеното од поделбениот апарат ако со него, на универзалната глодалка, треба да се изработи запченик со $z = 29$ заби.

Решение: Аголот на свртувањето ќе изнесува:

$\varphi_{\text{TP}} = \varphi_{\text{hTP}} \cdot \pi$

Свртувањето на предметот, заедно со вретеното на поделбениот апарат, ќе се изврши прво грубо за 12° , а потоа преку полжавот и полжавестото коло, со рачката ќе го свртиме фино за уште 25 минути.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

4.10 ПРИМЕНА НА УНИВЕРЗАЛНИТЕ ПОДЕЛБЕНИ АПАРАТИ

Просто делење.

Пример бр.1: Ако преносниот однос на полжавестиот преносник од поделбениот апарат изнесува 1:40, на универзалната глодалка да се изработи запченик со $z = 32$ заб.

Решението на горната задача е многу едноставно доколку ја сватиме суштината на простото делење со универзален поделбен апарат.

За таа цел горната задача ќе ја поставиме во друга форма. Имено, ќе си го поставиме прашањето: за колку треба да се сврти рачката од поделбениот апарат, во кој е вграден дадениот полжавест преносник, на запченикот да се сврти еден заб, односно $1/32$ дел од кругот?

Бројот на обртите на рачката од поделбениот апарат ќе го добиеме ако ја поставиме следната пропорција: за 1 обрт на рачката, предметот ќе се сврти за $1/40$ дел од кругот; за x обрти на рачката предметот ќе се сврти за $1/32$ дел од кругот.

Од оваа пропорција следува равенката:

$$\frac{x}{1} = \frac{1/40}{1/32}$$

Горниот резултат ни покажува дека рачката на поделбениот апарат треба да се сврти за еден обрт, а потоа по кругот од поделбената плоча, на кој се наоѓаат 16 дупчиња, во истата насока се врти уште за 4 дупчиња.

Според решението од претходниот пример, може да се напише општата равенка за пресметка на бројот на обртите (x) на рачката од поделбениот апарат.

За таа цел наместо преносниот однос на полжавестиот преносник $i = 1/40$, ќе го земеме преносниот фактор t , а бројот на забите на запченикот што се изработува ќе го обележиме со $z = 32$.

Тогаш следува:

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Оваа равенка ќе ја користиме при делењето со помош на универзалниот поделбен апарат.

Забелешка: При делењето со универзалниот поделбен апарат треба да се води сметка за тоа, бројот во именителот (z) или оној број што ќе се добие со кратење или проширување на односот, да биде еднаков со кој и да било од броевите на поделбените плочи од определената гарнитура.

Пример бр. 2: Да се определи бројот на обртите (x) на рачката од универзалниот поделбен апарат, ако е преносниот фактор на полжавестиот преносник $k = 40$, а бројот на забите на запченикот што се изработува $z = 46$.

$$\frac{z}{k} = \frac{P_T}{P_{\text{д}}}$$

Рачката на поделбениот апарат треба да се сврти за 20 дупки по кругот на кој има 23 дупки (II плоча од дадената гарнитура).

Пример бр. 3: Да се изработи запченик со $z = 63$ заби, ако преносниот фактор на полжавестиот преносник $k = 60$. Потребно е да се одреди бројот на обртите на рачката (x).

$$\frac{z}{k} = \frac{P_T}{P_{\text{д}}}$$

$$\frac{z}{k} = \frac{P_T}{P_{\text{д}}}$$

Рачката од поделбениот апарат треба да се сврти за 20 дупки по кругот на кој се наоѓаат 21 дупки (II плоча од дадената гарнитура).

При изработката на еден запченик, за секое завртување на рачката од апаратот мора да се врши броење на дупките за колку таа треба да се сврти, што е многу напорно, а и грешките до кои притоа се прават се чести. Со цел да се избегне броењето на дупки, пред поделбената плоча се поставени две стрелки. Овие стрелки меѓусебно можат да се свртуваат, (се дотеруваат на посакуваното растојание а потоа се фиксираат една во однос на друга да не може да се поместат, но лесно да се движат заедно во склоп) пред почетокот на работата со поделбениот апарат. При дотерувањето на растојанието на стрелките треба да се води сметка секогаш да има една дупка повеќе помеѓу, како притоа за секој нареден забец или страна не би се скратило растојанието за една дупка со што погрешно би се изработил предметот. На пример, кога имаме 1 круг и 8 дупки на плочата со 16 дупки, растојанието меѓу стрелките треба да е 9 дупки.

Постапката на делење потоа е многу едноставна. Осигурувачот кој се наоѓа во отворот се вади од потребната плоча, рачката се свртува за еден обрт и без броење, заедно со осигурувачот, се доведува во положба. Стрелките кои се меѓусебно стегнати се свртуваат и се доведуваат во положбата која е потребно да се постигне.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Двојно делење.

Се користи кога поделбата не може да се изврши со една поделбена плоча, односно со постојните дупки на една нејзина страна. Ова делење е многу посложено. Се изведува така што рачката (1) на сл.4.18 која претходно се ослободува од поделбената плоча (3) со извлекување на осигурувачот (2), се свртува за определен број на дупки, прво по еден од надворешните кругови кругови од плочата. Потоа осигурувачот (2) се вметнува во една од дупките на плочата со што рачката се прицврстува на неа. Со извлекување на осигурувачот (4) сега рачката и поделбената плоча заедно можат да се свртат за определен број на дупки, по некој од внатрешните кругови на поделбената плоча. По ова второ свртување на рачката, осигурачот (4) се вметнува во една од дупките на еден круг од поделбената плоча. Овој осигурач е изработен така што неговиот врв е свиткан во форма на колено. Тоа овозможува тој да се постави во дупките на кој и да било круг со каков и да е дијаметар. Принципот на двојно делење полесно може да се разбере преку решените примери.

Пример бр. 1: Да се определи бројот на обртите на рачката (x) на универзалниот поделбен апарат со вграден полжавест преносник со $k = 40$, ако треба да се изработи запченик со $z = 51$ заб.

$\frac{z}{k}$

Бидејќи овој однос не може да се крати, задачата ќе ја решиме на следниов начин: бројот $z = 51$ ќе го разложиме на два броја така што нивниот производ ќе го даде бројот 51. Бројот k ќе го разложиме на два броја така што нивниот збир или нивната разлика ќе го даде бројот k . Според тоа следува:

$$\frac{z}{k} = \frac{17 \cdot 3}{12 \cdot 40} = \frac{17}{12} - \frac{3}{40} \quad \left(\frac{17}{12} - \frac{3}{40} \right)$$

Добиениот резултат ни покажува дека рачката треба прво да се заврти за 12 дупки по кругот кој има 18 дупки. Потоа, во однос на осигурувачот (4), рачката и поделбената плоча треба да се завртат уште за две дупки по кругот кој има 17 дупки.

Пример бр. 2: Ако $z = 57$, а $k = 40$ да се определи бројот на обртите на рачката (x) од поделбениот апарат.

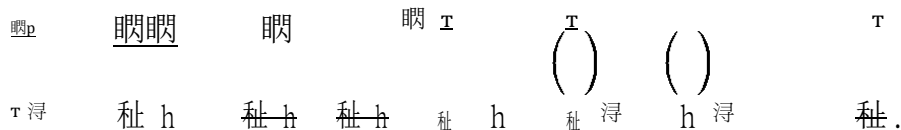
$$\frac{z}{k} = \frac{19 \cdot 3}{7 \cdot 40} = \frac{19}{7} - \frac{3}{40} \quad \left(\frac{19}{7} - \frac{3}{40} \right)$$

Рачката треба прво да се заврти за 7 дупки по кругот кој има 19 дупки, а потоа, во уште за 6 дупки по кругот кој има 18 дупки, заедно со поделбената плоча, во однос на осигурувачот (4).

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Пример бр. 3: Ако $z = 63$, а $k = 40$ да се определи бројот на обртите на рачката (x) од поделбениот апарат.



Рачката треба прво да се заврти десно за 18 дупки по кругот кој има 21 дупки, а потоа заедно со поделбената плоча да се сврти налево (се врти назад) за 6 дупки по кругот кој има 27 дупки, или обратно.

Забелешка: Двојното делење ретко или никогаш не се употребува, зашто е тешко не само определувањето на потребните елементи туку и неговото извршување. Поради тоа секогаш кога поделбата не може да се изврши со просто делење се преминува на диференцијално делење, бидејќи со него може да се изврши секаква поделба.

Диференцијално делење.

Се користи во сите оние случаи кога бројот на запците на запченикот што се изработува не е делив, односно не може да се расчлени на прости множители. Самата поделба е така што на дадениот број заби му се додава или одзема одреден број (a).

Со тоа се добива нов број (z_1 или z_2) кој завршува на 5 или 0, со кој може да се изврши просто делење. Понатаму поделбата се изведува со нов број. Ако овој број $z_1 < z$, тогаш рачката на поделбениот апарат треба да се сврти за $x_1 = k / z_1$, а ако тој број $z_2 > z$, тогаш рачката треба да се сврти $x_2 = k / z_2$.

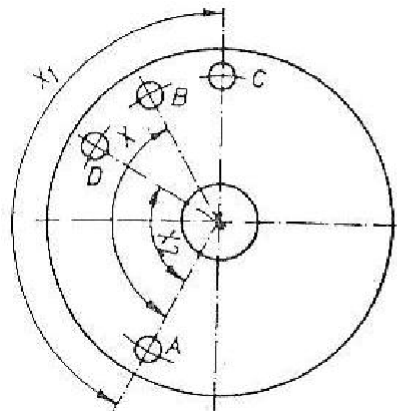
Овие свртувања отстапуваат од свртувањето $x = k / z$ кое одговара на вистинскиот број заби z . Затоа е потребно во првиот случај поделбената плоча да се врати назад на растојанието СВ, односно $(x_1 - x)$.

Оваа корекција на поделбената плоча се остварува преку изменливата група на запченици z_3, z_4, z_5, z_6 , запчениците $z_1 = z_8$ и $z_7 = z_8$ (сл.4.20). Од кинематичката шема на универзалниот поделбен апарат дадена на сл.4.20 може да се констатира дека свртувањето на рачката (1) на десно и поделбената плоча ќе се сврти надесно што е важно да се знае ако усвоиме дека е $z_1 < z$ или $z_2 > z$.

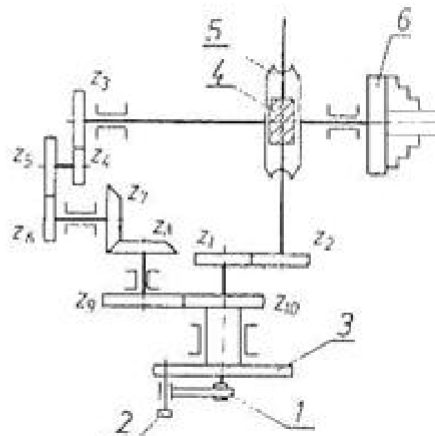
Како што спомнавме во досегашното излагање, ако $z_1 < z$ поделбената плоча може да се свртува во спротивна насока од свртувањето на рачката. Затоа е потребно да се вметне еден запченик со кој ќе се оствари спротивна насока на свртување на рачката и поделбената плоча. Ако се земе $z_2 > z$, тогаш таков запченик не е потребен, зошто поделбената плоча и рачката треба да имаат иста насока на свртување.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта



Сл.4.20: Принцип на диференцијално делење.



Сл.4.21: Универзален поделбен апарат за диференцијално делење (шема).

Проблемот на диференцијалното делење подобро ќе се разбере ако решиме неколку примери:

Пример бр.1: Со помош на поделбениот апарат чиј полжавест преносник има преносен фактор $k = 40$, на универзалната глодалка треба да се изработи запченик со $z = 127$ заби. Да се определи бројот на обртите на рачката од апаратот x .

Решение: Бројот на обртите на рачката се определува според равенката:

$$n_{\text{р}} = \frac{z}{k} \cdot x$$

Бидејќи добиената равенка не може да се скрати, а бројот 127 во именителот не е содржан и не одговара на броевите на дупките на поделбените плочи, ќе земеме друг помошен број z_1 помал од дадениот z кој ќе завршува на 5 или 0.

Тоа значи:

$$z_1 = z - d_1 = 127 - 7 = 120$$

Бројот на обртите за овој нов број заби ќе изнесува:

$$n_{\text{р}}$$

$$x$$

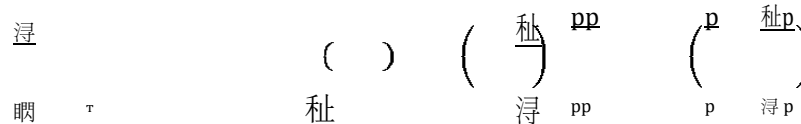
$$=$$

Ако рачката ја свртиме за 5 дупки по кругот од поделбената плоча која има 15 дупки, ќе добиеме поделба која ќе одговара на бројот на забите $z_1 = 120$. Според сл.4.20, рачката од положбата А треба да дојде во положба С, Бидејќи тоа свртување (x_1) е поголемо свртувањето x кое одговара на бројот на забите $z=127$, поделбената плоча треба да се врати назад за големината $(x_1 - x)$.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Смалувањето на растојанието AC на потребното растојание AB го овозможуваат запчениците Z_3, Z_4, Z_5, Z_6 и еден вметнат запченик кој не влијае на преносот, но ја менува насоката на свртување на поделбената плоча. Броевите на забите на овие запченици, со кои поделбената плоча се враќа за растојанието BC , се определува на следниот начин:



Негативниот знак ни покажува дека насоките на свртувањето на рачката и поделбената плоча треба да бидат спротивни за што е потребен вметнат запченик.

При определувањето на броевите на забите на овие изменливи запченици треба да се води сметка за условот што притоа мора да биде исполнет, односно:

$$Z_3 + Z_4 > Z_5 \quad \text{и} \quad Z_5 + Z_6 > Z_4$$

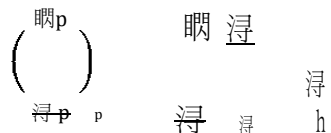
Во нашиот пример добивме:

$$Z_3 = 50; \quad Z_4 = 50; \quad Z_5 = 70 \quad \text{и} \quad Z_6 = 30$$

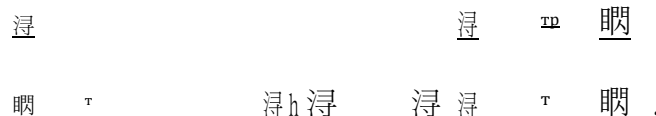
Проверката дали горниот услов е исполнет ни покажува дека пресметаните броеви на забите задоволуваат, бидејќи се добива:

$$50 + 50 > 70; \text{односно} \quad 70 + 30 > 50.$$

Принципот на решавање е ист како и во претходниот случај. Прво се определува бројот на обртите на рачката од поделбениот апарат:



Со овој број на обрти (x_2) рачката од положба A доаѓа во положбата D (сл.4.20). Бидејќи бројот на забите $z = 127$ му одговара свртување на рачката (x) од A до B , потребно е да се определат броевите на забите на запчениците Z_3, Z_4, Z_5 и Z_6 со кои ќе се помести поделбената плоча напред за растојание BD , односно:



Одовде произлегува дека потребните запченици треба да ги имаат овие брови на забите:

$$Z_3 = 60; \quad Z_4 = 65; \quad Z_5 = 45 \quad \text{и} \quad Z_6 = 45$$

Затоа што бараниот услов: $Z_3 + Z_4 > Z_5; \quad \text{и} \quad Z_5 + Z_6 > Z_4$, е исполнет, односно:

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

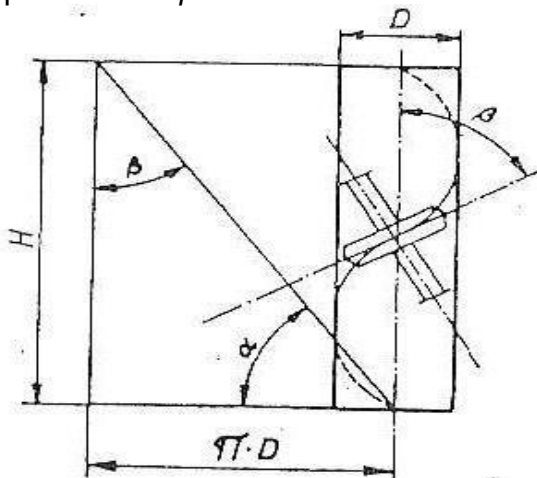
III година - скрипта

$$Z_3 + Z_4 > 45; \text{ и } Z_5 + Z_6 > 65$$

Со оглед на тоа што насоките на свртувањето на рачката и поделбената плоча се исти, во овој случај нема потреба од вметнат запченик.

4.11 ИЗРАБОТКА НА ЗАВОЈНИЦИ НА УНИВЕРЗАЛНА ГЛОДАЛКА СО УНИВЕРЗАЛЕН ПОДЕЛБЕН АПАРАТ

Усогласувањето на помошното кружно движење и праволинското движење на предметот е потребно за да може на универзалната глодалка да се изработуваат завојни жлебови. Ова усогласување се остварува со помош на универзалниот поделбен апарат. Настанувањето на завојницата и нејзините елементи се видливи од сл.4.22. Аголот α е агол на завојницата, β е дополнителниот агол, а H е чекорот на завојницата. Од сликата се гледа дека глодалото би требало секогаш да зазема положба паралелна со тангентата на завојницата. Бидејќи глодалото ја нема таа можност, до истиот резултат ќе се дојде ако предметот, заедно со работната маса односно надолжниот супорт (3), се заврти за агол β .



Сл.4.22: Настанување на завојницата.

Со други зборови, за да може да се режи завоен жлеб неопходни се три движења и тоа: работно кружно движење, кое го изведува глодалото, помошното праволинско движење на предметот и едновремено неговото вртливо движење.

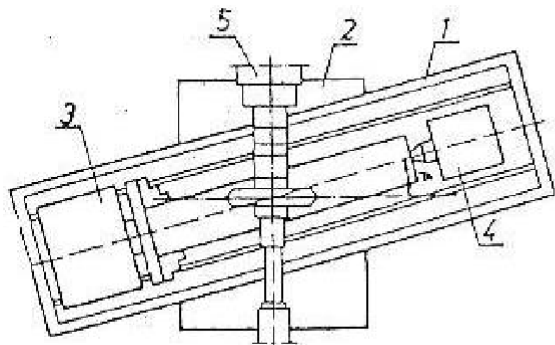
Помошните движења треба да бидат така избрани, односно усогласени што кога предметот ќе направи еден круг тој едновремено треба да се помести праволински, односно да измине пат еднаков на чекорот на завојницата на обработуваниот предмет.

Бидејќи поместувањето на работната маса се остварува со помош на завојното вретено кое има кружно движење, значи дека со универзалниот поделбен апарат, всушност, треба да се усогласат кружното движење на завојното вретено од работната маса и кружното движење на обработуваниот

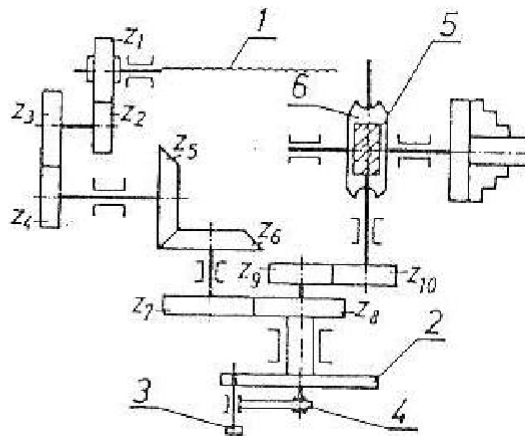
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

предмет. На сл.4.23 е прикажана положбата на глодалото и работната маса при изработка на завојни жлебови.



Сл.4.23: Положба на носачот на предметот во однос на работното вретено при изработка на завојници со глодање.



Сл.4.24: Користење на универзалниот поделбен апарат при изработка на завојни жлебови со глодање.

Работното вретено на глодалката (5) на кое е прицврстено глодалото е паралелно со напречниот супорт (2), додека надолжниот супорт (1) свртен во односот на напречниот агол β . Предметот од една страна е прицврстен во стегнувачот или со шилецот од поделбениот апарат (3), а од другата страна е потпрен со шилецот од коњчето (4).

На сл.4.24 е прикажана кинематичката шема на универзалниот поделбен апарат за усогласување на помошните движења на предметот и неговата врска со завојното вретено од работната маса при изработката на завојните жлебови со глодање.

Од завојното вретено (1) на работната маса преку запчениците $z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_7$ и z_8 , вртливото движење се предава на поделбената плоча (2), а од неа преку осигурувачот (3) на рачката (4). Со свртување на рачката (4) ова кружно движење понатаму се пренесува на запчениците z_9 и z_{10} , полжавот (5) и полжавестото коло (6), кое е прицврстено на вретеното од поделбениот апарат заедно со предметот. Така се остварува зависност меѓу надолжното и кружното движење на обработуваниот предмет.

Ако чекорот на завојниот жлеб го обележиме со H , а чекорот на завојното вретено со s , за да се помести предметот за чекор H , вретеното од работната маса треба да се сврти за:

h .

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Обработуваниот предмет треба при тоа да се сврти само за еден обрт. Оваа зависност се постигнува со изменливата група на запченици Z_1, Z_2, Z_3 и Z_4 , бидејќи сите други запченици имаа исто броеви на заби, односно:

$$Z_5 = Z_6; \quad Z_7 = Z_8; \quad Z_9 = Z_{10}$$

Ако преносниот фактор на изменливите запченици Z_1 до Z_4 го обележиме со k_1 , а преносниот фактор на полжавестиот преносник од поделбениот апарат k_2 , може да се напише основната равенката:

$$h \quad .$$

од која може да се определи преносниот фактор на изменливите запченици:

Бидејќи $\frac{z_1 z_2 z_3 z_4}{z_5 z_6 z_7 z_8 z_9 z_{10}}$.

