

**Блаже Митев**  
**Фредерика Тасевска**  
**Ирина Иванова**

# **МАШИНИ И ОПРЕМА**

**за III година средно стручно образование на  
насоката за машински техничари**

Авторски тим:

Блаже Митев

Фредерика Тасевска

Ирина Иванова

Рецензенти:

проф.д-р Валентина Гечевска

м-р Методија Поповски

м-р Сузана Масларова

Лектор:

Симона Груевска-Маџоска

Илустратор:

Фредерика Тасевска

Ирина Иванова

Прво издание

**Издавач:** Министерство за образование и наука за Република Македонија

**Печати:** Графички центар дооел, Скопје

**Тираж:** 400

Со Одлука за одобрување на учебник по предметот Машини и опрема за трета година Струка; машинска профил; машински техничар бр.22-1044/1 од 17.06.2011 донесена од Национална комисија за учебници.

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека "Св.Климент Охридски", Скопје

АВТОР: Митев, Блаже - автор

ОДГОВОРНОСТ: Тасевска, Фредерика - автор // Иванова, Ирина - автор

НАСЛОВ: Машини и опрема : за III година машински техничар

ИМПРЕСУМ: Скопје : Министерство за образование и наука на Република Македонија, 2011

ФИЗИЧКИ ОПИС: 208 стр. : илустр. ; 28 см

ISBN: 978-608-226-313-7

УДК: 621.9-1(075.3)

ВИД ГРАЃА: монографска публикација, текстуална граѓа, печатена

ИЗДАВАЊЕТО СЕ ПРЕДВИДУВА: 07.11.2011

COBISS.MK-ID: 89115402

## ПРЕДГОВОР

Овој учебник е пишуван според наставниот план и програма за предметот „МАШИНИ И ОПРЕМА“ за III година средно стручно образование, за образовен профил – машински техничар. Наставниот предмет е застапен со 2 часа неделно, односно 72 часа годишно. Статусот на наставниот предмет е задолжителен.

Целта на учебникот е учениците да стекнат основни теоретски знаења кои ќе ги имплементираат во практичната настава, за конструкцијата и функцијата на машините и алатите за обработка со режење, алатите кои ги користат машините за обработка со режење и машините за обработка со пластична деформација.

Учебникот го следи редоследот на содржините на наставната програма и содржи седум поглавја. Главна задача на авторите беше предвиденото наставно градиво да се сведе на определениот фонд на часови и со доволен број фотографии, илустрации, шеми и цртежи да се доближи до учениците за да можат побрзо, полесно и подобро да го совладаат.

Авторите ја користат можноста да искажат посебна благодарност на рецензентите на овој учебник: проф.д-р Валентина Гечевска, м-р Методија Поповски и м-р Сузана Масларова, како и на лекторот д-р. Симона Груевска Маџовска.

Од авторите



# 1

## СТРУГОВИ

### 1.1. ОСНОВНИ ПОИМИ ЗА МЕТАЛОРЕЗАЧКИТЕ МАШИНИ И НИВНАТА НАМЕНА

Металорезачки машини се машини на кои се врши обработка со симнување на струганица, т.е. обработка со режење. Нивна основна намена е димензионална обработка на делови преку симнување на струганица. Таа може да претставува и завршна обработка на деловите кои потоа одат на монтажа.

Под поимот обработка со режење, т.е. обработка со симнување на струганица подразбираме одделување на мали слоеви од материјалот што се обработува.

Обработката со режење била позната многу одамна. Првобитната обработка се вршела само рачно. Со развојот на науката и техниката станало можно и неопходно рачната обработка да се замени со машинска, која дава поголема точност и производност.

Како резултат на стремежите да се механизира рачната обработка конструиран е првиот струг кој не се разликува многу од денешните стругови. Тој воедно е и првата металорезачка машина. Понатамошниот развој и усовршување на обработката со режење е поврзано и со понатамошниот развој на металорезачките машини – нивно усовршување и појава на нови типови.