следува:

Од друга страна имаме:

$$\frac{z_1 z_2 z_3 z_4}{z_5 z_6 z_7 z_8 z_9 z_{10}}$$

со што се добива крајна равенка за пресметка на бројот на забите на изменлива група запченици:

$$\frac{z_1 z_2 z_3 z_4}{z_5 z_6 z_7 z_8 z_9 z_{10}} = \frac{z_1 z_2 z_3 z_4}{z_5 z_6 z_7 z_8 z_9 z_{10}}$$

Аголот на свртувањето (β) на работната маса се определува од сл.4.21, од која се гледа дека:

$$t \quad .$$

Последен елемент што треба да се определи при изработка на завојните жлебови со глодање е бројот на обртите (x) на рачката од поделбениот апарат. Доколку се бара не еден туку (z) завојни жлебови, бројот на обртите на рачката се определува од познатата равенка:

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

каде што е $k = 40, 60$ или 80 , а z е дадениот број на жлебови што треба да се изработат.

Определувањето на горните елементи ќе биде уште појасно ако решиме неколку примери.

Пример бр.1: Да се изработи цилиндрично глодало со завојни заби, чиј дијаметар е $D = 60 [mm]$, а $z = 9$ забии. Ако завојницата на завојното вретено од работната маса помест h да се определат броевите на забите на изменливите запченици z_1, z_2, z_3 и z_4 , аголот на свртувањето на масата (β) и бројот на обртите на рачката од поделбениот апарат во кој е вграден полжавест преносник со преносен фактор $k = 40$.

Решение: Од равенката за k_1 се определуваат прво броевите на забите на запчениците z_1, z_2, z_3 и z_4 : Ќ

$$\frac{z_1 + z_2}{z_3 + z_4} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{p_3}{p_4}$$

Ако извршиме проверка дали е исполнет условот

$$z_1 + z_2 > z_3 \quad \text{и} \quad z_3 + z_4 > z_2$$

односно:

$$50 + 60 > 80 \quad \text{и} \quad 80 + 60 > 60$$

следи заклучокот дека условот е исполнет и дека пресметаните заби одговараат. Тоа значи дека бараниот пренос може да се оствари со запчениците

$$z_1 = 50; \quad z_2 = 60; \quad z_3 = 80 \quad \text{и} \quad z_4 = 60.$$

Забелешка: При определувањето на броевите на забите треба да се настојува тие да се совпаѓаат со оние на броевите што ги имаат запчениците од определена гарнитура на изменливи запченици, а кои ги даваат самите производители заедно со поделбениот апарат. За илустрација ќе додадеме една гарнитура од 13 запченици со следните броеви на забите:

$$25, 30, 35, 40, 50, 55, 60, 70, 80, 85, 90 \quad \text{и} \quad 100;$$

или гарнитура од 16 запченици со:

$$20, 24, 25, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 56, 64, 72, 80, 86, 96, 100 \quad \text{заби.}$$

Аголот на свртувањето на работната маса се определува од:

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

$$h_{\text{п}} = \frac{D}{z} \cdot \sin \beta$$

Со оваа вредност од таблицата се определува $\beta = 39^\circ 30'$.

Бројот на обртите на рачката од поделбениот апарат ќе изнесува:

$$n_{\text{п}} = \frac{z}{z_1} \cdot n_1$$

Со други зборови, по изработката на првиот заб од глодалото рачката од поделбениот апарат треба да се сврти за 4 цели обрти и уште 8 дупки по кругот на кој има 18 дупки.

Пример бр.2: Да се изработи развртка со завојни заби ако се познати следниве вредности: дијаметарот $D = 80 [mm]$ бројот на забите $z = 11$, чекорот на завојницата на развртката $H = 280 [mm]$, чекорот на завојницата на завојното вретено на масата $s = 7 [mm]$ и преносниот фактор на полжавестиот преносник $k=40$. Да се определат сите потребни елементи (k_1 , β и χ) за изработка на оваа развртка.

$$k_1 = \frac{D}{s} = \frac{80}{7} \approx 11.43$$

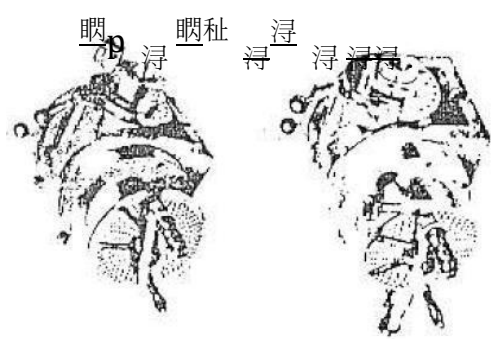
проверка $70 + 40 > 40$ и $40 + 70 > 40$

$$t = \frac{H}{z} = \frac{280}{11} \approx 25.45$$

$$p = \frac{H}{z} \cdot \sin \beta$$

Од таблицата се наоѓа $\beta = 41^\circ 54'$.

Бројот на обртите на рачката од поделбениот апарат, изнесува:



Сл.4.25: Универзален поделбен апарат за диференцијално делење (изглед).

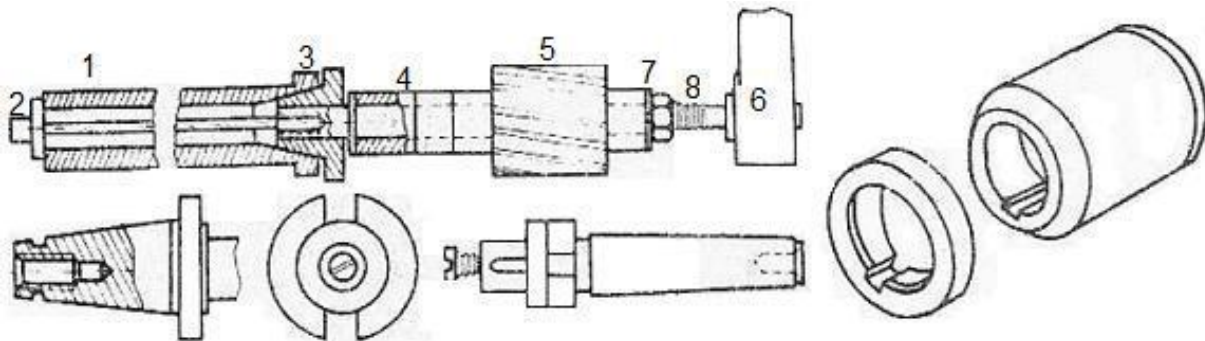
Значи, рачката треба да се сврти за 3 цели обрти и уште 21 дупка по кругот од поделбената плоча кој има 33 дупки.

На сл.4.25 е даден изгледот на универзален поделбен апарат за диференцијално делење, производ на фирмата „Вортан“ од СР Германија.

4.12 ПРИЦВРСТУВАЊЕ НА РАБОТНИОТ АЛАТ И ПРЕДМЕТ КАЈ ГЛОДАЛКИТЕ

Со обликот и положбата на глодалото во основа е определена и формата на обработуваната површина што треба да ја добиеме. Поради тоа, една од значајните работи на работникот при глодањето е изборот на соодветен алат и правилно прицврстување на алатот и работниот предмет.

За прицврстување на глодалата со главното работно вретено на глодалката се користат специјални стегачки алати.



Сл.4.26: Стегачки алати за прицврстување на глодалото.

На сликата погоре лево прикажан е трнот (3) за прицврстување на цилиндрични и дискови глодала (5) со помош на меѓупрстени (4). Конусниот држач на трнот на скицата погоре десно служи за прицврстување на трнот во соодветниот конусен отвор на работното вретено (1) преку затегнување со завртката (2). Другиот крај на трнот служи за прицврстување на челни глодала. За да може на трнот да се регулира положбата на глодалото или глодалата, ако станува збор за слог глодала, меѓупрстените се изработуваат со разни должини.

Дополнителниот противпотпор (1) се поставува кога не е можно глодалото да се прицврстува близу до главното вретено, а големото растојание би предизвикало прекумерно свиткување (правец) на трнот.

Самото прицврстување на глодалата се врши по следниот редослед:

а.) Носачот на противпотпорот се извлекува на потребната должина со помош на челниот клуч, откако претходно ќе се ослободат завртките за фиксирање.

б.) Потоа, се симнува противпотпорот откако и кај него ќе се ослободи завртката за фиксирање.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

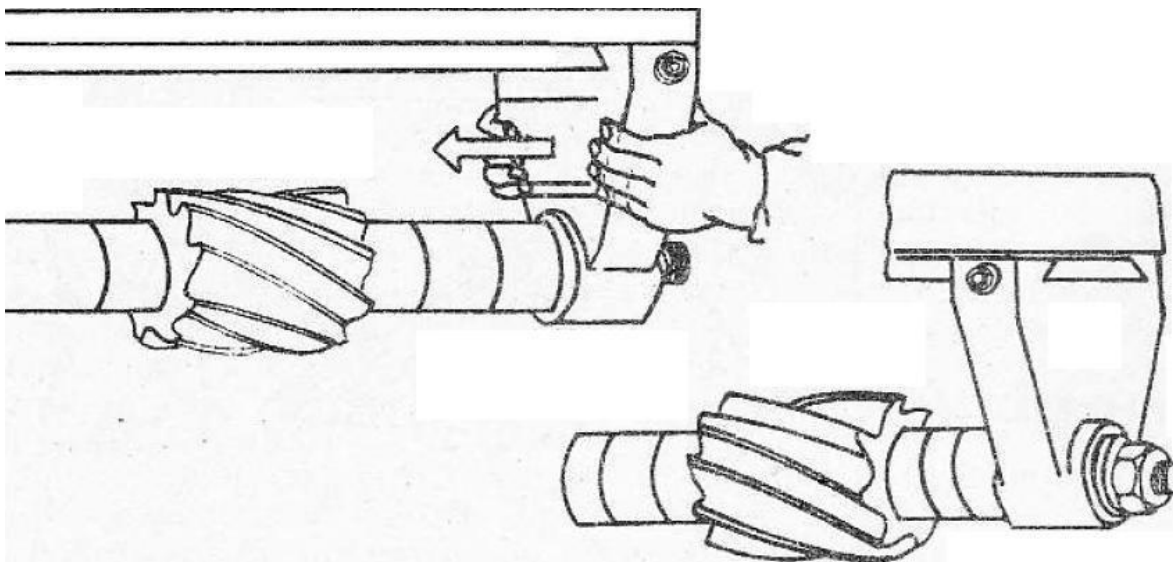
III година - скрипта

в.) Откако претходно добро ќе се исчистат конусните површини на работното вретено и трнот, трнот на глодалото се прицврстува на работното вретено преку завртка. При тоа треба да се внимава конусните површини добро да налегнат.

г.) На трнот се навлекуваат по одреден редослед изработените меѓупрстени и глодалото. Во тој зафат треба да се внимава меѓупрстените да обезбедат глодалото да биде над обработуваната површина на работниот предмет во посакуваната положба и локација. Кај валчестите глодала со коси запци при поставувањето треба да се обезбеди аксијалната сила да дејствува кон преносните механизми, односно кон столбот на глодалката, бидејќи во спротивно неправилно ќе бидат оптоварени лежиштата на работното вретено. По поставувањето на глодалото и другите меѓупрстени со навртката се стега целиот слог од глодала (или само едно глодало) и меѓупрстените. При тоа треба да се внимава навртката да не го покрие ракавецот, што треба да влезе во лежиштето на противпотпорот.

д.) Противпотпорот се поставува така што ракавецот од трнот точно да влезе во неговото лежиште, а потоа со клучот се стега навртката за прицврстување на трнот во противпотпорот.

ѓ.) На крајот се фиксира носачот на противпотпорот со завртка за фиксирање, се подмачкува лежиштето во противпотпорот и се проверува центричноста на глодалото.

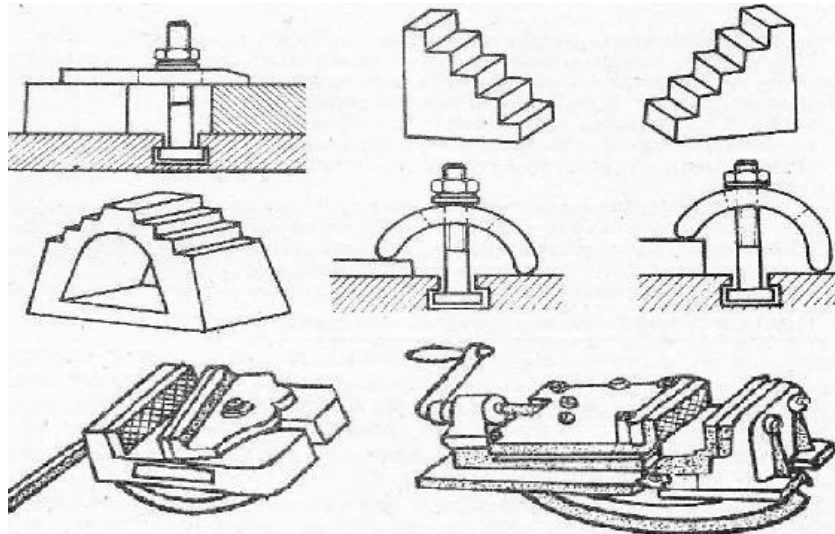


Сл.4.27: Постапка за поставување на противпотпорот.

Зависно од обликот и големината, работниот предмет може да се **стегне** со универзални или специјални машински стегачи или директно на работната платформа со помош на подлошки и држачи (шепи).

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

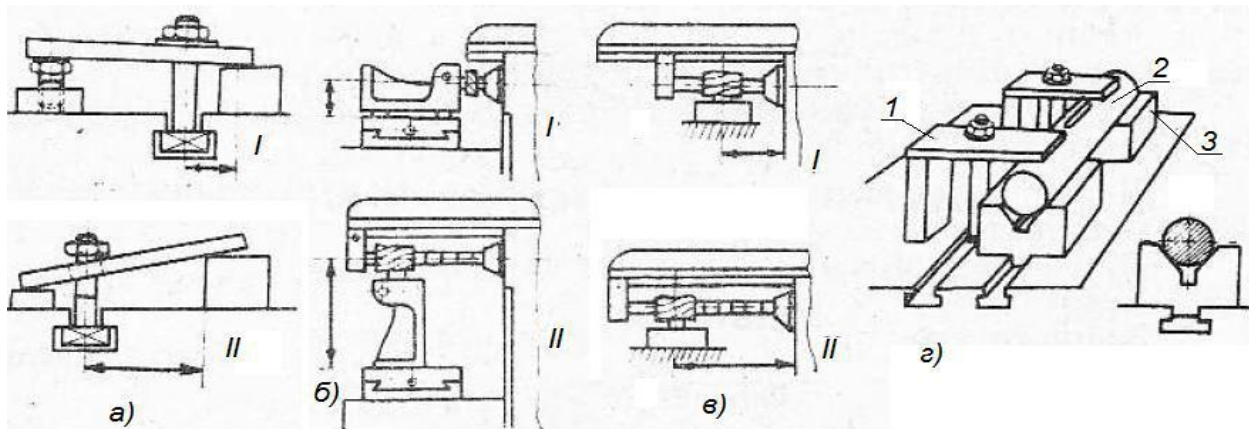


Сл.4.28: Стегачки алат за прицврстување на работниот предмет.

Во современото производство се користат: хидраулични и пневматски стегачи, како и специјални држачи за стегање на работниот предмет.

Работните стегачи, разните подлошки и држачи треба да обезбедат цврсто стегање на предметот во одредена положба. При тоа важни се следните **правила**:

- ✓ Држачите треба правилно да налегнат врз работниот предмет (сл.4.29; а.).
- ✓ Обработуваната површина треба да биде поблиску до работната платформа (сл.4.29; б.), а глодалото исто така поблиску до работното вретено (сл.4.29; в.).
- ✓ Предметите со кружен облик најсигурно се стегаат во призми (сл.4.29; г.).



Сл.4.29: Правила на прицврстување на работниот предмет кај глодалката:
I) правилна изведба; II) неправилна изведба.

4.13 РАБОТНИ ПРАВИЛА И ЗАШТИТА ПРИ РАБОТА НА ГЛОДАЛКА

За **правилна организација на местото на работење** на металоглодачот корисни се следниве препораки:

- ✓ на работното место не смее да се наоѓа ништо непотребно;
- ✓ работното место треба да се одржува чисто;

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

- ✓ секој предмет треба да се чува на едно, точно определено место;
- ✓ полупроизводите и готовите производи не смеат да се натрупуваат на работното место, туку во соодветни сталажи и подвижни колички; и
- ✓ меѓу машините треба да постои слободен прооден простор.

При **првото пристапување** кон глодалката, потребно е внимателно да се проучи нејзината конструкција и функционирањето, како и упатството за нејзино одржување и посложување.

Самото **одржување на глодалките** опфаќа:

- ✓ чистење на сите површини од струганиците и другите нечистотии и предмети по завршувањето на работата и пред секое пуштање на машината;
- ✓ проверка на исправноста на системот за подмачкување и ладење, како и на количеството масло и средства за ладење;
- ✓ на работната платформа не смееат да се ставаат предмети и алати што можат да ја оштетат нејзината работна површина; и
- ✓ посебно внимателно треба да се ракува со делителниот апарат.

Пред да се почне да се работи на глодалката, потребно е:

- ✓ да се провери исправноста на машината, да се провери заземјувањето и да се изврши подмачкување сообразно со упатството на машината;
- ✓ да се запознае работната документација, а потоа да се повери адекватноста на алатот и приборот за работа;
- ✓ да се подготви работното место; и
- ✓ да се провери поставениот режим на работа на машината.

Во текот на работата работникот треба:

- ✓ строго да го следи поставениот режим на работа на глодалката;
- ✓ деловите, алатот и приборот да стави само на нивното место и да ги користи само за нивната намена;
- ✓ резниот и мерниот алат, клучевите и работните предмети не смеат да се остават на работните површини на глодалката;
- ✓ да ја следи сигурноста на прицврстеноста (стегнатоста) на предметот, алатот и приборот;
- ✓ да не врши мерење и отстранување на струганиците додека работи машината;
- ✓ да го следи правилниот довод на течноста за ладење во зоната на режењето; и
- ✓ задолжително да ја исклучи машината кога ја напушта, макар и за кратко време.

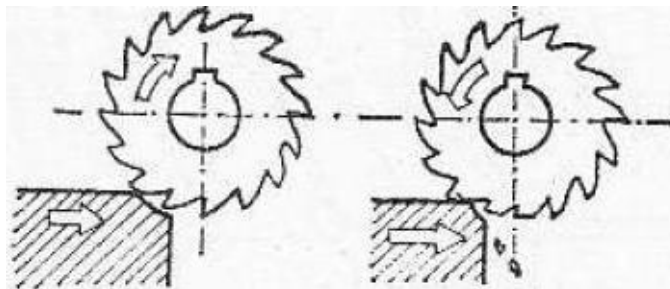
По завршувањето на работата потребно е:

- ✓ да се исклучи машината;
- ✓ да се предадат готовите производи;
- ✓ да се исчисти машината;
- ✓ алатот и приборот да се сложат на нивното место; и

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

- ✓ при работа во две или три смени, на работникот и раководителот од следната смена при предавањето на машината да им се пренесат и евентуалните забелешки за недостатоците во работата на машината.



Сл.4.30: Видови на рамно глодање: *правилно и неправилно глодање.*

За правилно и сигурно **стегање на алатот и работниот предмет** важат следниве правила:

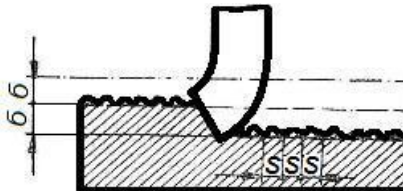
- ✓ глодалото треба да се стегне и врти центрично;
- ✓ насоката навртењето на машината треба да биде усогласена со насоката на режењето за да не дојде до кршење на запците;
- ✓ трнот на глодалото треба да се вкрати од двете страни, и тоа што поблиску до глодалото;
- ✓ при стегањето на глодалото со коси или завојни запци аксијалниот притисок треба да биде спроти лежиштето на главното вретено;
- ✓ резниот алат треба да биде исправен и правилно наострен;
- ✓ стегањето на предметот мора да биде круто и тоа што е можно пониско и поблиску до работната платформа;
- ✓ танките предмети треба да се осигураат против свиткување во текот на работата; и
- ✓ за стегање смеат да се употребат само завртки што одговараат на Т - жлебовите на платформата.

ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ

1. Кое движење го прави алатот, а кое работниот предмет кај глодањето?
2. Објасни како се формира струганицата при глодањето!
3. Наброј неколку различни површини обработени со глодање!
4. Каде се применува хоризонталната глодалка?
5. Објасни ги главните делови и нивната функција кај хоризонталната глодалка (сл.4.13).
6. Каде се применува вертикалната глодалка?
7. Која е разликата помеѓу хоризонталната и универзалната глодалка?
9. Од што зависи брзината на режењето при глодањето?
10. Кои површини ги разликуваме при обработка со глодање?
11. Која е предноста на истонасочното, а која на противнасочното глодање?
12. Какво глодање, според насоката, се применува за танки лимови?
13. Земи примерок од глодало и на него прикажи ги основните елементи: предна и задна површина, резен раб и друго.
14. Со какви се глодала можат да се обработуваат рамни површини?
15. Кои алати се применуваат за прицврстување на глодалото?
16. Прицврсти валчесто глодало на хоризонтална глодалка!
17. Кои стегнувачки алати се применуваат за прицврстување на работниот предмет?
18. Која е основната намена на делителниот апарат?
19. Објасни ги деловите и употребата на простиот поделбен апарат!
20. Каде се применува универзалниот делителен апарат?
21. На што треба да се внимава при работата на работното место на металоглодачот?
22. Што опфаќа одржувањето на глодалките?
23. Што треба да се направи пред почетокот на работата со глодалката?
24. Кои правила важат за правилно и безбедно стегање на алатот и работниот предмет кај глодалките?

5 ОБРАБОТКА СО РЕНДИСУВАЊЕ

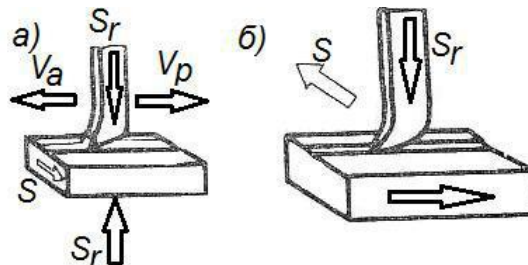
Ножот за рендисување е едносечен алат кој секој работен од симнува струганица со дебелина и ширина. За да се намали абењето на алатот, ножот се враќа во подигната положба. По извршениот повратен од, зависно од типот на рендосувалката, ножот или предметот прават помест (s) за симнување на следната струганица. По извршеното симнување на еден слој на обработуваната површина, работниот предмет или ножот се поместуваат за длабината на режењето.



Сл.5.1: Процес на откинување на струганица при рендисување.

5.1 ОСНОВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ОБРАБОТКАТА СО РЕНДИСУВАЊЕ

Рендисувањето е обработка со симнување на струганици со нож којшто се движи праволиниски. Основна карактеристика на работата на рендисувалките е што при работа, покрај работниот (резен) од (v_a), имаат уште и повратен (празен) од (v_p). Поместот на пробивањето (s_r) може да го прави или алатот или предметот додека меѓусебниот однос на резното движење и поместот може да биде:



Сл.5.2: Меѓусебни односи на резното движење и поместот.

- алатот го врши главното резното движење, а поместот го прави предметот (сл.5.2; а);
- предметот го врши главното резното движење, а алатот го врши поместот (y) (сл.5.2; б);
- алатот го врши и главното резно движење и поместот.

Инаку, според кинематиката на обработката, *рендисувањето не е ништо друго туку стругање на предметот со бесконечно голем дијаметар*. Со други зборови, тоа значи дека праволиниското движење на предметот при рендисување може да се смета како негово кружно движење со бесконечно голем дијаметар.

Поради потребата ножот да се враќа назад по извршеното симнување на една струганица, рендисувањето е неекономично за обработка на куси и широки

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

предмети, додека за тесни и долги предмети е погодно. За обработка на куси и широки површини поекономично е глодањето.

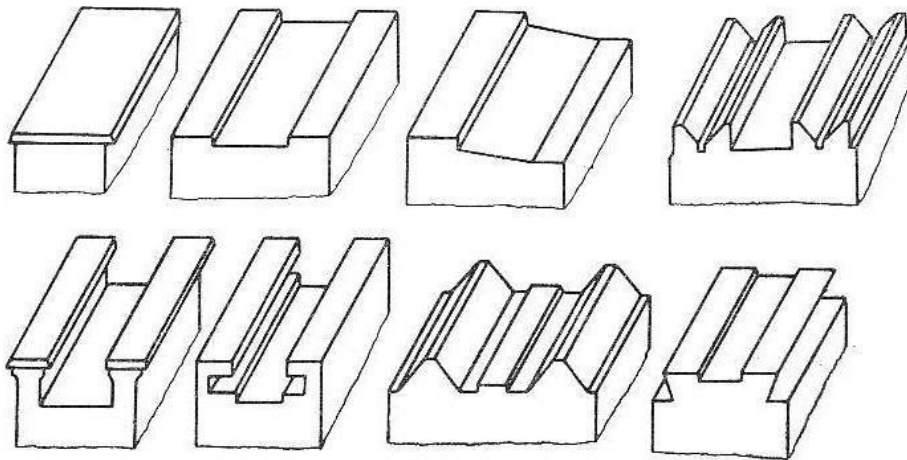
Работен од, при рендисувањето го викаме оној во кој, при движењето на алатот и предметот, се симнува струганица со определена длабочина.

Ако при движењето на алатот или предметот, се симнува струганица, таквиот од го викаме неработен или повратен од.

Во практика, обработката со рендисување е најчеста операција за сите оние површини што можат да се добијат со праволиниско работно движење: рамни површини, жлебови и слично.

Со рендисување може да се обработуваат, главно, рамни површини и жлебови, профилни површини и запченици. Нивната обработка со рендисување ќе биде економична само ако имате поединечно или малосериско производство. За големосериско и масовно производство поекономична е обработката со глодање, бидејќи производноста на глодалките во однос на рендисувалките е значително поголема.

Во однос на другите видови на машинска обработка со симнување на струганица (главно во однос на глодалките), рендисувалките и рендисувањето ги имаат следните својства.



Сл.5.3: Основни форми на обработуваните површини со рендисување.

а) Предности:

- ✓ обработката е едноставна бидејќи се употребува релативно едноставен резен алат;
- ✓ со примена на стандардни ножеви можат да се обработуваат точни и сложени површини, за разлика од глодањето каде што се потребни специјални глодала;
- ✓ чинењето на резниот алат, сведен за една минута при обработка на рамни површини е и до 5 пати помало, а при обработка на жлебови до

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

два пати помало во споредба со чинењето на резниот алат при глодањето;

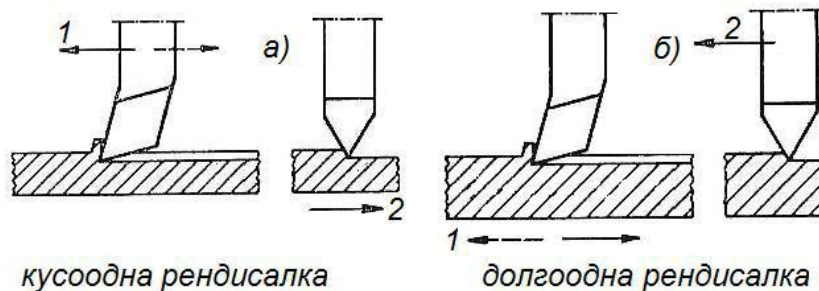
- ✓ подготвителното време на машината е покусо;
- ✓ машините се едноставни, прегледни и сразмерно прости за послужување и др.

б) Недостатоци:

- ✓ искористувањето на машината не е потполно, бидејќи секој работен од има и празен (јалов) од;
- ✓ економичноста при сериско производство е мала, бидејќи се работи само со еден нож, кој заради тоа и побрзо се троши во однос на глодалката;
- ✓ голема потрошувачка на енергија за забрзување и запирање на секој од;
- ✓ појава на тресење при запирање на работниот од кога се работи со големи брзини.

Обработката со рендисување, во зависност од тоа кој го изведува работното праволиниско движење (алатот или предметот), може да биде на:

- ✓ кусоодна рендисалка; и
- ✓ долгоодна рендисалка.



Сл.5.4: Движења кај обработката со рендисување: а) кусоодна; и б) долгоодна.

Кај првиот вид обработка со рендисување, работното праволиниско движење (1) го изведува алатот (сл.5.4; а), а помошното периодично праволиниско движење (2) го изведува предметот. Кај вториот вид обработка (сл.5.4; б) предметот го изведува работното праволиниско движење (1), а алатот - помошното периодично праволиниско движење (2). Помошните периодични праволиниски движења и во двата случаја се изведуваат по завршувањето на повратниот, а пред почетокот на работниот од. Овие движења се напречни а ги викаме помести, односно чекори.

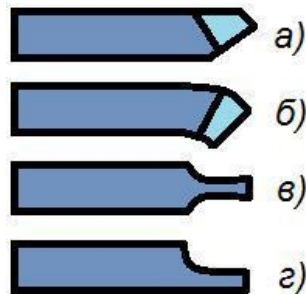
5.2 РЕЗАЧКИ АЛАТ ЗА РЕНДИСУВАЊЕ

Ножевите за рендисалка, во основа имаат ист облик со стругарските ножеви, само што, поради посебната намена, овие ножеви најчесто се поголеми и потешки. Ножевите за рендисалка се изработуваат, исто така, од различни материјали, зависно од материјалот на обработуваниот предмет и резната брзина.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

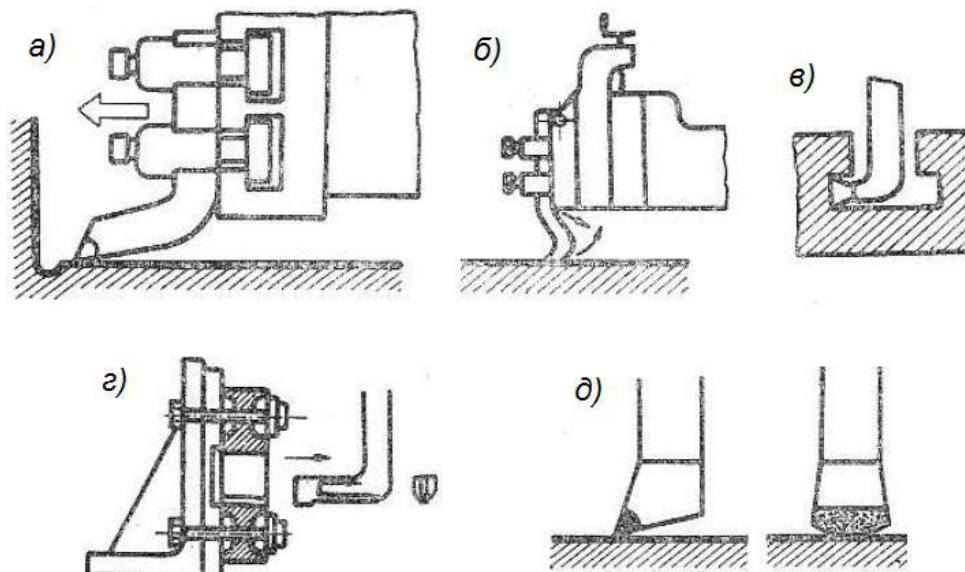
III година - скрипта

За обработка на рамни површини и површини со пристапен излез за алатот, а составени од комбинации на рамни површини се користат ножевите прикажани на сл.5.5.



Сл.5.5: Обични ножеви за рендисување: а) прав десен нож; б) свиткан десен нож; в) симетричен нож; и г) десен челен нож.

Покрај овие ножеви за обработка на посебни површини и површини со посебен квалитет се применуваат ножеви со посебен облик на дршката и сечилото (сл.5.6).



Сл.5.6: Ножеви за рендисување со посебен облик: а) свиткан; б) кукест (еластичен); в) нож за изработка на жлеб; г) нож за изработка на жлеб; и д) нож со широко сечило.

За обработка на непристапни места за излез на ножот, се користи свитканиот нож (сл.5.6; а). При поголеми длабини на режењето овој и обичниот нож можат да се закопаат во материјалот. За да не дојде до тоа, може да се примени „еластичниот нож“ (сл.5.6; б), кој при зафаќање формираната струганица се завртува наназад, а со тоа се подигнува. Ножевите претставени на сл.5.6 в и сл.5.6 г се користат за изработка на жлебови. Ножот со широко сечило (сл.5.6; д) се користи за фина обработка. особено при обработка на сив лив.

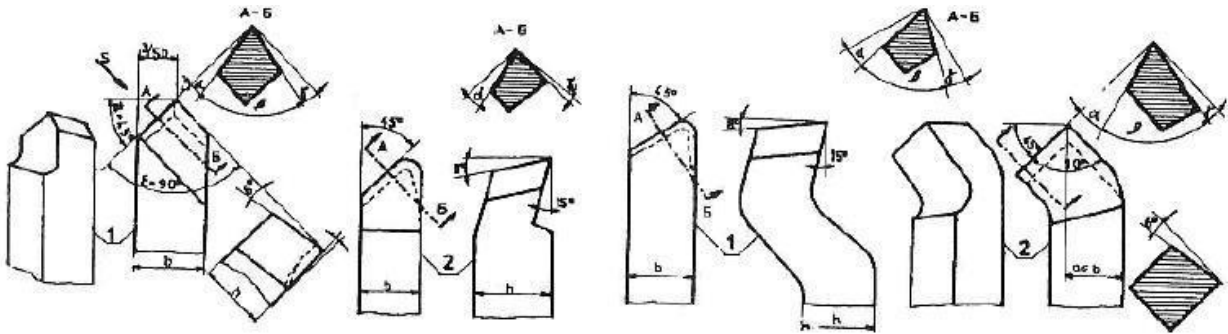
Покрај овие ножеви, при рендисувањето можат да се користат и ножеви со разни профилирани сечила.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Ножевите кај рендисувалката, слично како кај стругот, треба да се стегаат со што покус слободен крак за да се избегне тресењето при работата и појавата на бразди на обработената површина.

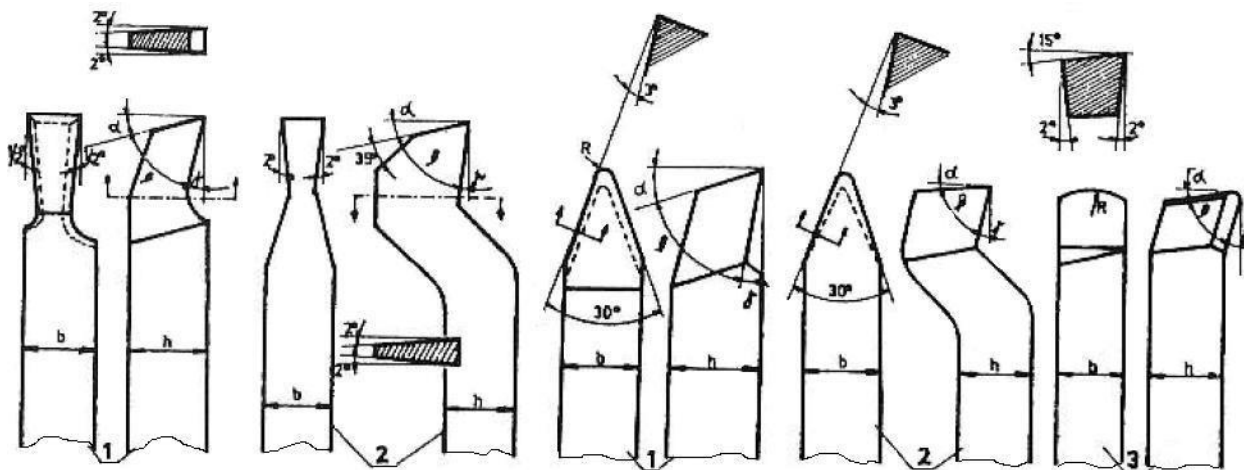
Формата на ножот и геометријата на сечилото зависат од видот на обработката. Ножевите се изработуваат од брзорезен челик или со намалена плочка од тврд материјал. На сл.5.7 се прикажани ножеви за груба обработка на рамни површини (прави: 1; 2; и 3; и свиткани: 4). Напречниот пресек на ножевите се движи од $16 \times 20 \div 40 \times 60$ [mm], а должината од $200 \div 400$ [mm].



Сл.5.7: Ножеви за груба обработка.

На сликата подолу прикажани се ножеви за изработка на профилни површини, канали како и ножеви за завршна обработка.

Делот што треба да се обработува со рендисување се поставува во соодветни стегнувачи кои се прицврстуваат на работната маса на рендисувалката.



Сл.5.8: Ножеви за профили, канали и завршна обработка.

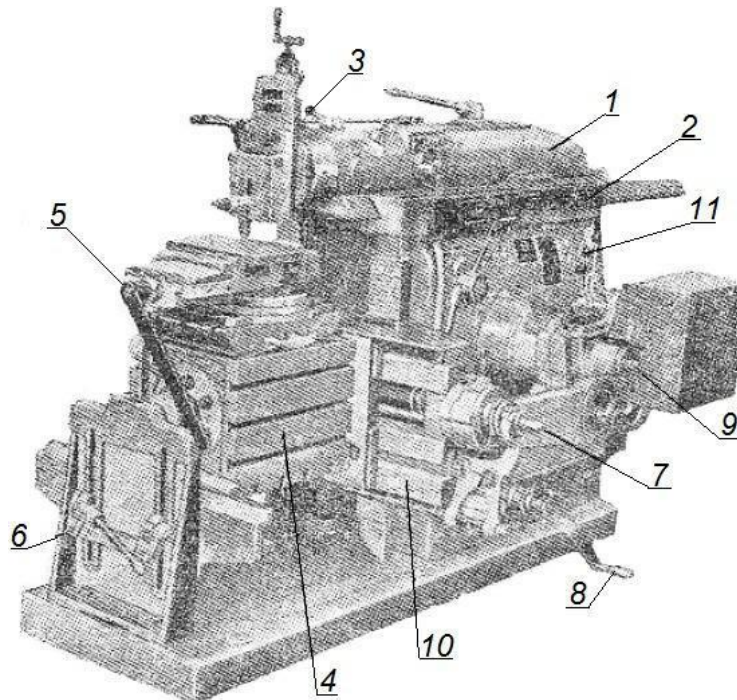
Машински стегач кој се употребува за стегнување на деловите при нивната обработка на краткоодна рендосувалка. Неговите главни делови се: неподвижен и подвижен дел; основна плоча; завојно вретено и четириаголен завршеток на завојното вретено на кој се поставува насадниот клуч (рачка).

5.3 ВИДОВИ НА РЕНДИСУВАЛКИ

Зависно од големината и правецот на работниот од, како и од намената, рендисувалките можат да бидат: долгоодни и краткоодни, чие што работно движење е хоризонтално, потоа вертикални рендисувалки или длабалки и специјални рендисувалки - рендисувалки за изработка на запченици.

5.3.1 КРАТКООДНИ РЕНДИСУВАЛКИ

За обработка на мали и кратки предмети (предмети долги од $600 \div 800$ [mm]) се употребува краткоодна рендисувалка. Кај оваа рендисувалка (сл.5.9) главното, резно движење го прави предметот, односно работната платформа врз која се прицврстува обработуваниот предмет.



Сл.5.9: Делови на краткоодна рендисувалка.

Краткоодната рендисувалка ги има следните делови (сл.5.9):

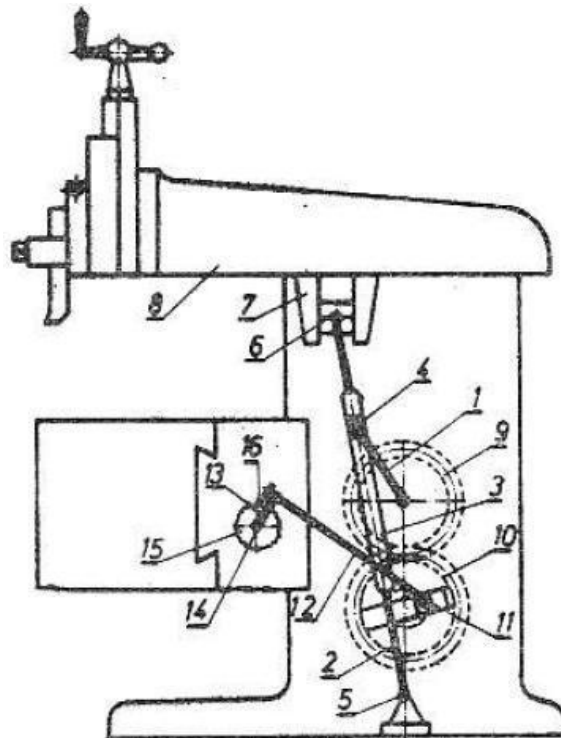
- 1) *Санка*, која е доста долга и лесно може да го поднесе притисокот што се јавува врз ножот за време на обработката.
- 2) *Водилка на моќта*, која има призматичен облик и со својата должина обезбедува сигурно водење на санката. Водилката се подмачкува автоматски.
- 3) *Вертикален супорт* (носач на алатот) кружно подвижен за 360° .
- 4) *Работна маса* врз која се прицврстува работниот предмет.
- 5) Кружно подвижен *машински стегач* за стегање на помали работни предмети (поголемите работни предмети се стегаат директно на работната маса).
- 6) *Потпирач на работната маса* кој преку двете кулиси овозможува сигурно прицврстување на работната маса во која и да било висинска положба.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

- 7) Вретено за хоризонталниот помест на работната маса. Овој помест може да биде рачен и автоматски.
- 8) Рачка за вертикалниот помест на работната маса (рачка за резната длабина при рендисувањето). Овој помест е само рачен.
- 9) Уред за регулирање на должината на одот на лизгачот.
- 10) Напречен носач со водилка на работната маса.
- 11) Рачки за регулирање на брзината. Со овие три рачки може да се добијат 12 брзини на лизгачот од $10 \div 12$ одови во минута.

На сл.5.10 е прикажана шема на краткоодна рендисувалка, на која може да се видат деловите на преносниот механизам и начинот на остварување на главното резно движење (движење на хоризонталниот помест).



Сл.5.10: Шема на краткоодна рендисувалка.