### 1.2. ПОДЕЛБА НА МЕТАЛОРЕЗАЧКИТЕ МАШИНИ

Машинската индустрија како резултат на брзиот технолошки развој располага со голем број различни металорезачки машини. Една општа класификација која би ги опфатила сите нивни техничко-технолошки карактеристики е многу тешко да се направи. Затоа, најчесто нивната поделба се врши од повеќе различни аспекти и тоа според:

1. основните технолошки операции кои се вршат на нив

- Стругови
  - Дупчалки
  - Глодалки
  - Глодало-дупчалки
  - Обработувачки центри
  - Рендисалки
  - Провлекувачки
  - Пили
  - Брусилки

2. работното движење
  - Машини со кружно работно движење (стругови, глодалки, дупчалки и др.)
  - Машини со праволиниско работно движење (рендисалки, провлекувачки и др.)
3. намената
  - Универзални
  - Специјални
  - Специјализирани
4. големината
  - Лесни
  - Средни
  - Тешки
5. точноста на работата
  - Нормални
  - Со зголемена точност
  - Со висока точност
  - Со особено висока точност
6. начинот на управување:
  - Машини со рачно управување
  - Полуавтомати
  - Автомати
7. бројот на работни вретена
  - Едновретени
  - Повеќевретени
8. положбата на работното вретено
  - Хоризонтални
  - Вертикални

Кај сите металорезачки машини се разликува: работно движење кое може да биде кружно и праволиниско во зависност од видот на машината и помошно движење – помест, кое обично е праволиниско, само кај некои машини е кружно. При работното движење се врши симнување на струганица од обработуваниот предмет. Кој го изведува главното движење, односно помошното, и дали е кружно или праволиниско, зависи од технолошката операција и конструкцијата на машината.

Универзалните металорезачки машини се одликуваат со тоа што на нив можат да се изведуваат различни технолошки операции. Се сретнуваат во производни погони каде производството се одвива во мали серии и има честа промена на производот. Снабдени се со разни помагала за брзо и точно поставување на обработуваниот предмет, водење на резачкиот алат и др.

Специјалните металорезачки машини служат за изведување на специјални операции или изработка на типски делови. Наменети се за масовно или големосериско производство.

Автоматските машини работат според претходно изработена програма која овозможува последователност на технолошките операции.

При полуавтоматските машини сите движења се автоматски, освен поставувањето и симнувањето на обработуваното парче од машината, додека при автоматите и овие движења се автоматизирани.

### 1.3. КЛАСИФИКАЦИЈА НА СТРУГОВИТЕ

Голем број делови што се користат во машинската индустрија имаат ротациона форма. За обработка на овие делови се применува обработката со стружење како завршна обработка со симнување на струганица. Поради тоа, потребно е да се познаваат основните принципи на обработката со стругање. Тоа е возможно доколку се познаваат основните движења кај струговите, нивната конструкција, нивните основни органи и механизми, особините на материјалот од кој е изработен алатот и начинот на избор на елементите на режимот на обработка (резна брзина, помест, длабочина на режење).

За изработување на машинските делови со стругање се користат голем број различни машини – стругови. Нивната конструкција зависи од голем број фактори: намената, големината, точноста на обработката и др. Во зависност од тоа, струговите можат да се поделат на различни начини и тоа според:

1. технолошките особини (универзални, специјални и прецизни)
2. големината (лесни, средни и тешки)
3. начинот на управување (со рачно управување и со автоматско управување)
4. со оглед на точноста (стругови со нормална точност и прецизни стругови)
5. во зависност од видот на производството (стругови за поединечно производство - универзални, челни, карусел и др., стругови за сериско производство - копирни, револвер-стругови и др. и стругови за масовно производство - автомати и полуавтомати.)

Денес се повеќе се користат нумерички управуваните машини, кои поради својата флексибилност можат да се применуваат и во поединечното и во сериското и големосериското производство.

Струговите можат да се групираат и според други карактеристики, но сепак најзастапена е поделбата според нивната намена и конструкција и тоа на:

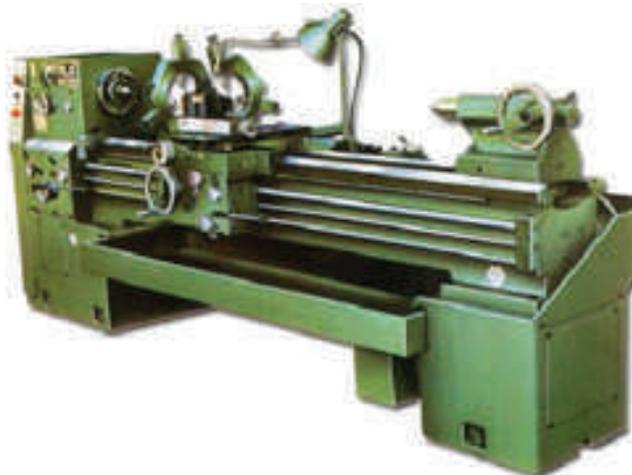
- универзални стругови
- револвер-стругови
- автоматски и полуавтоматски

- челни стругови
- вертикални (карусел) стругови
- специјални стругови
- NC-стругови

Покрај наведените поделби, струговите се препознаваат и според нивните технички карактеристики. Различните видови се карактеризираат со свои специфичности. Техничките карактеристики ги наведува производителот на стругот.