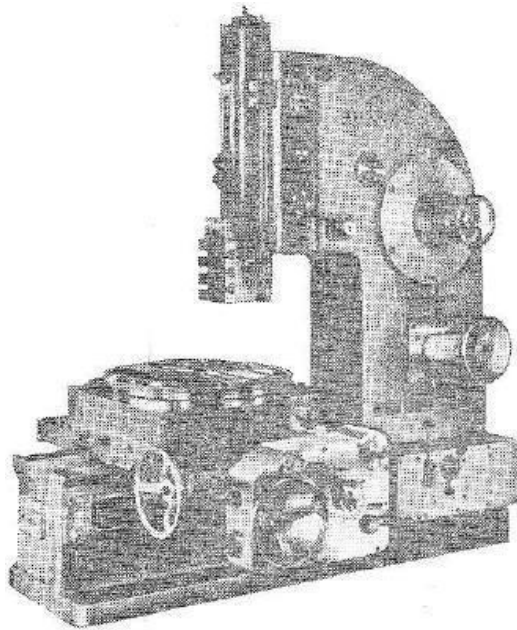
Главното (резно) движење се добива на следниов начин: главното погонско вратило го пренесува движењето од електромоторот до кружниот ексцентарски лост (1), кој преку лизгачот (кулисниот камен) (4) е во подвижен склоп со кулисата (3) на нишалото (2) кое, пак, осцилира околу неподвижната точка (оскичка) (5). Со кружно движење на ексцентарскиот лост (1) нишалото (2) осцилира околу точката (5) за одреден агол преку лизгачот (6) поставен во водилките (7) го движи лизгачот со носачот на алатот (8) напред и назад. Должината на работниот од се регулира на дискот на ексцентарскиот лост (1): со помош на навојното вретено на уредот за регулирање на одот се намалува или зголемува ексцентричноста (или должината на ексцентарскиот лост) и со тоа се намалува или се зголемува должината на одот.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Напречното поместување на работната маса (хоризонтален помест на работниот предмет) се регулира и остварува на следниов начин: движењето на главното работно вретено преку запчениците (9) и (10) се предава лизгачот (11) во жлебот на запченикот (10) се одредува дали преку движењето на лосотвите (12) и (13) и запиралката (16) запченикот (15) ќе се сврти за еден или повеќе запци и на тој начин ќе го изврши потребниот помест. Поместот се врши откако алатот ќе го изврши помошниот јалов, празен од и ќе дојде до крајната задна положба.

За обработка на предмети со остри премини на контурите и за обработка на непристапни, вертикални или коси внатрешни и надворешни површини се употребува *вертикална рендисувалка* (сл.5.11).



Сл.5.11: Вертикална краткоодна рендисувалка.

Овие машини се прости за послужување и овозможуваат користење на евтини алати. Ножот кај овие рендисувалки го прави работниот од и тоа одозгора надолу. Важно за овие рендисувалки е тоа што кај нив може да се регулира одот на многу мала големина, што е посебно вачно при обработката на жлебови на непристапни места.

5.3.2 ДОЛГООДНИ РЕНДИСУВАЛКИ

Долгоодните рендисувалки или рендисувалки за надолжно рендисување имаат долга работна маса на која се прицврстува работниот предмет кој заедно со работната маса се движи напред и назад правејќи го главното резно движење.

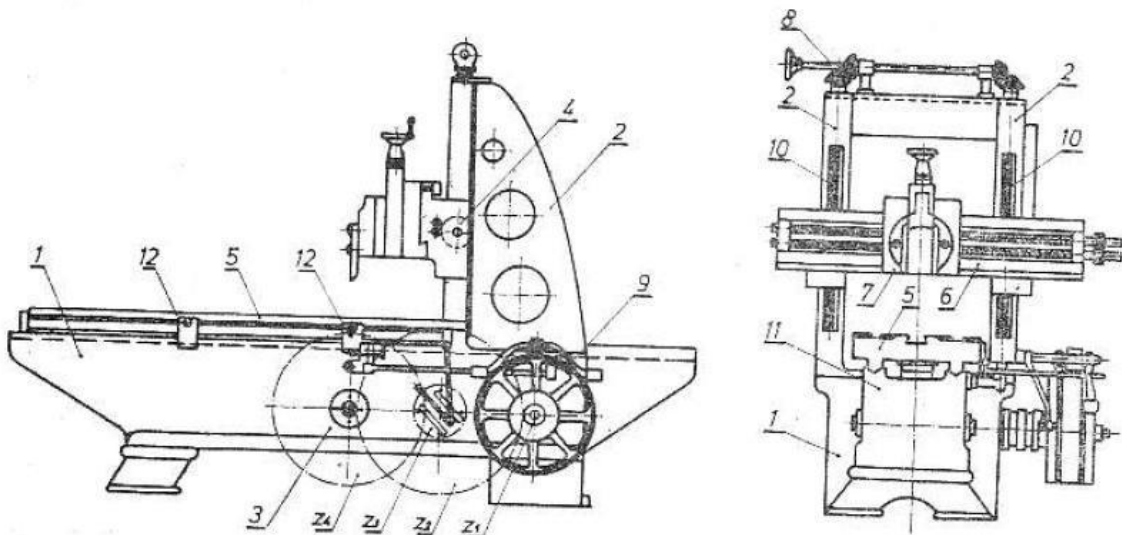
Носачот на алатот може да се прицврсти на еден или два вертикални столба, па според тоа постојат и два главни типа долгоодни рендисувалки:

- ✓ долгоодни рендисувалки со еден вертикален столб; и
- ✓ долгоодни рендисувалки со два вертикални столба.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Главни делови на долгоодната рендисувалка се (сл.5.12): основата (1) од која продолжуваат двата вертикални столба (2), пренесувачот на главното работно движење (3), пренесувачот на помошното движење (4) и работната маса (5). Напречниот носач на алатот (траверзата) (6) преку навојните вретена (10) се движи горе-долу, а по него лево и десно се движи носачот на алатот (супортот) (7) правејќи го хоризонталниот помест (помошното движење). Погонот на оваа рендисувалка добиен од ременицата (9) преку чифтовите заплченици Z_1 и Z_2 како и Z_3 и Z_4 , се предава до назабената летва која ја движи работната маса (5) по санките (11). Должината на одот на работната маса се регулира преку граничните (12). Носачот на алатот (7) го прави хоризонталниот помест преку навојното вретено и механизмот на помошното движење (4), кој добива движење од главното работно вретено.



Сл.5.12: Главни делови на долгоодна рендисувалка.

Главните делови и принципи на работа на долгоодните рендисувалки со еден столб се исти кај рендисувалките со два вертикални столба, со тоа што носачот на алатот и траверзата се поставени конзолно на еден столб наместо на два, а работниот предмет со работната маса при работата минуваат покрај столбот.

5.4 РЕЖИМ НА ОБРАБОТКА ПРИ РЕНДИСУВАЊЕ (РЕЗАЧКА БРЗИНА)

Брзината на обработката на рендисувалката (v_a) е релативно мала во однос на другите алатни машини, поради потребата при секој од да се запира главното движење.

Кај нормалните долгоодни рендисувалки резната брзина изнесува $8 \div 22$ [m/min], а за повратниот од: (v_p) $24 \div 30$ [m/min]. Кај машините со специјален уред за забрзување и забавување резната брзина може да изнесува $40 \div 60$ [m/min].

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Кај краткоодните рендисувалки резната брзина изнесува $6 \div 20 \text{ [m/min]}$ додека кај некои современи конструкции на овие рендисувалки таа се движи и до $30 \div 40 \text{ [m/min]}$, а ако има хидрауличен погон, и до 45 [m/min] .

Бидејќи брзината е различна, не само за резното и повратното движење, туку и во текот на едно движење, за пресметка на главното движење се зема предвид средната брзина (v_s). Според тоа времето за симнување на една струганица ќе биде:

Ако предметот е широк B , за еден премин ќе се направат X струганици, па главното време за обработка на рамната површина ќе биде:

$$[\quad]$$

каде што е:

- t
- t
- $l \text{ [m]}$ - должина на обработуваната површина;
- $B \text{ [m]}$ - ширина на обработуваната површина;
- $v_s \text{ [m/min]}$ - средна брзина на рендисување;
- $s \text{ [m/od]}$ - помест;
- i - број на премини.

Ако од брзината се пресмета бројот на одовите во минута, главното работно време за обработка ќе се пресметува според формулата:

- каде што :
- t_{h} [min]
 - $B \text{ [m]}$ - ширина на обработуваната површина;
 - $n \text{ [od/min]}$ - број на двојни одови;
 - $s \text{ [m/od]}$ - помест;
 - i - број на премини при обработката.

Поместот s кај рендисувањето претставува мерка за која работниот предмет или ножот бочно се поместуваат за еден двоен (работен и повратен) од. Поради тоа поместот се изразува во милиметри по еден работен од и се врши периодично.

Длабочината на режењето се остварува со поместување на носачот на ножот или со поместување на работната платформа врз која е прицврстен работниот предмет.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Големината на поместот и резната длабина зависат од видот на обработката, односно од потребниот квалитет на обработуваната површина.

Така на пример, зависно од потребниот квалитет, поместите се движат во следниве граници:

- за грубо рендисување: $2 \div 5$ [mm]; и
- за фино рендисување: $1 \div 2$ [mm].

Општи ориентации за добивање одреден квалитет на обработката на рендисувалка се следниве:

а) за *груба обработка*: мала резна брзина, голем помест и голема резна длабина; и

б) за *фина обработка*: голема резна брзина, мал помест и мала резна длабина.

5.5 ДЛАБОЧИНА НА РЕЖЕЊЕ И ОТПОРИ ПРИ РЕНДИСУВАЊЕТО

Длабочината на режењето претставува разлика меѓу површината која се обработува и површината обработена со едно поминување на алатот. Се обележува со **б**, а се мери во милиметри [mm]. Мерењето на длабочината секогаш се врши нормално на рамнината на режењето. Се пресметува во зависност од видот на обработката и формата на главното движење:

p []

Напречниот пресек на струганицата има различни форми кои зависат од длабочината на режењето и положбата на алатот.

Напречниот пресек на струганицата се пресметува според изразот:

каде што е:

- б - длабочина на режењето;
- s - поместување [mm];
- a - ширина [mm]; и
- b - должина [mm].

Резачките отпори при рендисувањето зависат од истите елементи и се определуваат по истите изрази како и резачките отпори при обработката на струг.

При режењето односно при формирањето на струганицата, се јавуваат отпори кои ножот при движењето мора да ги совлада. Вкупниот отпор кој се противи на навлегувањето на алатот, се разложува на компоненти на отпорот, при режењето, каде што е:

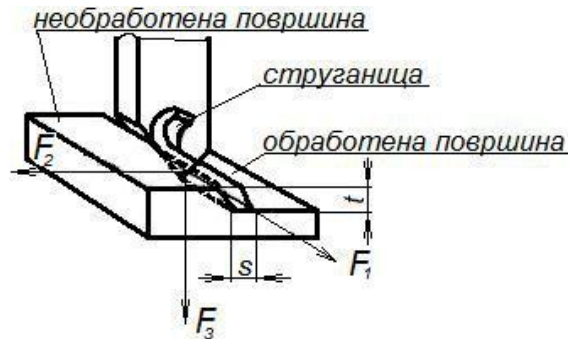
- F₁ - главен отпор на режењето;
- F₂ - отпор на навлегувањето на алатот; и

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

F_3 - отпор на помошното движење.

Односот на силите на отпорот е: $F_1 : F_2 : F_3 = 5 : 2 : 1$, па поради тоа силата F_1 и ја нарекуваме главен отпор на режењето. Главниот отпор на режењето е зависен право пропорционално од напречниот пресек на струганицата и јакоста на материјалот кој се обработува.



Сл.5.13: Главни отпори на режењето кај обработката со рендисување.

5.6 РАБОТНИ ПРАВИЛА И ХТЗ

Работниот предмет кај рендисувалката се стега во машински стегач или директно на работната платформа, зависно од неговиот облик и димензии, слично како кај глодалките.

Подготовката на рендисувалката за работа опфаќа:

1. Избор, острење и прицврстување на ножот, зависно од обликот на работниот предмет и слободната должина на кракот на ножот треба да биде што помала.
2. Правилно и сигурно стегање на работниот предмет. При стегање на поголеми предмети треба да се води сметка стегачките алати да не му пречат на ножот. За стегањето на предметот важат истите работни правила изнесени за стегањето на предметот при глодањето.
3. Зависно од должината на предметот, се нагдува положбата на одот и тоа така што ножот напред да преминува 5 [mm], а назад 10 [mm].
4. Според дадениот или одредениот режим на обработката се нагдува брзината брзината на рендисувањето и големината на поместот (ако тој не се врши рачно).
5. Пред пуштањето во работа треба да се провери големината на длабината на рендисувањето. Поголема длабина (t) може да доведе до кршење на алатот, завртување или отскокнување на работниот предмет, а со тоа и до повреди.

Во текот на работата работникот не смее да стои пред рендисувалката, туку покрај неа.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

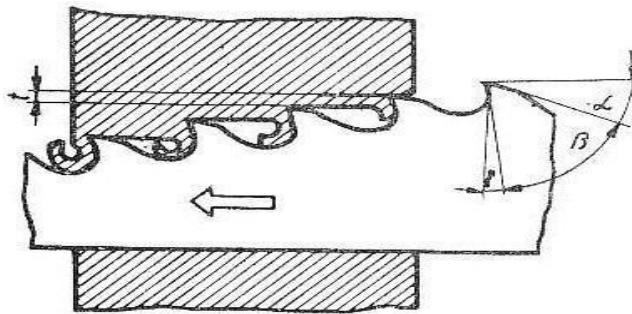
ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ

1. Објасни ја разликата помеѓу процесот на рендисување и процесот на глодање!
2. Во што е битна разликата помеѓу краткоодната и долгоодната рендисувалка?
3. За кои видови обработка е економично рендисувањето?
4. Зошто ножот на сл.5.6-а е свиткан нанапред, а ножот на сл.5.6-б наназад?
5. Зошто при рендисувањето не можат да се користат големи брзини на режење?
6. За кои обработки е попогодна долгоодната, а кои хоризонталната, а за кои краткоодната вертикална рендисувалка?
7. Наведи што опфаќа подготовката на рендисувалката за работа!
8. Наведи на што треба да се внимава при стегањето на работниот предмет, а на што при стегањето на алатот.

6 ОБРАБОТКА СО ПРОВЛЕКУВАЊЕ

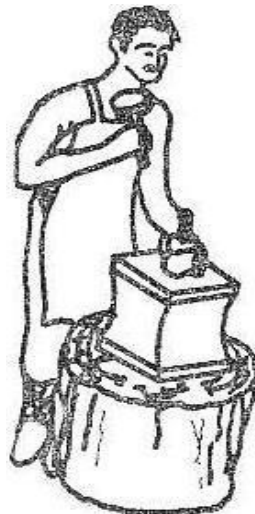
6.1 КАРАКТЕРИСТИКИ НА ОБРАБОТКАТА СО ПРОВЛЕКУВАЊЕ

Прецизната изработка на разни отвори, посебно со сложен облик, со турпијање или рендисување, е скапа, а и тешко се постигнува потребната точност и квалитет на обработената површина. За да се надмине тоа ограничување на турпијањето и рендисувањето, се развила посебна обработка со симнување на струганици - *провлекување*. Таа се состои во провлекување на повеќесечен алат, провлекувач, низ отворот на предметот што се обработува (сл.6.1). При оваа обработка нема посебно движење за помест, бидејќи со самото движење на алатот (главното работно движење) се обезбедува помест за секој забец на алатот. На сл.6.1 е прикажано провлекување на жлебовите со еднострано назабен провлекувач: едната страна (неназабената) служи за водење на провлекувачот, а бидејќи секој следен забец е повисок од претходниот за радијалниот помест, назабената страна сама го обезбедува напречниот помест на режењето. Во поглед на обликот и овие запци во основа имаат клинест облик и основни агли на режењето.



Сл.6.1: Принцип на работа со провлекување.

Едноставното провлекување, главно *рачно* (сл.6.2), било познато уште во средниот век, така што го спомнува и Леонардо да Винчи (1452-1519).

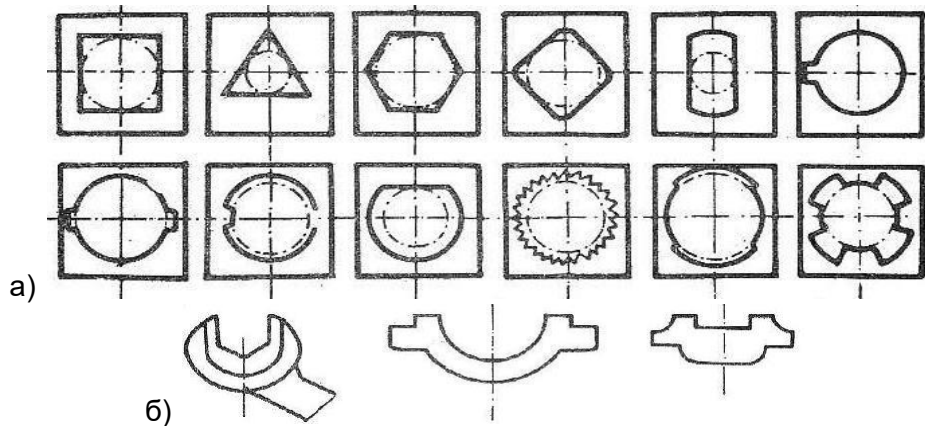


Сл.6.2: Постапка на рачно провлекување.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Денес провлекувањето широко се применува, како за внатрешно провлекување (сл.б.3: а), така и за надворешно провлекување (сл.б.3: б) на разни правилни и неправилни облици. Бидејќи алатите за провлекување се скапи, провлекувањето е економично само за високосериското и масовното производство. Еден провлекувач може да издржи обработка на $15000 \div 20000$ парчиња.



Сл.б.3: Облици на провлекувани површини.

Ако сакаме на некој отвор или на некоја надворешна површина да изработиме профил со определена форма, ќе примениме посебен вид на обработка со алат кој има поголем број на сечила и кој се движи праволиниски во правецот на сопствената оска. Ваквата обработка, која во најкучо време ја дава формата на бараниот профил и тоа со голема точност и квалитет на обработените површини, ја нарекуваме провлекување.

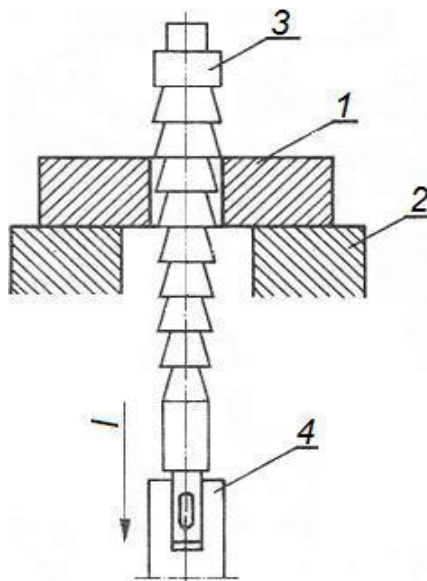
Според кинематиката на алатот, оваа обработка е слична со обработката со рендисување, со таа разлика што поради повеќесечноста на алатот, при провлекувањето едновремено симнуваат струганица не едно туку повеќе сечила. Оваа сличност меѓу рендисувањето и провлекувањето овозможува полесно да ги разбереме различните влијателни фактори на обработката со провлекување и процесот на режење што се јавува кај неа.

Принципот на обработката со провлекување е прикажан на сл.б.4. Предметот (1) во чиј отвор сакаме да изработиме некој профил е прицврстен на работната маса (2) на машината. Низ претходно издупчениот отвор на предметот (1) се провлекува оној дел на алатот за провлекување (ненарежениот дел 3), со кој истиот се прицврстува на стегнувачот (4) од машината. Провлекувањето се врши со вклучување на механизмот кој на алатот му го дава работното праволиниско движење. Како резултат на ова движење сечилата од алатот вршат постепено режење на материјалот, кое трае се додека и последното сечило не помине низ обработуваниот предмет.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Бидејќи последното сечило од алатот ја дава крајната форма на бараниот профил, со неговото поминување е завршена обработката на предметот, кој потоа се симнува од машината.

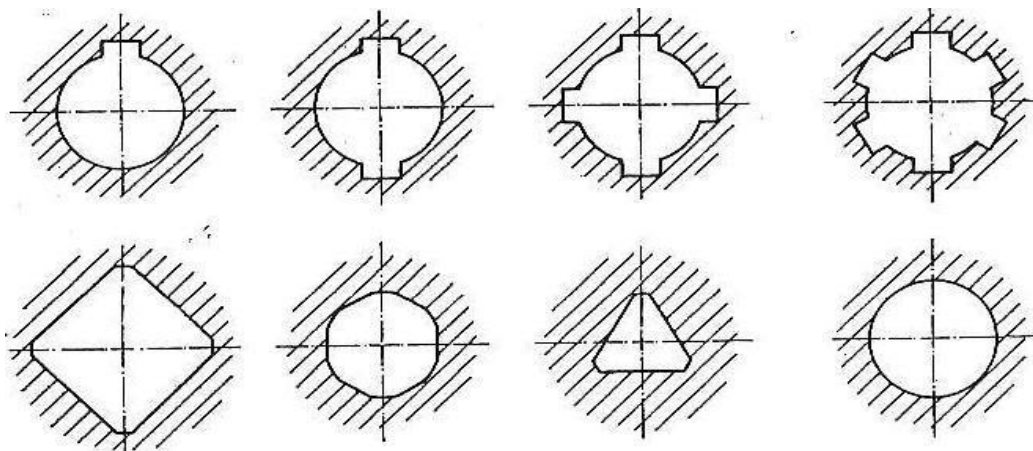


Сл.6.4: Обработка со провлекување.