### 1.3.1. УНИВЕРЗАЛЕН СТРУГ

Универзалниот струг, во однос на сите останати стругови, има најголема примена во производството (слика 1.1). На овој струг може да се изведуваат сите стругарски операции вклучувајќи и изработка на навој. Главни конструктивни карактеристики на универзалниот струг се:

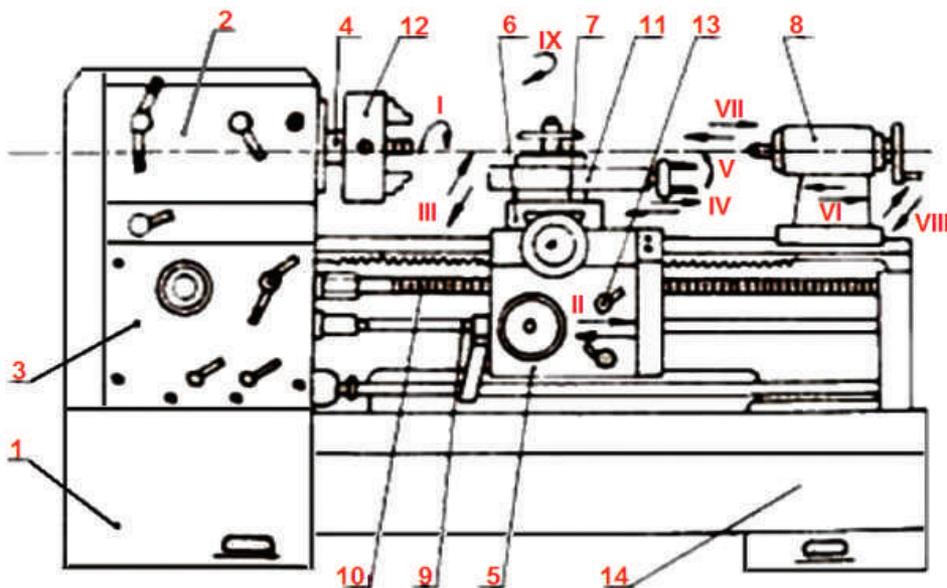


Слика 1.1: Општ изглед на универзален струг

1. поле на регулирање на броевите на вртежи на вретеното од  $n_{min}$  до  $n_{max}$
2. различни броеви на вртежи
3. најголемиот дијаметар на предметот кој може да се обработува
4. максималната должина на предметот кој се обработува
5. поле на регулирање на поместот  $s$ , од минимални до максимални вредности
6. различниот број на помести
7. различен број на помести за изработка на навој
8. снагата на електромоторот
9. габаритот на стругот
10. тежината на стругот

Универзалниот струг се разликува од останатите стругови по тоа што освен влечно има и завојно вретено кое служи за автоматско нагонување на чекорот на носачот на алат при режење на навој.

Основни елементи и склопови на универзалниот струг се (слика 1.2): 1-основа, 2-преносник за главно движење, 3-преносник за помошно движење, 4-главно вретено, 5-носач на алат, 6-напречен супорт, 7-свртлив супорт, 8-коњче, 9-влечно вретено, 10-завојно вретено, 11-држач на ножот (алатот), 12-држач на обработуваниот дел, 13-рачки за вклучување и исклучување на носачот на алат, 14-корито за собирање на струганица.

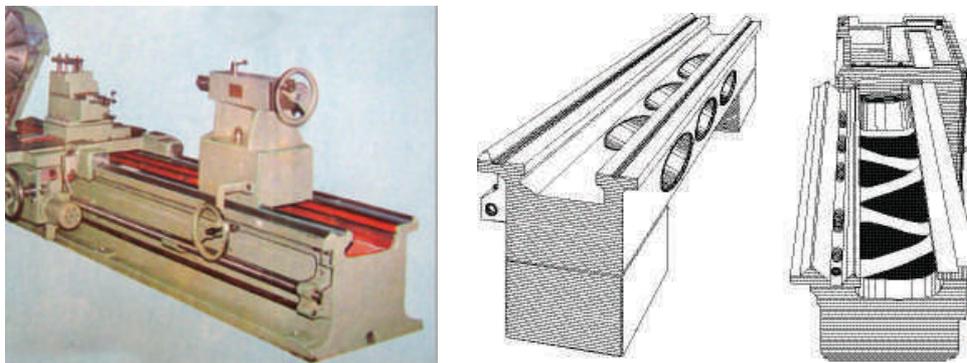


Слика 1.2: Основни елементи и движења на универзалниот струг

Иако струговите се разликуваат меѓу себе според нивните конструктивни и функционални особини, претходно наведените елементи и склопови се среќаваат скоро кај сите типови стругови.

### 1.3.1.1. ОСНОВИ И ВОДИЛКИ

Основата ги поврзува сите органи на стругот. Таа ги прифаќа сите отпори и ги придушува вибрациите кои се јавуваат при процесот на режење. Основата е носечка конструкција која обезбедува правилна меѓусебна положба на сите органи. Треба да се одликува со голема крутост и функционалност. Се изработува со леење од сиво леано железо или модифицирано леано железо.



Слика 1.3: Основи и водилки

Освен со леене, се среќаваат и основи изработени и со заварување кои имаат доволна крутост и при помали тежини. Се изработуваат побрзо и полесно од леаните. Формата на основата зависи од функционалноста на машината, положбата на водилките, тежината на подвижните елементи, видот и количината на одведената струганица и др.

Најважен дел на основата се водилките. По нив се движат подвижните делови на стругот. Водилките треба да бидат точно изработени и да се одликуваат со голема отпорност од абење. Отпорноста на абење се постигнува со површинско калење. Можат да бидат изработени заедно со основата или одделно.

#### 1.3.1.2. ПОГОНИ ЗА РАБОТНО ДВИЖЕЊЕ

За да можат да се изведат сите механички движења кај струговите потребен е погон кој ќе ја претвора електричната енергија во механичка. Тоа се остварува со помош на електромотор. Кај класичните стругови за остварување на основните движења се користи главно еден електромотор.

Кај струговите се применуваат разни електромотори, како што се: асинхроните електромотори, електромотори за еднонасочна струја, електромотори со континуирана промена на вртежи и чекорни електромотори.

Класичните стругови најчесто користат асинхрони електромотори, еднобрзински и повеќебрзински.

Кај современите нумерички управувани стругови се користат регулирани електромоторни погони кои обезбедуваат континуирана промена на бројот на вртежи. Со тоа се поедноставуваат преносниците за движење и се овозможува прецизен избор на резните режими.

### 1.3.1.3. ПРЕНОСНИЦИ ЗА РАБОТНО (ГЛАВНО) ДВИЖЕЊЕ

За да се постигнат оптимални резни режими потребно е стругот да располага со одреден дијапазон на различен број на вртежи. Тоа се постигнува со преносникот за главно работно движење. Од еден број на вртежи кои се остваруваат со електромоторот со помош на преносникот за главно движење се добива поголем број различни движења на главното вретено. Можни се повеќе различни поделби на преносниците за главно движење, и тоа според:

#### 1. промената на бројот на вртежи

- Преносници со степенеста промена на бројот на вртежи
- Преносници со континуирана промена на бројот на вртежи

#### 2. начинот на пренесување на бројот на вртежи

- Механички
- Хидраулични
- Електрични
- Комбинирани

Кај најголемиот број класични стругови најмногу се користат механичките преносници (слика 1.4).



Слика 1.4: Механички преносник

Механичките преносници се составени од вратила, запченици (цилиндрични – со прави или завојни заби – и конусни), спојки, лежишта и куќиште. Овие елементи на вратилата можат да бидат поставени: фиксно, подвижно или слободно.

Фиксно поставен елемент значи дека го прима или го предава движењето и на вратилото е поставен фиксно, односно нема можност аксијално да се поместува во однос на оската.

Подвижно поставениот елемент исто така го прима или го предава движењето и има можност аксијално да се поместува по должина на оската.

Слободно поставениот елемент нема можност ниту да прима ниту да предава вртлив момент од вратилото.

### 1.3.1.4. ПРЕНОСНИЦИ СО СТЕПЕНЕСТА ПРОМЕНА НА ВРТЕЖИТЕ

Во најголем број случаи струговите имаат преносници со степенеста промена на вртежите. Тоа значи дека во вкупниот дијапазон на вртежи се остваруваат само одреден број. Преносниците со поголем број на различни вртежи даваат можност за избор на резни режими поблиски до оптималните, но затоа тие се посложени и поскапи.