Од описот на оваа слика се гледа дека при обработката со провлекување постои само едно движење, а тоа е работното праволиниско движење на алатот. Предметот не изведува никакво движење освен при изработка на навојни жлебови со провлекување каде што тој изведува помошно кружно движење.

6.2 ВИДОВИ ОБРАБОТКИ СО ПРОВЛЕКУВАЊЕ

Во зависност од тоа дали обработката со провлекување се врши внатре во некој отвор или од надворешна површина од предметот, провлекувањето може да биде: *внатрешно* и *надворешно*.



Сл.6.5: Форми на отвори што може да се обработат со провлекување.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Со внатрешно провлекување можат да се изработуваат разни профили, а на сликите се прикажани само некои од нив. Нивната изработка е значително побрза, поточна и поевтина со оваа отколку со и да било која друга обработка. Затоа може да се каже дека внатрешното провлекување, кога се работи за изработка на профили во некој отвори, е незаменлив вид на обработка како за средносериско така и за големосериско и масовно производство.

За разлика од него, надворешното провлекување многу поретко се применува, бидејќи голем број на предмети можат побргу и подобро да се обработат на некоја друга машина отколку на машина за провлекување.

Внатрешното и надворешното провлекување најчесто се изведуваат како едностепена обработка. Тоа значи дека со едно поминување на алатот се врши целосна обработка на предметот (груба, фина и завршна).

Меѓутоа, ако вкупната должина на обработуваниот предмет (должината на режењето) во однос на максималниот од на машината биде таква што обработката не може да се изврши со еден степен (со едно поминување на алатот), се врши *повеќестепено провлекување*. Оваа обработка се изведува постапно, со повеќе алати од кои првиот има груби заби и врши груба обработка, а вториот има фини заби и врши фина обработка на предметот.

Со провлекување покрај формите прикажани на претходната слика, можат да се обработуваат уште запченици со внатрешно и надворешно запчење, завојни жлебови и слично. Притоа треба да се спомене дека со оглед на сложеноста на алатот, неговата висока цена и високите трошоци за негово острење, оваа обработка бара големи серии. Тоа значи дека е економски оправдана само во големосериското и масовното производство.

6.3 МАШИНИ ЗА ПРОВЛЕКУВАЊЕ (ПРОВЛЕКУВАЧКИ)

Провлекувачките се наменети за обработка на внатрешни и надворешни површини со различни форми и профили, и тоа во големосериското и масовното производство. Нивните основни карактеристики се: голема производност, висока точност на бараниот профил и квалитет на обработуваните површини. Меѓутоа, нивната употреба не се ограничува само на големо сериското и масовното производство. Постојат и такви модели машини за провлекување кои можат да се употребат како во поединечното така и во малосериското производство. Такви се машините за изработка на жлебови за клин на предмети со дијаметри на отворот од $12 \div 125$ [mm].

Во споредба со другите металорезачки машини, овие машини имаат многу поедноставна конструкција и принцип на работа. Нивната поделба може да се изврши според неколку критериуми:

1. Според конструкцијата разликуваме: *обични и специјални провлекувачки;*
2. Според намената постојат: *провлекувачки за внатрешно и надворешно провлекување;*

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

3. Според правецот на работното праволиниско движење постојат: *вертикални* и *хоризонтални провлекувачки* и *провлекувачки за континуирано (непрекинато) провлекување*.

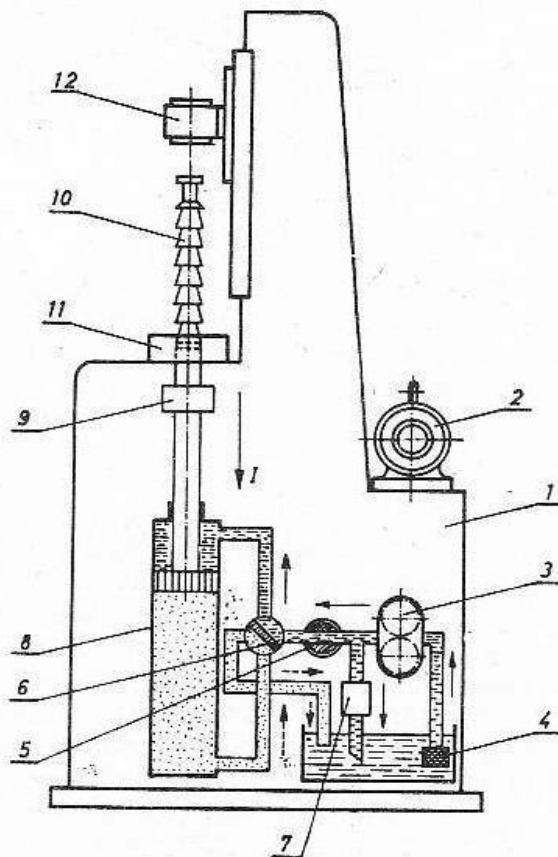
Провлекувачките се разликуваат меѓусебе и по механизмот за работното праволиниско движење. Така постојат провлекувачки со *механички* и провлекувачки со *хидрауличен механизам*.

а) Провлекувачки за внатрешно провлекување

За внатрешно провлекување, главно се применуваат два вида провлекувачки, и тоа:

- ✓ *вертикални*; и
- ✓ *хоризонтални*.

На сликата подолу е прикажана внатрешна провлекувачка, и тоа, вертикална, која се состои од следните елементи: подножје (1), погонски електромотор (2), запчеста пумпа (3) со која преку филтерот (4) се вшмукува масло од резервоарот. Преку вентилот (5), со кој се врши регулација на количината на масло, и повратниот вентил (6) маслото се втиснува во цилиндарот (8) од горната или долната страна на клипот со што се остварува работниот *I* или повратниот од на провлекувачот.



Сл.6.6: Вертикална машина за внатрешно провлекување.

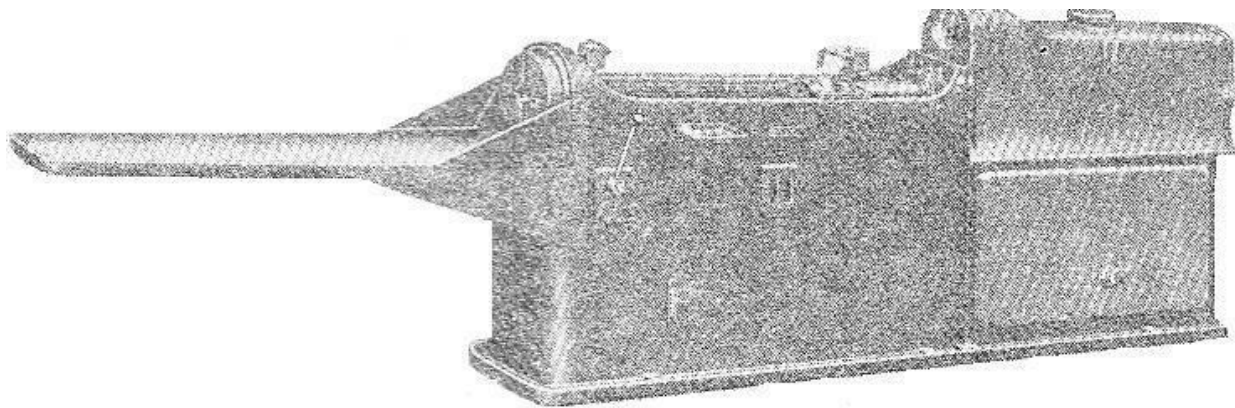
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Провлекувачот (10) е прицврстен во држачот (9) на клипниот лост така што поминува низ отворот на предметот (11) и го обработува. По завршената обработка на предметот (11) се симнува од машината, а алатот се враќа во почетна положба со помош на клипот и клипниот лост се додека неговиот горен крај не биде прицврстен во стегнувачот на подигнувачот (12). Подигнувачот (12) го дига провлекувачот (11) нагоре за да може да се намести друг предмет за обработка.

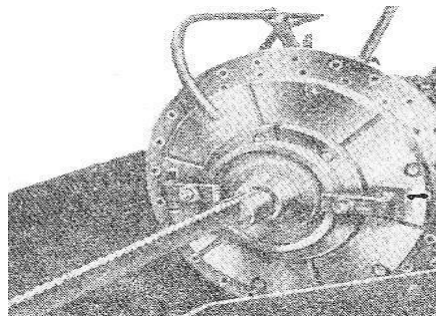
Откако на работната маса ќе се прицврсти новиот предмет, подигнувачот (12) се симнува надолу се додека долниот крај од алатот не биде стегнат во држачот (9). Притоа, горниот држач го ослободува провлекувачот автоматски со што е овозможен новиот работен од на провлекувачот.

Покрај вертикалните, за внатрешно провлекување се употребуваат и хоризонтални провлекувачи. На сликата подолу, е прикажана една современа хоризонтална провлекувачка, производство на фирмата „FORST“, а на сл.6.8, е прикажан дел од хоризонталната провлекувачка за внатрешно провлекување при изработка на жлебови за клин.



Сл.6.7: Хоризонтална машина за внатрешно провлекување.

За разлика од вертикалните, чие сместување бара помал простор и кај кои предметот што се обработува не мора силно да се стегнува на работната маса, хоризонталните провлекувачки зафаќаат поголем простор и бараат посебен стегнувач на предметот и негово внимателно центрирање.



Сл.6.8: Изработка на жлеб за клин со внатрешно провлекување.

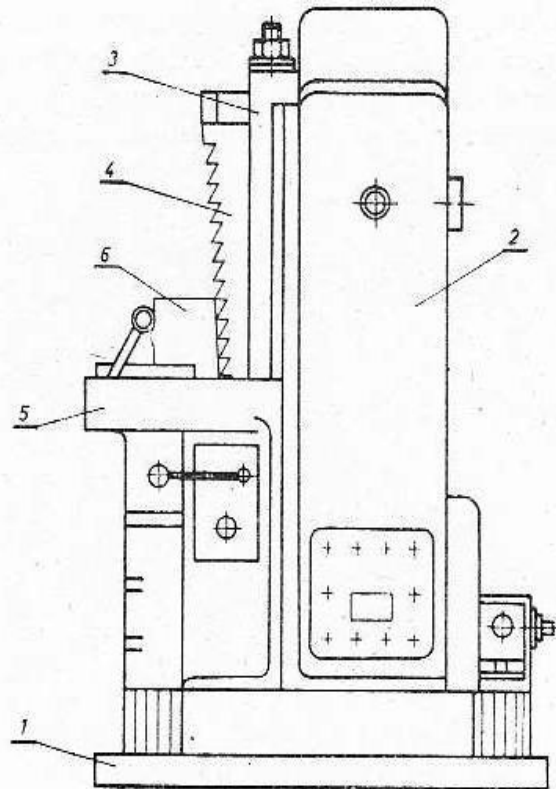
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

б) Провлекувачки за надворешно провлекување

Покрај внатрешното провлекување, за изработка на сложени форми се употребува и надворешно провлекување. Основната карактеристика на ова провлекување е уште поголема сложеност на алатот, а со тоа и можноста со него да се изработуваат профили и форми посложени од оние кај внатрешното провлекување. Формата на овој алат и можноста за негова примена при изработката на сложени предмети како што се запчениците се доволна причина да донесеме заклучок дека при големосериското производство провлекувачите за надворешно провлекување можат наполно да ги заменат глодалките или рендисувалките. Како претходните така и овие провлекувачки, во зависност од правецот на движење на провлекувачот, можат да бидат *вертикални* и *хоризонтални*.

На сликата подолу е прикажана една вертикална провлекувачка за надворешно провлекување. На подножјето (1) е прицврстен вертикалниот шуплив столб (2) по чии водилки, а со помош на механички или хидрауличен механизам се поместува во вертикален правец носачот на алат (3). На носачот (3) е прицврстен провлекувачот (4) со кој се врши надворешно провлекување на обработуваниот предмет (6). Работната маса (5) на која се прицврстува предметот е шуплива за да овозможи целосен премин на провлекувачот по обработуваниот предмет со сите негови сечила.



Сл.6.9: Машина за надворешно провлекување.

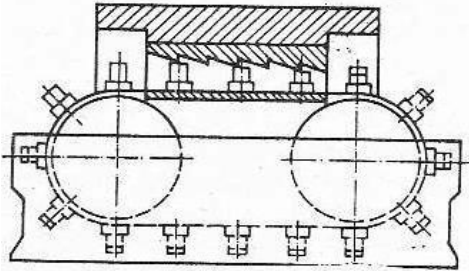
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Хоризонталните провлекувачки за надворешно провлекување по конструкција се идентични со оние за внатрешно провлекување. И кај нив единствен проблем кој лесно се решава е начинот на прицврстувањето и потпирањето на предметот при обработката. Инаку, хоризонталните провлекувачки овозможуваат поголема прегледност во работата, но затоа заземаат поголем простор од вертикалните.

Ако обработуваниот предмет се прицврсти на некоја завртна плоча или на некој бесконечен синџир, во посебни држачи кои ќе овозможат при работата лесно поставување и симнување на предметите, хоризонталната провлекувачка може да се примени и за континуирано (непрекинато) провлекување со неподвижен алат.

На подолната слика е прикажана провлекувачка за континуирано провлекување со бесконечен синџир. Во посебни држачи се прицврстуваат обработуваните предмети кои заедно со синџирот се движат праволиниски во однос на неподвижниот алат.



Сл.6.10: Непрекинато провлекување на хоризонтална провлекувачка со синџир.

Влечната сила кај провлекувачките зависи од видот и големината на машината и се движи:

- ✓ кај вертикалните провлекувачки од $50 \div 100$ [kN];
- ✓ кај хоризонталните провлекувачки од $100 \div 500$ [kN].

Кај машините за провлекување треба да се овозможи праволиниско водење на алатот (провлекувачот), кој со тоа врши и главно, резно движење, како и помошно движење на пробивање. Пробивањето се овозможува со самото постапно сголемување на пресекот на провлекувачот. Поради тоа, машините за провлекување се релативно едноставни: преку назабена летва или хидраулично се пренесува погонот од моторот до алатот.

Прицврстувањето на работниот предмет е исто така едноставно: кај надворешното провлекување предметот се стега во стегачки алат, додека кај внатрешното провлекување не е ни потребно посебно стегање, бидејќи под дејство на притисокот од провлекувачот работниот предмет цврсто се потпира врз подлогата.

Во современото производство, покрај провлекувалките со единечно мesteње на работниот предмет, постојат провлекувалки со автоматски довод на

работните предмети (автоматско шаржирање), со што рачното време е сведено само на подготовка на машината за работа.

6.4 АЛАТ ЗА ПРОВЛЕКУВАЊЕ

Алатот за провлекување (провлекувач) е изработен во форма каква што треба да има обработуваниот предмет, во вид на трн. На него се изработени повеќе заби, односно сечила, чиј секој следен заби има нешто поголема височина од претходниот. Оваа височинска разлика на забите всушност претставува длабочина на режењето, односно длабочина на струганицата.

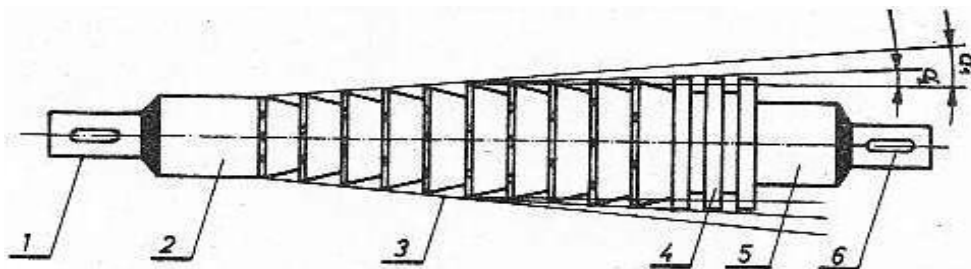
Провлекувачот како алат за провлекување е повеќесечен алат со одреден профил. Потребната тврдина на запците се добива со калење, а димензиите и обликот на запците се добиваат со брусење.

Во зависност од тоа за каква обработка се наменети, провлекувачите можат да бидат:

- ✓ провлекувачи за внатрешна; и
- ✓ провлекувачи за надворешна обработка.

Натамошната поделба на провлекувачите е извршена според формата на профилот што се изработува со нив, па може да се каже дека за внатрешна обработка постојат: провлекувачи за тркалезни цилиндрични отвори, провлекувачи за многуаголни отвори (триаголни, квадратни, многуаголни и др.), провлекувачи за едножлебни и многужлебни отвори, комбинирани профилни провлекувачи и други.

На сликата подолу е прикажан провлекувач за внатрешно провлекување, Основни елементи на на овој алат се:



Сл.6.11: Алат за внатрешно провлекување.

- дршка (1) - со која провлекувачот се прицврстува во држачот на машината (во стегнувачот);
- предна водилка (2) - служи за правилно водење на провлекувачот низ претходно издупчениот отвор;
- резачкиот дел (3) од телото - на кој се изработени сечилата на провлекувачот кои се распоредени во две групи, во зависност од тоа за каква обработка се наменети. Првата група сечила е наменета за груба обработка. Висинската разлика на сечилата е поголема, а линијата што ги поврзува нивните врвови формира со хоризонталата агол α_1 . Втората група сечила симнува помала

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

струганица помала струганица (фина обработка), бидејќи висинската разлика меѓу две соседни сечила е помала. Линијата по која се распоредени врвовите на овие сечила стои во однос на хоризонталата под агол α_2 помало од α_1 ;

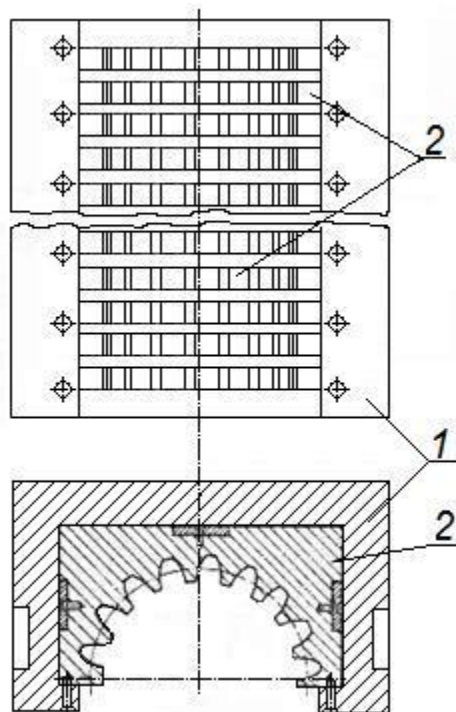
- калибриран дел (4) - служи за завршна обработка на определениот профил;

- задна водилка (5) - служи за водење на провлекувачот при неговиот излез од отворот, со што се врши обезбедување на забите од кршење до кое би дошло при нивниот излез;

- дршка (6) - служи за прицврстување на провлекувачот во помошниот држач на машината, со кој тој се доведува во почетната положба, односно со кој се остварува повратниот од на алатот. На забите, односно сечилата од провлекувачот најчесто се изработуваат и помошни жлебови со кои се врши смалување на должината на нивниот резачки дел, односно со кој се врши дробење на струганицата.

Кај запците за режење се наоѓаат жлебови за кршење на струганицата, додека кај запците за гребење такви жлебови не се потребни.

На сликата подолу (сл.6.12) е прикажан алат за надворешно провлекување наменет за изработка на запченици. За овој алат е карактеристично тоа што само сечилата, односно резачкиот дел (2) е изработен од висококвалитетен материјал, додека носачот (1) на сечилата е од послаб материјал. Ваквиот алат е многу поевтин од претходниот, бидејќи се троши помалку скапоцен материјал, полесна е и неговата изработка, а доколку дојде до кршење на некое од сечилата, тоа може едноставно да се замени што не е во случај со алатот за внатрешно провлекување.



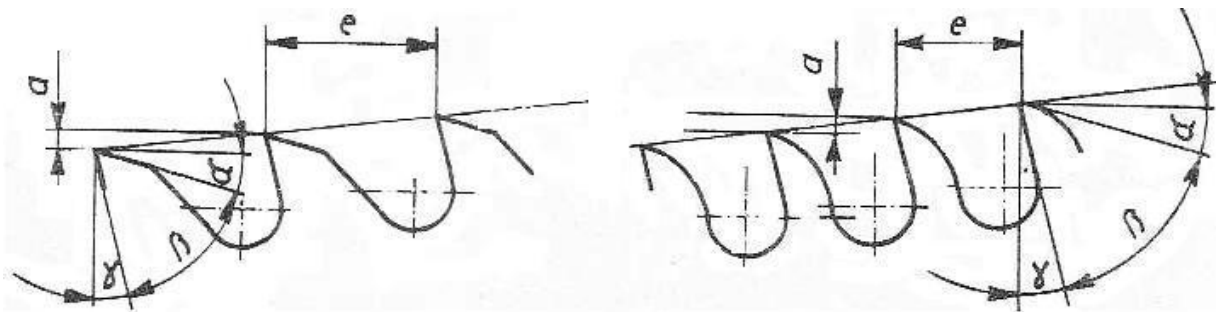
Сл.6.12: Алат за надворешно провлекување.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Инаку алатот за надворешно провлекување се изработува така што овозможува обработка на едната половина од бараниот профил по што се врши свртување на делот и обработката на неговата друга половина.