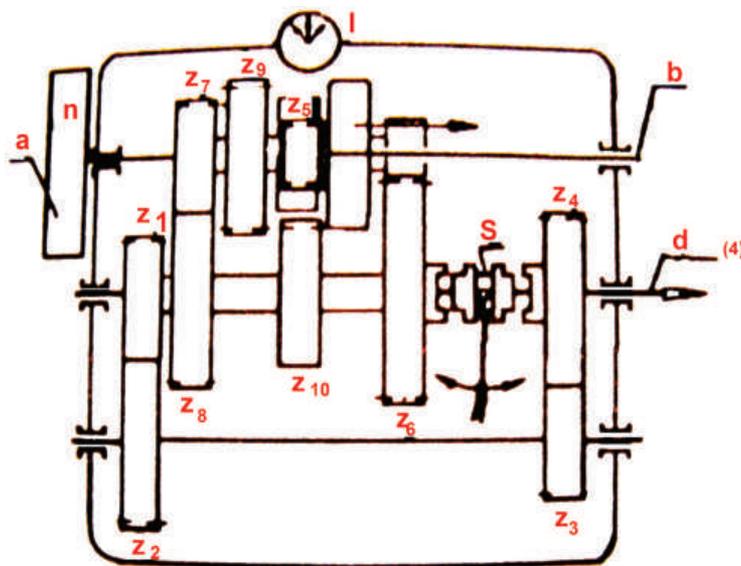
Постојат повеќе начини на кои може да се оствари степенеста промена на бројот на вртежи: аритметички, геометриски, двојно геометриски и логаритамски. Заедничко за сите промени е нивната крајна цел - добра распределба на вртежите во одреден дијапазон.

Броевите на вртежите се стандардизирани и се избираат од табели.

Во текот на развојот на струговите создадени се различни конструкции на преносници. Први и најдолго применувани се преносниците со ремени, а подоцна нивната комбинација со запченици.

Преносниците кај класичните стругови денес се составени од запчести парови кои овозможуваат релативно голем број на различни броеви на вртежи. Вклучувањето, односно исклучувањето на запчестите парови се врши со спојки или со подвижна група на запченици.

На слика 1.5 е прикажан еден пример на преносник за главно движење кој овозможува остварување на шест различни броеви на вртежи на главното вретено.



Слика 1.5: Шема на преносник за главно движење

Од електромоторот со помош на ремен и ременица (a) се пренесуваат вртежите на вратилото (b). На вратилото (b) се наоѓа блок на запченици  $z_5 - z_1 - z_9$  кои можат да се поместуваат по должина на оската (b) и го пренесуваат движењето на запчениците  $z_6 - z_8 - z_{10}$  слободно поставени на вратилото (d). Со вклучување на спојката (s) во лево, блокот на запченици  $z_6 - z_8 - z_{10}$  се поврзува со главното вретено (d) се добиваат три различни броеви на вртежи  $n_4 - n_5 - n_6$  што зависи кој запченик од блокот  $z_5 - z_7 - z_9$  е вклучен со

запчениците  $z_6 - z_8 - z_{10}$ . Ако спојката (s) се вклучи во десно, запченикот  $z_4$  со поврзува со главното вретено така што понатамошниот пренос на движењето се врши преку запчениците  $z_3 - z_2 - z_1 - z_4$ . Со оваа кинематска врска главното вретено добива уште три различни броеви на вртежи  $n_1 - n_2 - n_3$ .

#### 1.3.1.5. ПРЕНОСНИЦИ СО КОНТИНУИРАНА ПРОМЕНА НА ВРТЕЖИТЕ

Преносниците со континуирана промена на вртежите овозможуваат да се остварат сите можни вртежи во одреден дијапазон. Што значи дека во тој дијапазон може да се избере и оптималниот број на вртежи. Промената на бројот на вртежи може да се врши и без сопирање на вртливото движење, односно во текот на работата на машината, за разлика од преносниците со степенеста промена каде вртливото движење треба да се сопре за да се вклучи друг пар на запченици.

Овие преносници работат со триење поради што се јавуваат загуби. Со нив се остварува мал преносен однос, а со тоа и мал вкупен дијапазон на вртежи. Поради тоа, овие преносници најмногу се користат во комбинација со преносниците со степенеста промена.

И покрај предностите, сепак, овие преносници не наишле на голема примена кај струговите и воопшто кај металорезачките машини, особено со појавата на современите електромотори со континуирана промена на вртежите.