На сликата подолу (сл.6.13) се прикажани две форми на заби од провлекувач со нивните карактеристични параметри. На оваа слика, со (a) е обележан радијалниот помест на сечилата, а со (e) е обележан чекорот на сечилата. Радијалниот помест на сечилата, кој всушност претставува длабочина на режењето се зема $a = \{0,01 \div 0,25\} [mm]$, а чекорот на забите се зема $t = \{1,35 \div 2,5\} \cdot \sqrt{L}$, каде што со L е обележана должината на провлекувањето во $[mm]$.



Сл.6.13: Параметри на сечилата на алатот за провлекување.

На истата слика се прикажани и аглите на сечилото од провлекувачот. Предниот агол Y влијае врз квалитетот на обработената површина, трајноста на алатот и резачкиот отпор. При негови поголеми вредности, квалитетот е подобар, резачкиот помал, но се намалува неговата трајност. Затоа, во принцип, за груба обработка се зема агол Y со помали вредности со што ќе се добие поголема трајност, а за фина обработка се зема поголем агол Y со што се постигнува поточна димензија на обработуваниот профил и поквалитетна обработена површина.

Предниот агол Y влијае, исто така, на влечната сила на машината. Во интерес таа сила да биде секогаш помала поради што мора да се зема поголем агол Y .

На тој начин се намалува резниот отпор, а со тоа и влечната сила на механизот за работното праволиниско движење. Аголот Y зависи и од видот на обработуваниот материјал. Обработката на тврди и кршливи материјали бара помали предни агли Y , бидејќи порастот на резачките отпори притоа е многу мал со што се постигнува поголема трајност на алатот.

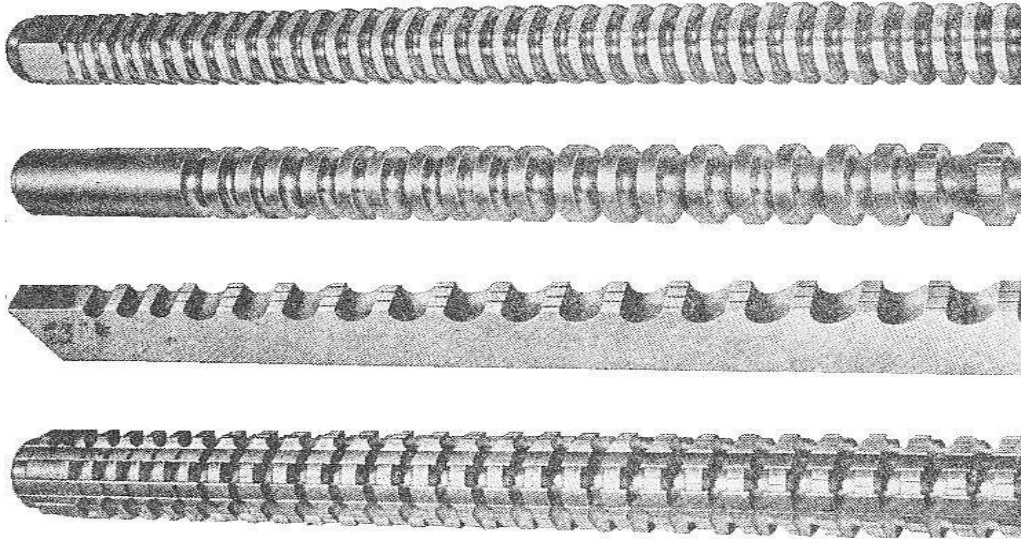
Доколку се обработуваат жилави материјали, овој агол треба да е што поголем, бидејќи при мали агли Y растат резачките отпори поради големото збивање на струганицата до кое доаѓа на предната површина од сечилата од алатот.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

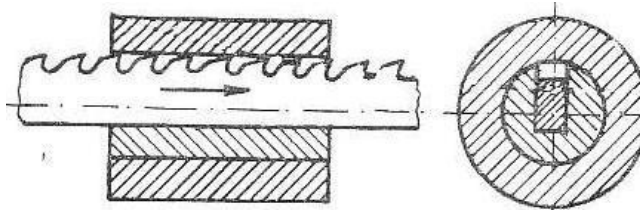
Влијанието на задниот агол на α процесот на режењето, односно формирањето на струганицата е сосема мало. Се настојува неговата вредност да биде помала за да не дојде до ослабување на сечилото, па затоа се препорачува да се зема во досегашните граници од $2^\circ \div 5^\circ$.

И во овој случај и кај сите досегашни алати (освен точилата), збирот на овие агли е $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$.



Сл.6.14: Параметри на сечилата на алатот за провлекување.

Провлекувачот за изработка на канали има запци само од едната страна, а од другата страна се потпира врз посебна чаура. Дебелината на струганицата за запците што режат груба обработка изнесува $0,015 \div 0,15 [mm]$, а кај запците што гребат (фина обработка) $0,0025 \div 0,06 [mm]$ по еден забец.



Сл.6.15: Провлекувач за изработка на канали (со водилка).

Врз квалитетот на обработката со провлекување посебно влијае бројот на запците што се едновременно во зафат. Тоа, пак, зависи од чекорот на провлекувачот (растојание од еден забец до друг) и од должината на обработуваната површина. Кога се во зафат поголем број на запци, машината работи без потреси, но преголем број на запци ја преоптеретува машината. Од друга страна, малиот чекор не овозможува сместување и одведување на струганицата.

Во текот на провлекувањето потребно е обилно подмачкување и ладење.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Провлекувачите за надворешно провлекување не мораат да имаат ограничена големина на пресекот. Поради тоа нивниот пресек може да биде значително поголем што при обработката овозможува примање на значително поголеми оптоварувања.

Бидејќи провлекувачите се прецизни и осетливи алати, посебно треба да се обрне внимание врз нивното ракување и чување. Провлекувачите се чуваат поединечно во посебни ормарчина.

6.5 РЕЗАЧКА БРЗИНА ПРИ ПРОВЛЕКУВАЊЕ

Резачката брзина при провлекувањето всушност не е ништо друго туку брзината на праволиниското движење на провлекувачот. Со други зборови, тоа е патот што го поминува алатот за провлекување за време од 1 [min].

Врз нејзината големина влијаат како обработуваниот предмет така и бараната трајност на провлекувачот. Меѓутоа, големо влијание врз брзината има и изведбата на механизмот со кој се остварува работното праволиниско движење на провлекувачот. Имено, ако машината има вградено механички механизам (преносник), резачката брзина не може да се земе поголема од $1 \div 4$ [m/min]. Ако работното движење се остварува со хидрауличен механизам, резачката брзина е поголема до 16 [m/min]. Брзината на повратниот од е поголема. Во првиот случај, при механичките преносници, за работното движење се зема помеѓу $3 \div 5$ [m/min], а при хидрауличните помеѓу $15 \div 30$ [m/min]. Треба да се спомне и тоа дека врз големината на резачката брзина има влијание и материјалот од кој е изработен провлекувачот. Послабиот материјал (алатен челик) дозволува помали, а поквалитетниот материјал (брзорезачки челици) поголеми резачки брзини.

Во табелата 6.1 се дадени вредностите на резачките брзини при внатрешно и надворешно провлекување за разни материјали.

Табела 6.1: Резни брзини при провлекување.

Обработуван материјал	Резна брзина [m/min]	Резна брзина [m/min]
	Внатрешно провлекување	Надворешно провлекување
Челик	3,0	8÷10
Челична одливка	3,0	6÷8
Леано железо	3,0	6÷8
Месинг	2,0	10÷12
Лесни метали	до 12,0	12÷18

6.6 РЕЗАЧКИ ОТПОРИ ПРИ ПРОВЛЕКУВАЊЕ

При обработката со провлекување, како последица од спротиставувањето на обработуваниот материјал на движењето на алатот се јавуваат големи резачки отпори.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Нивната големина зависи од повеќе фактори меѓу кои поважни се: видот и особините на обработуваниот материјал, големината на радијалниот помест по еден заб (длабочина на режњето), должината на сечилата и нивната геометрија, бројот на сечилата кои истовремено вршат симнување на струганицата, средствата за ладење и подмачкување и т.н.

Основниот израз по кој се определува резачкиот отпор што се јавува на едно сечило е ист како и при досегашните видови обработки, односно:

$$F_1 = A \cdot K.$$

Во овој израз со **A** е обележана површината на струганицата што ја симнува едно сечило во $[mm^2]$, а со **K** е обележан специфичниот отпор на сечењето кој одговара за пресек на струганицата од $1 [mm^2]$.

Според големината на овој резачки отпор (главен отпор на режењето) по едно сечило, се определува резултантниот отпор на режењето:

$$F_R = C \cdot A \cdot K \cdot z.$$

Во горниот израз со **z** е обележан бројот на сечилата, кои истовремено се во зафат со обработуваниот предмет, кои односно симнуваат струганица, а со **C** е обележан коефициентот што го зема во предвид триењето помеѓу провлекувачот и материјалот што се обработува. Вредноста на овој коефициент најчесто се зема **C = 1,1 ÷ 1,3**.

Вака пресметаниот резултантен отпор, всушност, ни ја дава силата со која треба да се влече провлекувачот, односно силата што треба да ја има механизмот за работното праволиниско движење на машината.

Специфичниот отпор на режењето **K** зависи од пресекот на струганицата **A** и од видот на обработуваниот материјал. Меѓутоа, доколку овие два елемента не се менуваат (се обработува ист материјал со **A = конст.**), тогаш овој специфичен отпор на режњето **K** ќе зависи од односот на дебелината и ширината на струганицата. Во таблицата 6.2 се дадени вредностите на **K** за разни видови на материјали.

Табела 6.2: Специфичен отпор на режњето при провлекување.

Обработуван материјал	K	K = f (бм)
Леано железо	6 ÷ 100	(4,5 ÷ 6) бм
Челична одливка	90 ÷ 130	(4,5 ÷ 6) бм
Мек челик	110 ÷ 170	(2,5 ÷ 3,2) бм
Тврд челик	160 ÷ 280	(2,5 ÷ 3,2) бм
Месинг	75 ÷ 120	
Лесни метали	50 ÷ 100	

За да се намалат отпорите при провлекување се врши ладење и подмачкување.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ

1. Каде се применува обработката со провлекување?
2. За кој вид на обработката (поединечно сериско или масовно) е економично провлекувањето?
3. Објасни како се врши обработката со провлекувач!
4. Што влијае врз квалитетот на обработката со провлекување?
5. Која е предноста на провлекувачите за надворешно провлекување?
6. Како може да се пренесе погонот од моторот до провлекувачот кај провлекувалките?
7. Како се чуваат провлекувачите?

7 ОБРАБОТКА СО БРУСЕЊЕ

Брусилките се машини со работно кружно движење кое го изведува алатот (точило), наменети за завршна обработка на машинските делови.

Според намената постојат голем број различни конструкции, но за нивно поедноставно изучување ќе ги поделиме на следните групи:

- ✓ брусилки за надворешно и внатрешно кружно брусење;
- ✓ брусилки за рамно брусење;
- ✓ специјални брусилки; и
- ✓ брусилки за фино брусење (полирање).

7.1 ОБРАБОТКА СО БРУСЕЊЕ, ОПШТИ ПОИМИ

Усовршувањето на овој вид на обработка била последица од се побрзиот технолошки развој, кој поставувал се поголеми барања за квалитет на обработуваните површини. Целосходно, денес, брусењето е една од најприменетите методи за обработка со симнување на струганица со која се реализира крајната обработка на некој машински дел односно предмет, кога се побарува поголема точност и квалитет на обработените површини.

Според првичниот описан изглед на алатот и предметот, а и според обликот на површината ид каде што се симнува струганицата, брусењето е слична обработка со глодањето.

Всушност и кај оваа обработка алатот за брусење го изведува работното кружно движење, а обработуваниот предметот го изведува помошното движење. Во зависност од обработуваната површина е условено какво ќе биде помошното движење.

Обработката со Брусење се изведува во две фази:

- *грубо*, кај кое се симнува струганица со дебелина од $0,02 \div 0,03$ [mm]; и
- *фино*, кај кое се симнува струганица со дебелина од $0,002 \div 0,003$ [mm], односно од $2 \div 3$ микрони.

И на двете спомнати фази на брусење најчесто им претходи друг вид обработка со или без симнување на струганица.

7.2 ВИДОВИ ОБРАБОТКИ СО БРУСЕЊЕ

Брусењето како една од најстарите и најприменети завршни обработки, можат да се изведуваат повеќе обработки. Нивната класификација според обликот на обработуваната површина е во три основни групи:

- надворешно кружно брусење со и без шилци;
- внатрешно кружно брусење; и
- брусење на рамни правоаголни или кружни површини.

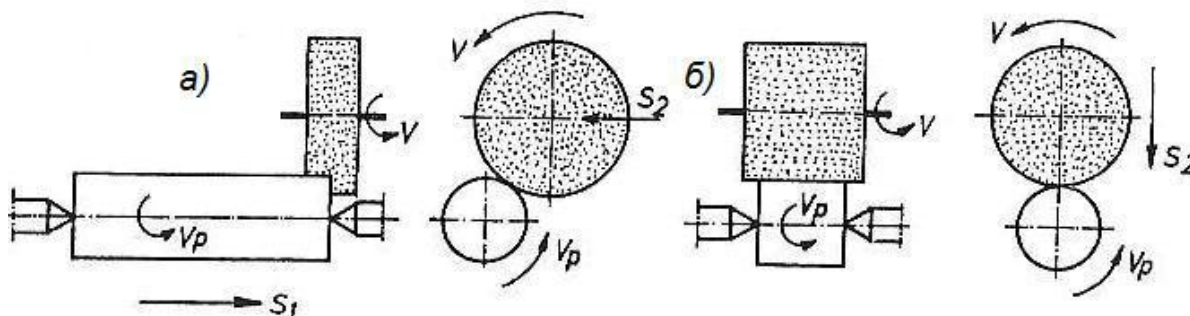
Покрај овие три вида основни обработки, со брусење можат завршно да се обработуваат и: запченици, завојници и други профилни површини, како и да се

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

острат на разни алати (завојни сврдли, глодала, стругарски ножеви, и др.). Овие видови на обработки со брусее се опфатени со специјални обработки со брусее.

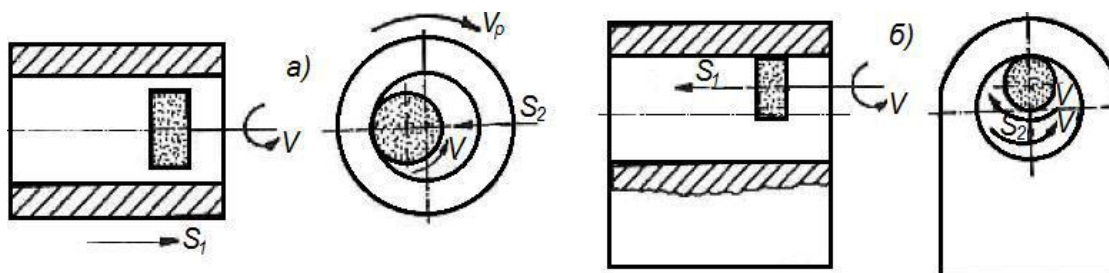
Кај **надворешно кружно брусее**, предмет кој се обработува е прицврстен помеѓу два шилци, се применува за да се обработат квалитетно цилиндричните и конусните површини од некој предмет. Основните движења при оваа обработка се работното кружно движење го врши алатот за брусее кој се врти со периферна брзина (v), а помошното (v_p) праволиниското (s_1) движење го изведува предметот. Покрај овие движења, постои уште едно (s_2) со кое алатот за брусее навлегува во предметот за определена длабочина на струганицата.



Сл.7.1: Обработка со брусее на надворешни цилиндрични површини:
а) со големи; и б) со мали должини на предметот.

Посебен вид на кружно брусее е т.н. радијално брусее кое се употребува при обработката на предмети со мала должина.

И при ова брусее, движењата на алатот за брусее и предметот се исти како и кај претходното, само што немаме страничен помест (s_1) на предметот.



Сл.7.2: Обработка со брусее на внатрешни цилиндрични површини:
а) симетрични; и б) несиметрични.

Внатрешно кружно брусее, се користи за брусее на отвори, како на симетрични така и на несиметрични предмети.

Во првиот случај (сл.7.2: а) работното движење алатот за брусее го реализира со брзина (v), а помошното кружно движење со брзина (v_p) чија насока е спротивна од (v) и го изведува предметот. Додека пак поместите (s_1 и s_2)

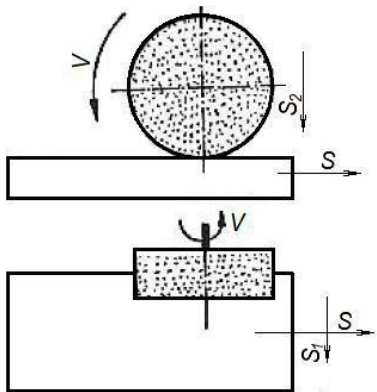
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

се алтернативни и можат да ги изведуваат предметот или носачот на алатот за брусење што зависи од конструкцијата на алатот за брусење.

Слична е ситуацијата и во вториот случај (сл.7.2: б), само што кај него предметот, поради несиметричниот облик, не изведува никакво движење, односно мирува. Тука алатот за брусење го изведува работното кружно движење (ω) и помошното кружно движење (ω_p) околу оската на обработуваниот предмет, поместот (s_1) и радијалното поместување (s_2). Помошното кружно движење (ω_p) при оваа обработка се нарекува *планетарно движење*, па и самото брусење се вика *планетарно брусење*.

Рамното брусење се применува за обработка на рамни површини. Зависно од обликот на обработуваните површини постојат рамно брусење на *правоаголни* и рамно брусење на *кружните површини*.



Сл.7.3: Обработка на рамни правоаголни површини.

Зависност од површината на алатот за брусење во однос на обработуваната површина на предметот со кој се врши обработка разликуваме: *периферно* и *челно брусење*.

На сликата погоре се прикажани принципот и движењата при периферното брусење на рамни правоаголни површини. Како што се гледа од сликата, работното кружно движење (ω) го изведува алатот за брусење, кој симнува струганицата со својата периферна површина, додека помошното праволиниско движење (s) го изведува обработуваниот предмет кој едновременно го прави и страничното поместување (s_1). Движењето со кое алатот за брусење навлегува во предметот за определена длабочина на струганицата обележано на сликата е со s_2 .

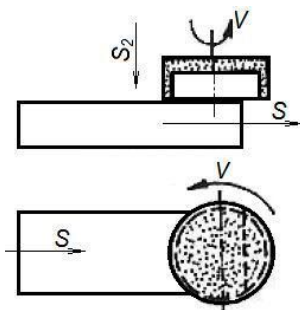
При челното брусење на рамни површини, алатот за брусење симнува струганица со својата челна површина и го изведува кружното движење (ω), како и движењето со кое навлегува во предметот (s_2). Предметот го изведува помошното праволиниско движење (s). Зависност од тоа дали обработуваната површина е со помала или поголема ширина од пречникот на алатот за брусење можат да се јават два случаеви на челно брусење.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Првиот случај се јавува кога предметот има помала ширина од пречникот на алатот за брусење. Како што е прикажано на сликата подолу, каде се прикажани движењата.

Вториот случај се јавува кога ширината на предметот е поголема од дијаметарот на алатот за брусење. Тогаш, покрај движењата од претходниот случај, постои уште едно движење што го изведува предметот, а тоа е неговото *странично поместување*.

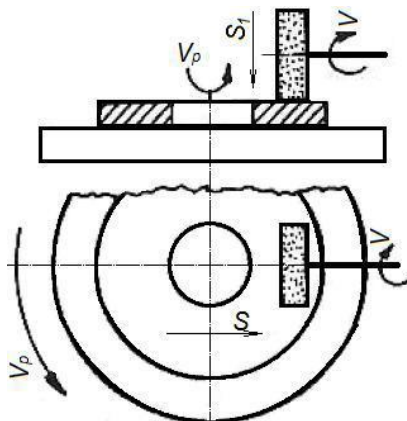


Сл.7.4: Обработка на рамни површини со челно брусење.

Според положбата на оската на алатот за брусење во однос на обработуваната површина можат да се јават два случаја.

Кај првиот случај имаме *вкрстено брусење*, каде оската на алатот за брусење е (радијална) нормална во однос на обработуваната површина. За ова брусење е карактеристично тоа што алатот за брусење симнува струганица со целиот кружен лак или со два сегментни лака (што зависи од широчината на предметот), при што на обработуваната површина се видливи вкрстени траги според кои и брусењето се вика вкрстено.

Во вториот случај имаме *лачно брусење*, кај кое оската на алатот за брусење во однос на обработуваниот предмет стои под одреден агол. Алатот за брусење симнува струганица само со еден сегментен лак, поради што на површината на предметот се видливи траги по кои брусењето се вика лачно.



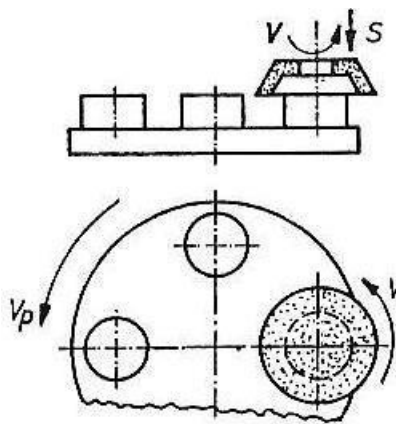
Сл.7.5: Обработка на рамни површини со челно брусење.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

При брусеење на рамни кружни површини, исто така, имаме два случаја. Првиот случај прикажан на погорната слика, се карактеризира со тоа што алатот за брусеење симнува струганица со својата *периферна површина*, изведувајќи го притоа работното кружно движење (v) и радијално поместување (s_1). Додека пак предметот го изведува помошното кружно движење (v_p) и праволинискиот помест (s).