#### 1.3.1.6. ПРЕНОСНИЦИ ЗА ПОМЕСТ

Како што и беше наведено, кај струговите како и кај сите металорезачки машини, покрај главно движење кое го изведува обработуваниот предмет, потребно е уште едно помошно движење кое го изведува ножот (алатот). Во зависност од условите на работа, потребно е и различно придвижување на ножот, односно помест. Тоа се остварува со преносникот за помест. Преносникот за помест има две задачи:

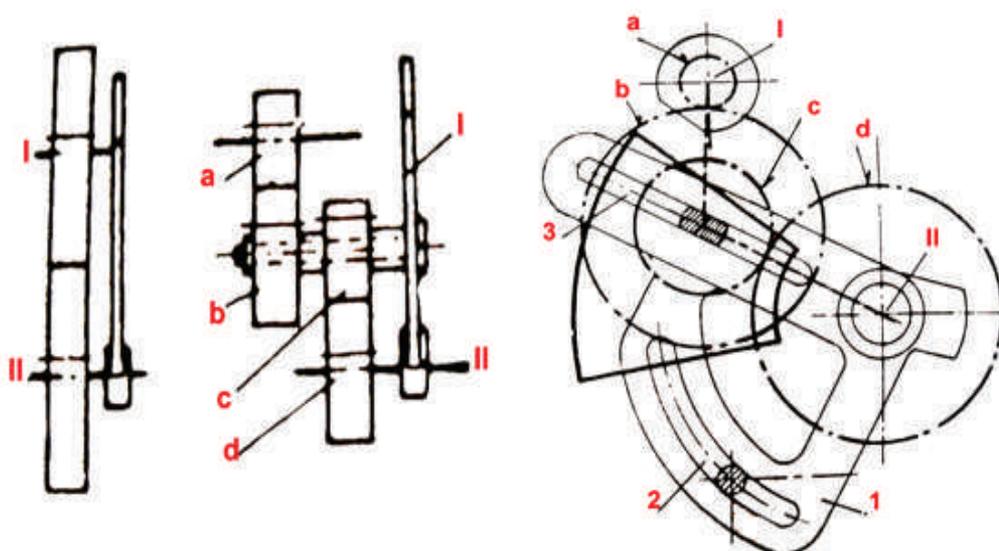
- 1) Кружното движење на погонско вретено за помест да го претвори во праволиниско и да го пренесе до алатот кој врши помошно движење
- 2) При константен број на вртежи на работното вретено на алатот да му соопшти различни помести (брзини)

**Преносникот за помест кај универзалниот струг** е сместен под преносникот за главно движење во висина на влечното и завојното вретено. Карактеристично е тоа што поместите кај универзалниот струг се подредени по аритметичка низа. Познато е дека навоите по стандард се подредени по аритметичка низа, а бидејќи на универзалните стругови се изработуваат и навои оттука и причината поместите да се подредени по аритметичка низа.

**Преносникот за помест кај струговите** добива погон од преносникот за главно работно движење. Тој се состои од кукиште во кое се сместени запченици, вратила, лежишта и спојки. Овие преносници можат да бидат со различна конструкција.

**Преносникот со изменливи запченици** се применува како дополнителен преносник кај универзалните стругови. Запчениците кај овој преносник се поставени на специјален кулисен носач наречен **лира**. Лирата овозможува лесна измена на запчениците со цел да се постигнат различни преносни односи.

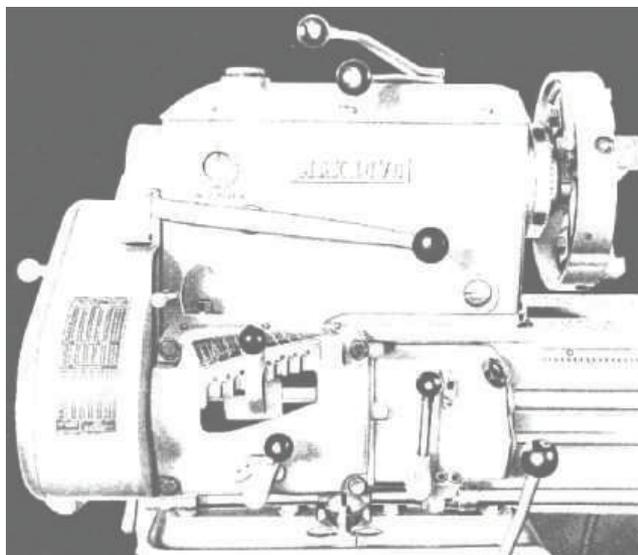
На слика 1.6 е прикажана шема на преносник со лира со еден и два пара запченици.