Кај вториот случај прикажан на подолната слика, кој се разликува од претходниот по тоа што алатот за брусеење симнува струганица со својата *челна површина* така што го прави главното работно кружно движење (v) и движењето (s) со кое навлегува во предметот за определена длабочина на струганицата, додека предметот го изведува само помошното кружно движење (v_p).



Сл.7.6: Обработка на ситни кружни предмети со челно брусеење.

7.3 БРУСИЛКИ ЗА НАДВОРЕШНО И ВНАТРЕШНО БРУСЕЊЕ

По конструкција вакви брусилки има голем број, па затоа нивното разгледување ќе го извршиме според следното групирање:

- ✓ брусилки за надворешно кружно брусеење со и без шилци;
- ✓ брусилки за кружно брусеење; и
- ✓ универзални брусилки.

Брусилките за надворешно кружно брусеење со шилци се наменети за обработка на надворешни површини на предмети со цилиндрична форма. Кај овие брусилки работното кружно движење го изведува алатот за брусеење, кој исто така го изведува помошното праволиниско движење и дополнителното радијално поместување за определената длабочина на режење, додека помошното кружно движење го изведува работниот предмет со помош на посебен електромотор.

Покрај опишаната, постојат и брусилки за обработка на надворешни цилиндрични површини односно предмети, и тоа во сериско производство. Кај нив предметот не е веќе прицврстен меѓу шилци туку со сопствената тежина налегнува меѓу две точила. Во овој случај е карактеристично што едниот алат за брусеење се врти со поголема резачка брзина и го нарекуваме работен алат за брусеење, додека другиот се врти со помала брзина и го викаме помошен алат за

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

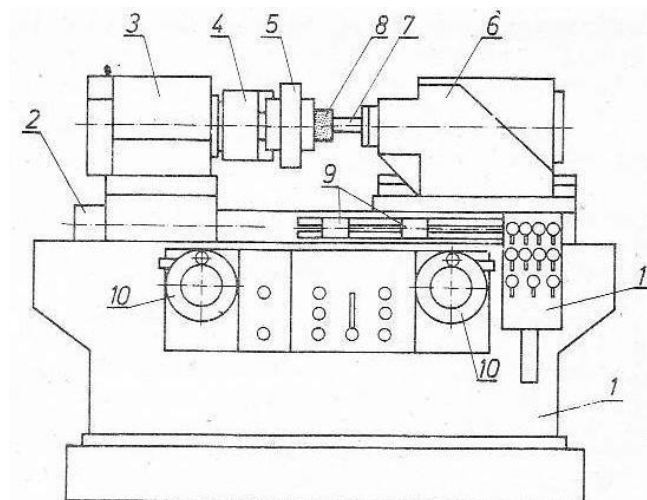
III година - скрипта

брусење. Предметот, кој се потпира на надолжниот потпирач засечен под агол од $(60 \div 70^\circ)$, изведува помошно кружно движење со иста брзина како и помошниот алат за брусење. Помошното праволиниско движење на предметот го овозможува аголот на помошното точило за агол до 6° . Со промена на неговата вредност се менува и вредноста на чекорот.

Брусилки за внатрешно кружно брусење. Овие брусилки се употребуваат за обработка на внатрешно цилиндрични површини. Работното кружно движење го изведува алатот за брусење, и тоа со големи периферни брзини. Другите движења може да се видат на една таква брусилка (сл.7.7).

На основата (1), односно на неговата работна маса (2), е прицврстен носачот на предметот (3), на кој се сместени сите погонски елементи (погонски електромотор, менувачот на обрти на предметот и др.). Предметот (5), чиј внатрешен отвор сакаме да го обработиме, се прицврстува во прицврстувачот (4) и заедно со него изведува помошно кружно движење, и тоа со мали периферни брзини.

Вдолж на работната маса (2), поточно по водилките изработени на неа, аксијално може да се поместува носачот на работното вретено (6), на кој се сместени електромоторот и менувачот на работното движење, работното вретено на брусилката (7) и алатот за брусење (8). Така е овозможено алатот за брусење (8), покрај работното кружно движење да го изведува и помошното праволиниско движење, кое кај современите брусилки од овој тип може да се конструктивно изведе со хидрауличен механизам. Ограничувањето на одот на носачот (6), кој зависи од должината на обработуваната површина, може да се постигне со граничните (9). На сл.7.7 се рачките (10), како и командната табла (11). Дополнителното напречно движење, кое е праволиниско со кое се остварува бараната длабочина на брусење, може да го изведува или носачот на алатот за брусење (6) или носачот на предметот, што зависи од конструкцијата на брусилката. Во практиката почесто се јавува првиот случај.

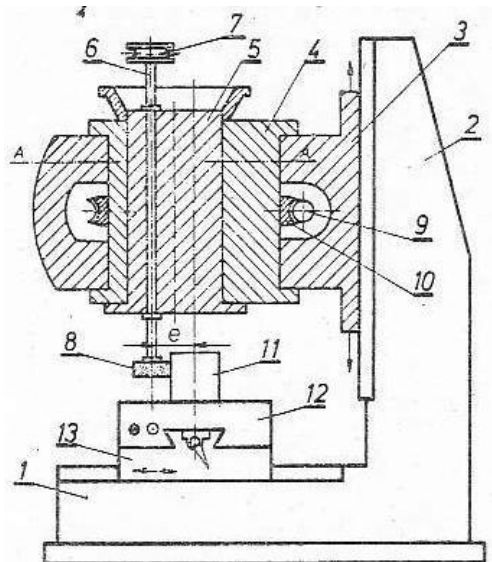


Сл.7.7: Брусилка за внатрешно кружно брусење.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

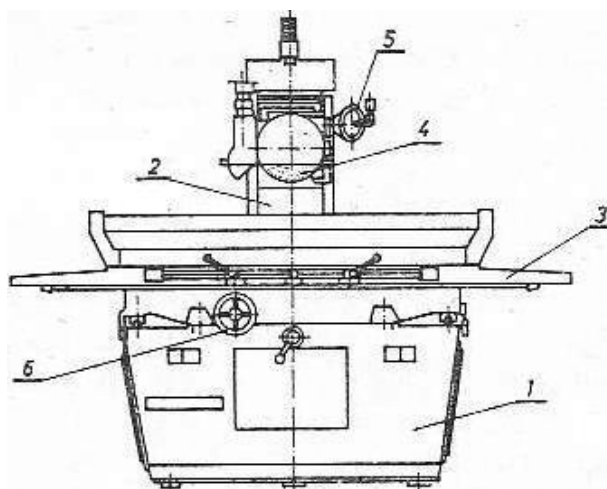
Универзални брусилки се оние на кои можат да се обработуваат како надворешни и внатрешни цилиндрични така и призматични и кружни површини.



Сл.7.8: Шематски изглед на универзална брусилка.

Универзалната брусилка се состои од основа (1), вертикален столб (2), носач на работното вретено (3), цилиндричен прстен (4) во кој експлицитно е поставен прстенот (5), алатот за брусеење (8), полжав (9), полжавестото тркало (10) со кои се овозможува ротација на алатот за брусеење (8) заедно со работното вретено околу оската на прстенот (4), предметот кој се обработува (11), надолжен супорт (12) и напречен супорт (13).

Брусилките за рамно брусеење се наменети за обработка на рамни правоаголни или кружни површини. По конструкција се многу разновидни, па затоа нивната класификација ќе се изведе според положбата на работното вретено, и ќе разликуваме: брусилки со хоризонтално работно вретено и брусилки со вертикално работно вретено.



Сл.7.9: Брусилка за обработка на мали предмети со рамни површини.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

По основата (1), во кое се сместени елементите со кои се остварува помошното движење на предметот, се поместува надолжниот супорт (3), кој заедно со предметот го изведува помошното праволиниско движење. Носачот на работното вретено, односно алатот за брусеење (4) се поместува по водилките на столбот (2) со помош на рачката (5). Со ова вертикално поместување се врши доближување на алатот за брусеење до предметот односно регулација на длабочината на режењето. Со рачката (6) се врши странично поместување на предметот за да може да се обработи неговата површина.

Прицврстувањето на предметот кај овие брусилки може да се изведе или со механички или со електромагнетен прицврстувач. Со ова електромагнетно прицврстување е овозможена целосна паралелност на обработуваните површини на предметот, па затоа кај современите брусилки од овој тип тоа и наповеќе се употребува.

Помошното праволиниско движење кај овие брусилки најчесто се остварува со помош на хидрауличен механизам.

Брусилките за рамно брусеење со вертикално работно вретено, како алат употребуваат *чиниест* или *чашкаст* алат за брусеење. Наменети се за обработка како на призматични така и за кружни површини. Условот кој при тоа треба да биде исполнет е, ширината на предметот кој се обработува да биде помала од пречникот на алатот за брусеење. Овој услов важи за случај кога на брусилката се обработуваат призматични површини. Кај таквите брусилки носачот на алат, односно на работното вретено има можност да се закоси за определен агол, кога алатот за брусеење прави т.н. *лачна обработка на предметот*.

Работното кружно движење кај нив го изведува алатот за брусеење, кој заедно со носачот на работното вретено, може да се поместува ^{горе}/_{долу}, со што се врши регулирање на длабочината на брусеење. Со оглед на тоа што предметот има помала ширина од дијаметарот на алатот за брусеење, тој има само едно помошно движење помошно движење праволиниско движење.

Постојат брусилки со вертикално работно вретено, на кои можат да се точат рамни кружни површини. На овој вид на брусилки предметите што се брусат се прицврстуваат со магнет на една кружна вртлива плоча, која преку засебен електромотор и запчести преносници добива помошно кружно движење.

Работното вретено што е прицврстено на една конзола заедно со алатот за брусеење го изведува работното кружно движење со големи периферни брзини. За да може да се регулира длабочината на брусеење, конзолата, заедно со работното вретено и алатот за брусеење. Може да се поместува по вертикална рамнина ^{горе}/_{долу}. Условот кој мора да биде исполнет кај овие брусилки е, дијаметарот на алатот за брусеење да биде најмалку еднаков на радиусот на кружната плоча на која се прицврстуваат предметите.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Сите други брусилки со кои се врши некоја посебна обработка, односно со кои се врши брусење на некоја посебна форма или профил, ги наречуваме **специјални брусилки**. Нивниот број е голем, исто така е голема и разликата во нивните конструкции.

Со цел да го поедноставиме нивното изучување ќе ги групираме во три групи, и тоа:

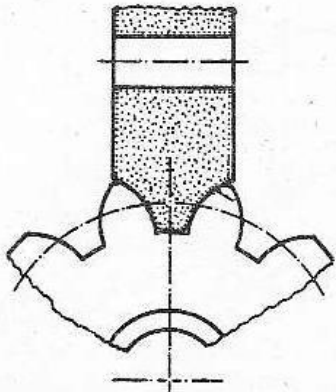
- ✓ брусилки за брусење запченици;
- ✓ брусилки за брусење навојници; и
- ✓ брусилки за острење на алат.

Брусилките за брусење запченици, се користат после извршената топлинска обработка на забите од запчениците поради тоа што се јавуваат извесни деформации кои во понатамошното користење би можеле штетно да влијаат врз нивната работа.

За да се отстранат овие деформации, а едновременно да се зголеми точноста и квалитетот на обработената површина, по термичката обработка задолжително се врши брусење на запчениците.

Постојат две методи за брусење на запченици. Разликата меѓу нив е во надворешната форма на алатот за брусење и предметот.

Првиот метод се темели на принципот на *копирање со посебни профилни алати* за брусење, додека вториот метод се темели на принципот на *релативно тркалање*.



Сл.7.10: Брусење на запченици со профилно точило по методот на Гар-Гриндинг.

7.4 БРУСИЛКИ ЗА ФИНО БРУСЕЊЕ

Кога од машинските делови се бара, големата точност и висок квалитет на обработената површина се применуваат посебни методи и брусилки, кои меѓу себе се разликуваат по положба на површините што се брусат.

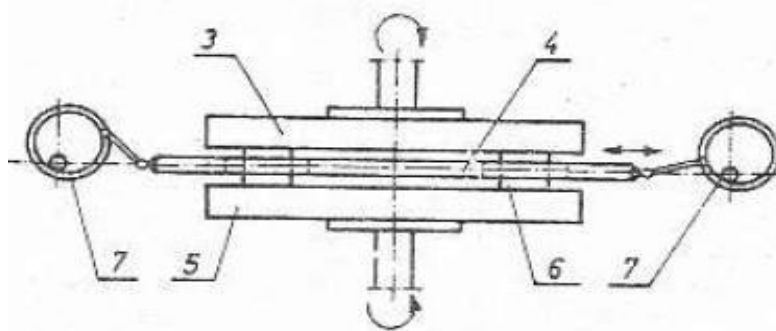
Во групата на овие обработки спаѓаат: *лепување; хонување; суперфиниш обработка; и полирање*. Брусилките со кои тие обработки се изведуваат ги

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

викаме: брусилки за лепување; брусилки за хонување; и брусилки за суперфиниш обработка.

Брусилките за лепување се наменети за најфино брусење на надворешни цилиндрични површини.



Сл.7.11: Принципиелна шема на брусилка за лепување.

Предметите (6) се поставуваат во посебен кафез (4), меѓу два хоризонтални диска (3 и 5). Диските се вртат со иста брзина ($100 \div 180 \text{ [}^m/\text{min]}$), но во спротивни насоки, така што на предметите им даваат вртливо движење. Кафезот (4) е сврзан преку лост со ексцентрите (7) кои на предметите им даваат праволиниско движење. Бидејќи овие две движења на предметите се едновремени, нивното резултантно движење ќе се остварува по некоја крива линија. Со други зборови тоа значи дека предметите едновремено ќе вршат движење со тркалање и со лизгање.

Горниот диск (3), заедно со конзолата, може да се свртува околу вертикалната оска, со што се олеснува поставувањето на предметите во кафезот.

Откако ќе се наместат предметите во кафезот и ќе се доведе средство за брусење (ситен прашок помешан со петролеј или разни паста за лепување кои вршат улога на сврзувачко средство), со механички или хидрауличен механизам се притиснува надолу горниот диск со што машината е подготвена за работа и може да се вклучи.

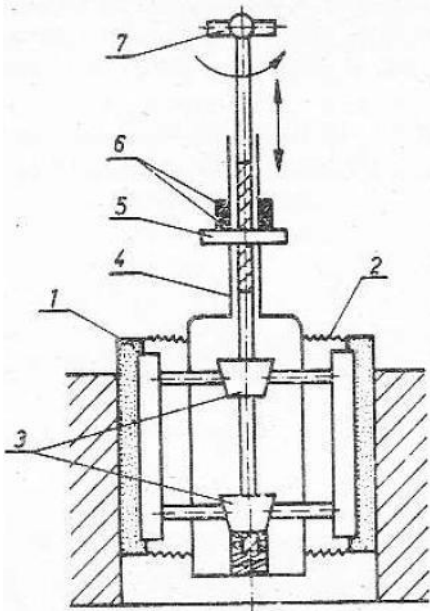
Брусилката за хонување е наменета за најфино брусење на внатрешни цилиндрични површини. Најчесто се со вертикално работно вретено, а според бројот на вретена ги има со едно или повеќе вретена. Во практиката овие машини најповеќе се употребуваат за обработка на внатрешните површини на цилиндрите кај моторите со внатрешно согорување, клипните компресори пумпи и др.

Алатот за хонување (сл.7.12) има форма на цилиндрично тело во кое се поставени елементите за брусење (1) чиј број е од $3 \div 12$. Овие елементи се изработени од многу фино средство за брусење, а се прицврстени со пружините (2) за цилиндричното тело (4). Во ова тело сместена е оската со конусите (3) за дотерување на елементите (1). Дотерувањето се врши со напречниот клин (5) и навртката за прицврстување и дотерување (6). Преку карданскиот зглоб (7), а од

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

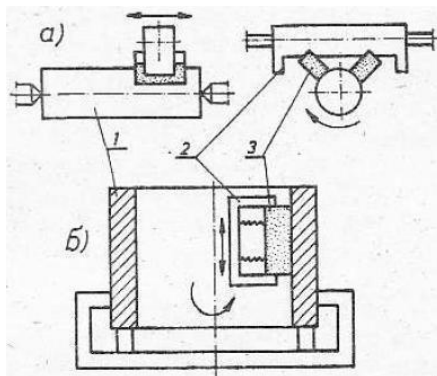
работното вретено на машината (од $60 \div 75$ [m/min]). Едновремено алатот, заедно со работното вретено, добива периодично праволиниско движење по должина на оската на обработуваниот предмет, преку механизмот вграден во конзолата на машината. Бројот на одовите на алатот во една минута се движи меѓу 16 и 100.



Сл.7.12: Видови на движење кај хонувањето.

Брусилки за суперфиниш обработка се наменети за најфинио брусење како на надворешни така и на внатрешни цилиндрични површини.

Алатот за брусење и во двата случаеви се состои од правоаголни алати за брусење (3), изработени од најфин материјал за брусење, кои преку пружини еластично се поврзани со специјалниот држач (2). Бројот на овие брусни делови се менува во зависност од големината на обработуваниот предмет и се зема од $1 \div 2$ за мали, односно $5 \div 6$ за големи предмети. Држачот (2), заедно со елементите за брусење (3), го изведува периодично праволиниското движење со $250 \div 1500$ двојни одови во една минута.



Сл.7.13: Принципиелен шематски приказ на суперфиниш обработка кај:
а) надворешни цилиндрични површини; и
б) внатрешни цилиндрични површини.

Предметот (1) кој е прицврстен меѓу шилци (сл.7.13: а) или во посебен прицврстувач (сл.7.13: б), помошното кружно движење го изведува со така

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

избрана брзина што, едно исто зрно од алатот за брусеење не поминува двапати ист пат по обработуваниот предмет. Ова е потребно за подобро ладење на зрната за точеење. Брзината на предметот се движи од $20 \div 60$ [m/min]. при обработка на алуминиум.

Како разладно средство при оваа обработка, исто како и при хонувањето се користи петролеј или смеса од петролеј и минерално масло во определени процентуални односи.

Машините за полирање ја немаат истата намена како досега опишаните машини. Имено од нив не се бара да дадат висок квалитет и голема точност туку да овозможат постигнување на блескава сјајност на обработените површини.

Конструкцијата на овие машини е многу едноставна. На едно подножје е поставено работното вретено на чии краеви се прицврстени еден или два диска. Работното вретено добива погон од електромотор, директно или преку ременски преносник. Периферните брзини при оваа обработка најчесто се големи и се земаат од $15 \div 35$ [m/s].

Дисковите, кои всушност претставуваат основен алат за полирање, се изработуваат најчесто од филц, кожа, свила и др., а се обложуваат со слој од средство за полирање или се премачкуваат со посебни пасти за полирање. Честопати дисковите се заменуваат со вртливи четки за полирање.

Постојат и современи методи за полирање со таканаречен абразивен млаз, добиен со мешање на определена количина вода или масло со абразивен материјал. Овој млаз, под притисок од $8 \cdot 10^5$ [N/m^2], се насочува кон обработуваната површина, со што се врши бомбардирање, односно отстранување на нејзините екстремни гребени.

7.5 ИЗБОР, ПРИЦВРСТУВАЊЕ И БАЛАНСИРАЊЕ НА АЛАТОТ ЗА БРУСЕЊЕ

Основен елемент што треба да се земе предвид при избор на алатот за брусеење е неговата намена, односно видот на материјалот што со него ќе се обработува. Според овој материјал се определува кое средство за брусеење е најповолно, каква треба да е финоста (гранулацијата) на неговите зрнца, какво сврзувачко средство и каква структура треба да има самиот алат за брусеење.

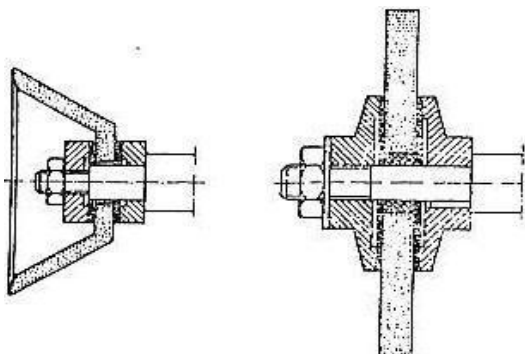
Секој производител на алат за брусеење дава посебни упатства за тоа каков брусен алат најмногу ќе одговара за определениот материјал и вид на обработка. Покрај овие упатства постојат и таблици од кои, според видот на обработката и обработуваниот предмет може да се избере и најповолниот алат за брусеење кој во дадениот случај ќе одговара најмногу.

Начинот на прицврстување на алатот за брусеење на вратилото од брусилката, зависи од големината на дијаметарот на отворот на брусната плоча.

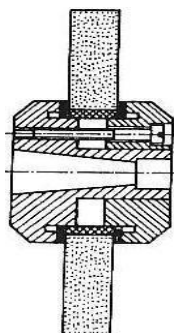
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

На сл.7.14 се прикажани два начина за прицврстување на алатот за брусење со мали дијаметри на отворите на брусилките, а на сл.7.15 е прикажано прицврстување на точило со голем дијаметар на отворот.



Сл.7.14: Прицврстување на алатот за брусење со мали внатрешни отвори и дијаметри.



Сл.7.15: Прицврстување на алатот забрусење со големи внатрешни отвори и дијаметри.