Слика 1.6: Преносник лира

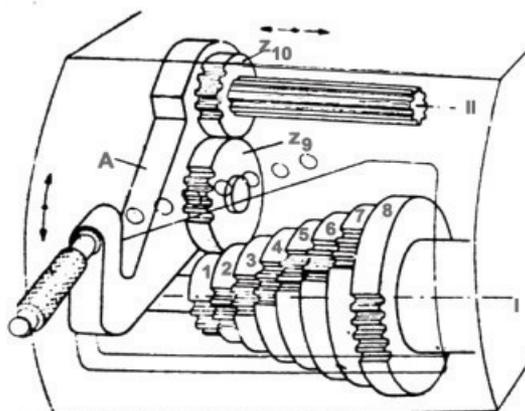
Лирата (1) има можност да се свртува околу вратилото (II), а со помош на два жлеба, аксијален (3) и во вид на лак (2), можат да се опфатат различни парови запченици со различни броеви на запци на различни меѓуоскини растојанија. Двата запченика (a) и (d) имаат фиксна положба. Оската на која се поставени запчениците (b) и (c) е подвижна по должината на аксијалниот жлеб. Со свртување на лирата по жлебот (2) се нагудува групата на изменливи запченици.

Со **Нортоновиот преносник** (слика 1.7) многу лесно може да се оствари распоред на поместите по аритметичка низа.



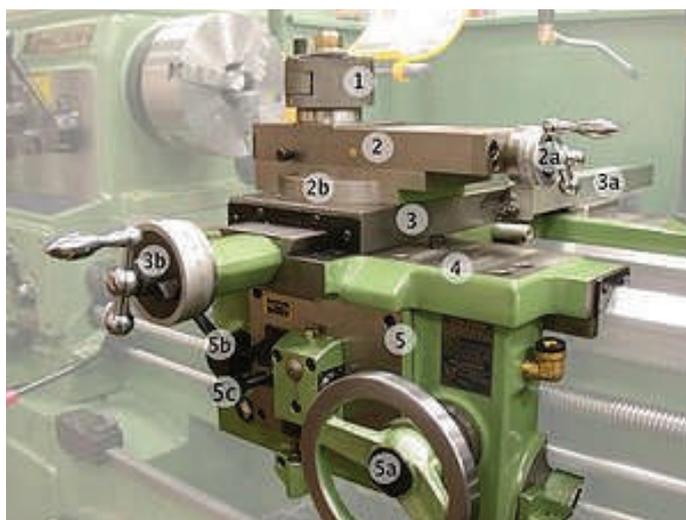
Слика 1.7: Нортонов преносник

На вратилото (I) нареден е сноп на запченици чии броеви на запци се наредени по аритметичка низа (слика 1.8). Секој запченик од снопот може да се приклучи преку склопот (A) составен од подвижен запченик  $z_{10}$ , кој е во зафат со паразитскиот запченик  $z_9$ . Склопот A има можност аксијално да се поместува по должината на вратилото (II) со што се доведува до саканата положба. На тој начин паразитскиот запченик  $z_9$  доаѓа во зафат со саканиот запченик од снопот и можат да се остварат толку различни броеви на вртежи колку што има запченици.



Слика 1.8: Нортонов преносник

**Носач на алат** – носачот на алат служи за поставување и стегање на резниот алат. При различни стругарски зафати ја обезбедува соодветната положба на алатот, како и помошните движења.



Слика 1.9: Носач на алат

На сликата 1.9 прикажан е носач на алат на кој:

Ножот се поставува во држач (1) кој е вграден во носачот на алат и стегнат со завртка и навртка (слика 1.9). Носачот овозможува надолжно, напречно и движење под агол на резниот алат во однос на обработуваниот предмет.