Заедничко кај овие начини на прицврстување е тоа што алатот за брусење не се навлекува на вратилото директно туку преку претходно излеан оловен прстен, кој го спречува како кршењето на алатот за брусење така и оштетувањето на работното вретено. Покрај тоа, при прицврстувањето е важно, помеѓу ивиците и алатот за брусење секогаш да има по еден прстен од кожа или гума, кој ќе го спречи кршењето на алатот за брусење при прицврстувањето.

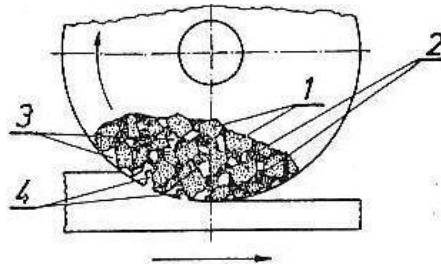
Ивичниците, а заедно со нив и овие прстени од еластичен материјал, треба да имаат дијаметар најмалку еднаков на $\frac{1}{3}$ од дијаметарот на точилото.

По прицврстувањето на алатот за брусење задолжително мора да се провери дали неговата маса е во рамнотежа (дали при работа ротира центрично или е ексцентар), и тоа на посебни машини за балансирање. Ова е потребно затоа што минималната неурамнотеженост на масите од алатот за брусење може да доведе до несакани последици, односно до кршење на алатот за брусење, а со тоа и до различни повреди на работникот што работи на него. Затоа работникот е должен, и покрај заштитниот оклоп околу алатот за брусење, задолжително да носи и заштитни наочари.

7.6 АЛАТ ЗА БРУСЕЊЕ

При обработка со брусене се употребуваат голем број на различни видови алати, односно алати за брусене. Кое алат за брусене ќе употребиме и со какви димензии ќе зависи од тоа каква е големината, обликот и намената на обработуваниот предмет.

И покрај тоа што постои разлика во обликот и големината, алатите за брусене имаат една заедничка карактеристична особина, а тоа е нивниот состав, односно нивната структура. Имено, како што покажува подолната слика секој алат за брусене е составен од средство за брусене (1) и сврзувачко средство (2), помеѓу кои се наоѓаат шуплините (3).



Сл.7.16: Структура на алатот за брусене и формирање на струганица.

Средството за брусене (1) служи за симнување на струганицата (4), а се состои од бесконечен број зрнца за брусене, додека сврзувачкото средство има за задача да ги поврзе тие зрнца за брусене во една целина со определен облик.

Како и кај досегашните алати (стругарски ножеви, сврдли и глодала) и кај алатот за брусене постои разлика во материјалите од кои се изработени. Затоа ќе бидат изучувани видовите средства за брусене и сврзувачките материјали што се користат притоа.

Според начинот на добивање, средствата за брусене може да бидат *природни и вештачки*.

Во **природните средства за брусене** спаѓаат:

- *силициум оксидот* (SiO_2), кој уште се вика *кварц* или *кремен*. се употребува за изработка на брусни плочи со поголеми дијаметри, наменети за брусене со ладење, а имаат тврдост 7 по Мосовата скала;

- *бусната хартија* - во својот состав покрај природниот корунд има и малку кремен и железен оксид (околу 30%). Имаат тврдост до 7,5 по Мосовата скала, а најчесто се употребува, како прав или налепен на хартија, при рачно брусене;

- *корундот* или како уште се вика *чист алуминиум оксид* (Al_2O_3), е подобар од бусната хартија и има тврдост по Мосовата скала 7,5 па и поголема;

- *дијамантскиот прав* е најквалитетен но затоа и најскап материјал. Неговата тврдост е поголема од 10 по Мосовата скала. Средството за брусене не се изработува целосно од овој прав, туку тој се наноси на друга подлога во тенок слој, и тоа на онаа површина (челна или периферна) со која ќе се врши

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

брусењето. Брусниот алат со дијамантски прав се употребуваат за брусење на многу тврди предмети (најчесто резачки алати) изработени од тврди метали или керамички материјали.

Вештачки средства за брусење има повеќе вида, и тоа:

- *вештачкиот корунд* уште се вика и *електрокорунд* затоа што се добива со топење на определена количина боксит и кокс во електрични печки. Подobar е од природниот корунд и има тврдост 9,2 по Мосовата скала. Погоден е за изработка на алат за брусење наменет за брусење на челик, бронза, челични и темпер одливки и др;

- *карборундум*, или како што се нарекува *силициум карбид*, има уште поголема тврдост која изнесува 9,75 по Мосовата скала. Се добива со топење на определена количина кремен, кокс, дрвена струганица и друго во електрични печки, на температура до 2000°C. Плочите за брусење изработени од овој материјал се употребуваат при обработка на тврди (леано железо, стакло, порцелан и друго), а и на меки материјали (алуминиум, месинг, меки бронзи и друго).

Покрај овие вештачки средства за брусење, уште постојат и таканаречените *боров оксид* (BC) и *нитротитанит*, кои по својата тврдост се подобри од сегашните и кои донекаде можат да го заменат дијамантскиот прав при брусењето на многу тврди материјали затоа што се поекономични од него.

Сврзувачки средства

Задачата на **сврзувачките средства** е да ги обединат во една компактна целина зрната за брусење и во определен момент, кога тие не ќе можат повеќе да симнуваат струганица, да овозможат нивно одвојување, односно опаѓање на алатот за брусење.

Во зависност од нивното потекло, разликуваме два вида сврзувачки средства, и тоа: *анаоргански* и *органски*.

Во анаоргански сврзувачки средства спаѓаат:

- керамичките средства, како што се глината и кварцот кои се погодни за изработка на алат за брусење наменети за секакво брусење;

- силикатните и магнезитните средства заедно ја сочинуваат групата на минералните сврзувачки средства. Се употребуваат само за фино и тоа суво брусење. Силикатното сврзувачко средство е воденото стакло, а магнезитното средство се разните видови на цемент.

Органските сврзувачки средства можат да бидат природни и вештачки.

Природни средства се шелакот и поголем број природни смоли, кои се одликуваат со голема жилавост и еластичност, но со голема осетливост на температурни влијанија. Се употребуваат за изработка на танки алати за брусење, а при брусењето дозволуваат употреба на големи резачки брзини.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

Вештачки средства се бакелитот, гумата, колофониумот, дуропластот и други. Ги имаат истите карактеристики како и претходните, а и намената им е идентична.

7.7 ТЕОРИЈА НА РЕЖЕЊЕТО ПРИ ОБРАБОТКА СО БРУСЕЊЕ

Бројот на елементите што влијаат врз обработката со точење е многу голем, така што нивното парцијално анализирање би создало поголема збрка отколку што би довело до разјаснување на проблемот. Затоа многуте влијателни елементи ќе ги обединиме во два, и тоа:

- ✓ *резачка брзина* при точењето; и
- ✓ *резачки отпори* при точењето.

Преку анализа на овие два елементи ќе биде опфатена и анализата на сите други кои директно или индиректно влијаат на процесот на режењето со точење.

РЕЗАЧКА БРЗИНА ПРИ ТОЧЕЊЕТО

Општата дефиниција на резачката брзина и при точењето е идентична со онаа што ја дадовме при дупчењето и глодањето. *Имено, под поимот резачка брзина ја подразбираме периферната брзина со која се врти алатот. односно точилото.*

Ако со D го обележиме пречникот на точилото во милиметри [mm], а со n бројот на обртите во минута, следува:

$$\frac{v}{1000} \left[\frac{m}{min} \right] \qquad \frac{v}{1000} \left[\frac{m}{min} \right]$$

Како што се гледа од горниот израз, врз резачката брзина влијаат само спомнатите два елемента. Меѓутоа, испитувањата што поголем број научници ги вршеле со цел да внесат што повеќе светлина во проблемот на резачката брзина покажале дека постои зависност помеѓу резачката брзина (v), трајноста на точилата (T), поместот (s), длабочината на режењето (b), финоста на зрцата (z) и брзината на помошното кружно движење на предметот (v_p). Оваа зависност е

содржана во изразот:
$$p = \left(\frac{v}{1000} \right)$$

Од овој израз може да се извлече заклучок дека, ако сакаме точилото да има поголема трајност, обработката со точење треба да ја вршиме со поголеми резачки брзини (v) и поквалитетни точила (поголем број на зрнца (z)), односно помали длабочини на струганицата и помали брзини на предметот (v_p).

Големите резачки брзини на точилото, од друга страна, се причина за појавување на големи напрегања предизвикани од центрифугалните сили што дејствуваат на масата на точилото. Овие напрегања, како што покажале

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

испикувањата на Круг и Шлехтвег, зависат од периферната брзина на точилото (v) во [m/sec], специфичната тежина на материјалот на точилото (γ) во [N/cm^3], земјиното забрзување (g) во [cm/s^2] и еден коефициент (C), а дадени се во изразот:

$$P_p = C \cdot v^2 \cdot \gamma \cdot g$$

Понатамошните испитувања што ги вршел Круг покажале дека, како последица од триењето меѓу точилото и предметот, точилото е изложено на уште едно напрегање. Ова напрегање се јавува како резултат на температурните разлики помеѓу надворешните и внатрешните слоеви на точилото, кои предизвикуваат различни брзини на ширење.

Според Круг, ова напрегање е дадено со изразот:

каде што:

t - температурна разлика;

β - коефициент на топлинско ширење; и

α - реципрочна вредност од модулот на еластичноста на сврзувачкото средство.

Најповолните резачки брзини и брзините на помошното движење на разни обработувани материјали дадени се во табелата 7.1.

Табела 7.1: Вредности на v и v_p при точењето на рамни и тркалезни површини.

Материјал за обработка	Вид на точење	v [m/sec]	v_p [m/min]	
			Фино	Грубо
Челик и челична одливка	тркалезно	30÷35	6÷8	12÷15
	внатрешно	25	15	22
	рамно	30	20	30
Леано железо	тркалезно	20	6÷10	12÷15
	внатрешно	18÷20	18÷22	
	рамно	18÷20	12÷15	
Бакарни легури	тркалезно	30	14÷16	18÷20
	внатрешно	30	14÷16	18÷20
	рамно	30	20÷30	
Алуминиум и алуминиумски легури	тркалезно	20÷25	28÷30	
	внатрешно	20÷25	12÷35	
	рамно	20÷25	12÷35	

РЕЗАЧКИ ОТПОРИ ПРИ ТОЧЕЊЕТО

Со оглед на сето досега речено за точењето може да се заклучи дека оваа обработка во сите елементи е слична со обработката со глодање. Затоа и при

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

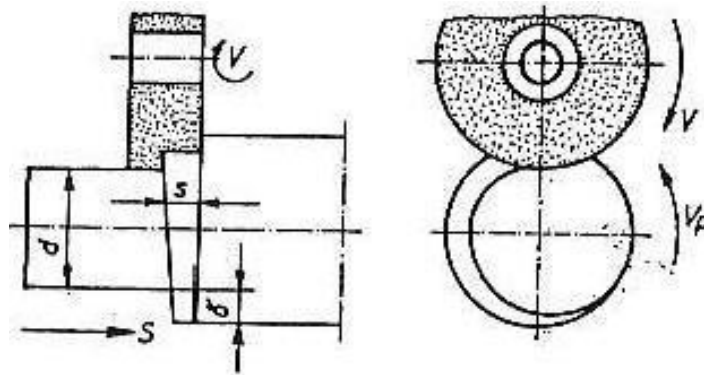
III година - скрипта

определувањето на резачките отпори при точењето ќе се послужи́ме со изразот за средната периферна сила, определен при глодањето, кој гласи:

$$F_p = \frac{K \cdot s \cdot b}{d}$$

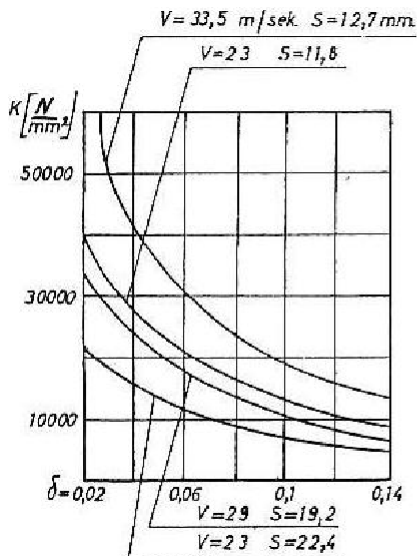
каде што:

- s - надолжен помест [mm];
- b - длабочина на точењето [mm];
- V_p - брзина на кружното движење на предметот [m/min];
- V - периферна брзина на точилото [m/sec];
- K - специфичен отпор на режењето [N/mm^2].

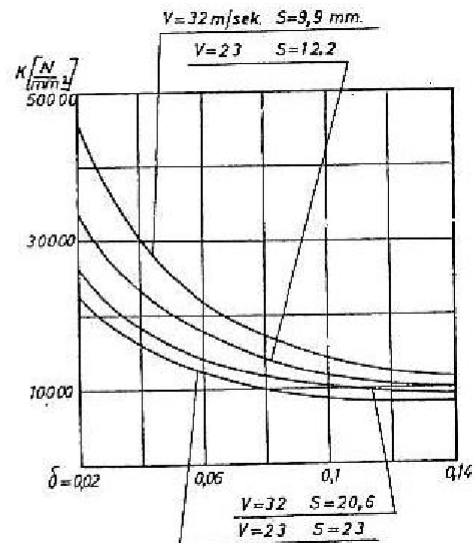


Сл.7.17: Движење при обработка со точење.

Специфичниот отпор на режењето (K) зависи од надолжниот помест (s) и длабочината на режењето (b), а за леано железо и челик, неговите вредности можат да се определат од дијаграмите прикажани подолу.



Сл.7.18: Специфичен отпор на режењето при точење на леано железо.



Сл.7.19: Специфичен отпор на режењето при точење на челик.

7.8 КАРАКТЕРИСТИКИ НА БРУСНИТЕ КАМЕЊА

Основни карактеристики на точилата се: големината на зрната на средството за точење, односно финоста на точилото, неговата тврдост и структура.

- **Финоста на точилото** која зависи од големината на зрната се определува со просејување на средството низ посебно сито, и тоа според бројот на дупчињата на еден квадратен цол, од ситото низ кои се уште пропаѓаат зрната.

Тој број на дупчиња ја определува големината на зрната и според неговата вредност постојат:

- ✓ многу груби зрна означени со броевите: 8, 10, 12 и 14;
- ✓ груби: 16, 20, 24 и 30;
- ✓ средно груби: 36, 46, 50 и 60;
- ✓ фини: 70, 80, 100 и 120;
- ✓ многу фини: 150, 200 и 220; и
- ✓ исклучително фини: 250, 280, 300 и 320 зрна.

Сите други зрна чиј број е поголем од 320 спаѓаат во прашоци, а нивниот број се определува со таложење во вода, при што е меродавно времето потребно за таложење на дното од садот. Бројот во минутите ја дава бараната финост на прашакот.

- **Тврдоста на точилото** под која подразбираме отпорот на зрната за точење против одделувањето од сврзувачкото средство, не ја определува тврдоста на средството за точење туку цврстината и тврдоста на сврзувачкиот материјал.

Тврдоста на точилото и тврдоста на обработуваниот материјал имаат меѓусебна обратнопропорционална зависност. Тоа значи, дека при точење на тврди материјали ќе употребиме меки, а при точење меки ќе употребиме тврди точила. Горното е битно да се знае затоа што кај тврдите материјали доаѓа со побрзо затапување на зрната па треба тие што побрзо да отпаднат, додека при точење на меки материјали затапувањето на зрната е помало па треба тие што подолго време да симнуваат струганица, односно да не отпаѓаат предвреме.

Тврдоста на точилата се обележува со латински букви од E ÷ Z или со броевите од 1 ÷ 12 што зависи од нивниот производител. Така според фирмата Нортон имаме 6 групи:

- ✓ многу меки E, F, G, H;
- ✓ меки I, J, K;
- ✓ средно тврди L, M, N;
- ✓ тврди O, P;
- ✓ многу тврди Q, R, S;
- ✓ исклучително тврди точила T, U, V, W, Y, Z.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

- **Структурата на точилото се определува според волуменскиот однос на зрната за точење, сврзувачкото средство и порите, односно шуплините меѓу нив.** Според овој однос, точилата можат да бидат со поголема или помала порозност, односно со густа или со ретка структура. Точилата со густа структура, која се карактеризира со поголемо растојание меѓу зрната, се употребуваат за точење на кршливи материјали, а оние со ретка структура за точење на еластични и жилави материјали.

Според густината имаме:

- ✓ густы сврзувачки средства (I, II, III),
- ✓ средно густы (IV, V, VI); и
- ✓ порозни (VII, VIII и IX).

Обележување на точилата

И ознаката на точилото зависи од производителот, а нејзиниот комплетен состав се уште не е стандардизиран. Покрај видот на материјалот за точење, ознаката треба да содржи уште и податоци за големината на зрната, тврдоста, густината и видот на сврзувачкото средство.

Така на пример, ознаката:

Si C 60. K. V. Ke

ни покажува дека точилото е изработено од **силициум карбид** со финост **60**, чии зрна се поврзани со сврзувачко средство со тврдост **K**. Густината на сврзувачкото средство е **V**, а видот на сврзувачкото средство е **керамичко**.

Форми на точилата

Точилата според формата што ја имаат, можат да се поделат во две групи, и тоа: стандардни и специјални точила.

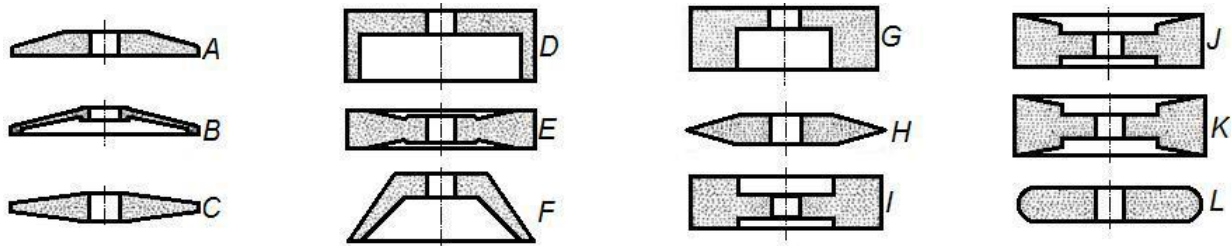
На сл.7.8 подолу се прикажани стандардни точила со следните ознаки:

- A - чиниесто точило за точење на глодала;
- B - чиниесто точило за точење на глодала со остри заби;
- C - точило за глодала со потстругани заби;
- D - чашесто точило за точење на развртки;
- E - обично плочесто точило за разни рачни работи; F - конусно чашесто точило;
- G - точило за завојни сврдли;
- H - плочесто точило со конусен профил;
- I, J, K - различни плочести точила; и
- L - профилно точило за точење полукружни жлебови.

Формата на специјалните точила зависи од видот на површината што ќе се обработува, па постојат точила за: запченици, навојни жлебови, разни профили, полжави и полжавести кола и други.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта



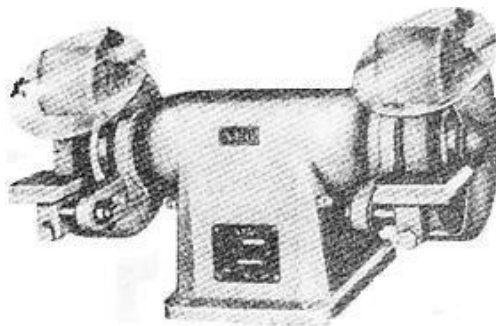
Сл.7.20: Разни форми на точила.

7.9 РАБОТНИ ПРАВИЛА И ЗАШТИТА ПРИ БРУСАЧКИТЕ РАБОТИ

Поради големото искрење, појавата на прав и опасности од распрскување на брусната плоча под дејство на центрифугалната сила при брусењето мора да се обрне особено внимание на заштитните мерки, како и на самото ракување со брусилката и работниот предмет.

При работа со која и да било брусилка треба да се обрне особено внимание на следново:

1. Брусната плоча да биде правилно и сигурно прицврстена и да не биде оштетена - напукната;
2. Околу брусната плоча да се наоѓа сигурносна заштитна маска;
3. Задолжително да се носат заштитни очила;
4. Создадениот прав при сувото брусење интензивно да се вшмукува;
5. Не смеат да се пречекорат пропишаните обемни брзини на брусните плочи;
6. При мокрото брусење брусната плоча не смее да биде во допир со вода за врем на мирувањето;
7. Работникот при брусењето мора да биде настрана од можниот правец на распрснување на брусната плоча.



Сл.7.21: Работилничка брусилка.

При работа со работилничка брусилка треба да се обрне внимание уште на следново:

1. Положбата на потпорот на раката и работниот предмет и положбата на заштитната маска на брусилката смее да се регулира (нагодува) само кога брусилката мирува (не работи).
2. По поставувањето брусната плоча мора да се движи напразно 30÷60 минути.

ТЕХНОЛОГИЈА НА ОБРАБОТКА

III година - скрипта

3. При острењето на најголем број алати, ако посебно не е спомнато, брусењето е „влажно“, односно алатот повремено се лади во вода со додаток 3÷5% сода за да не дојде до негово прекувремено загревање и прегорување.

ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ

1. Која е намената на финалните обработки со симнување на струганици?
2. Како се обезбедува потребната точност на обработката при финото стружење?
3. Кои материјали се употребуваат за острицата на алатот при фино брусење?
4. Објасни го начинот на обработка со хонување!
5. Кои се предностите на хонувањето?
6. По што се разликува лепувањето од другите видови финални обработки?
7. Што се употребува како средство за лепување?
8. Како се изведува рачното, а како машинското лепување?
9. Како се изведува обработката „суперфиниш“?
10. Што се постигнува со полирањето?