Надолжниот супорт е поставен на водилките на основата на стругот и овозможува надолжен помест паралелен со оската на обработуваниот предмет. Погон добива од завојното вретено (при изработка на навој), или од влечното вретено или рачно со завртување на рачката (5a)

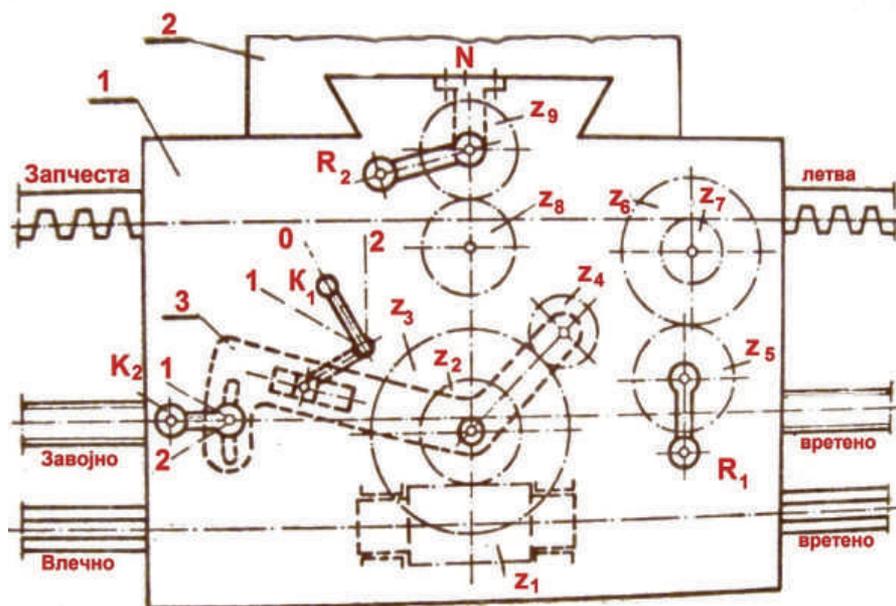
На надолжниот супорт се наоѓа напречниот супорт. Тој се движи под прав агол во однос на обработуваниот предмет по должина на водилките (3a) Ова движење може да се оствари по механички пат или рачно со рачката (3b)

На напречниот супорт е поставен вртливиот супорт. Вртливиот супорт се завртува под агол во хоризонтална рамнина, околу својата вертикална оска. На сликата вртливиот супорт е во нулта положба во однос на својата вертикална оска. Помест врши по водилките (2b). Погон добива со вртење на рачката (2a).

На долната страна на носачот на алат се наоѓа куќиште во кое е сместен преносниот механизам кој овозможува пренос на погонот на навојното или влечното вретено на надолжниот и попречниот лизгач. Карактеристично за овој преносник е тоа што со него се врши само распределување на броевите на вртежи, односно кое подвижување да се оствари, како и да се оневозможи да се вклучат две движења одеднаш.

Најчесто надолжниот и напречниот супорт се вклучуваат со ист запченик, што значи дека во ниеден случај не можат да се вклучат двата поместа истовремено.

На следната кинематска шема (слика 1.10) е прикажана уште една конструкција на супортната група при што е оневозможено вклучување на два поместа истовремено.



Слика 1.10: Кинематска шема на супортната група кај универзален струг

На влечното вратило е поставен полжавот  $z_1$  кој е во постојан зафат со полжавестото тркало  $z_2$  и овозможува пренос на вртливото движење до супортот. На вратилото на кое е поставено полжавестото тркало  $z_2$  е поставен и запченикот  $z_3$  кој е во зафат со запченикот  $z_4$ . Запченикот  $z_4$  се наоѓа на лостот (3). Положбата на лостот се регулира со рачката  $K_1$ . Во положба 1 запченикот  $z_4$  се вклучува со запченикот  $z_8$  од каде преку запченикот  $z_9$  и навртката  $N$  се вклучува напречниот супорт (2). Кога рачката  $K_1$  е во положба 2 запченикот  $z_4$  е во зафат со запченикот  $z_5$ , а преку запчениците  $z_6$  и  $z_7$  се остварува задвижување на надолжниот помест. Кога рачката е во положба 0 запченикот  $z_4$  е во неутрална положба. Во тој случај со рачката  $K_2$  се вклучува дводелната навртка и вртливото движење на навојното вретено се претвора во праволиниско движење на супортот што се користи при изработка на навои.

**Коњчето** (слика 1.11) – служи за потпирање и поточно водење на обработуваните предмети со поголема должина поставени помеѓу шилци. Служи и за поставување на футерот при дупчење на отвори со спирална бургија.

Телото на коњчето е поставено на плоча која лежи на водилките на стругот. Телото на коњчето може напречно да се поместува по плочата. Тоа поместување се врши при обработка на конусни површини.

Коњчето надолжно се поместува по должина на водилките, што зависи од должината на обработуваниот предмет.



Слика 1.11: Коњче

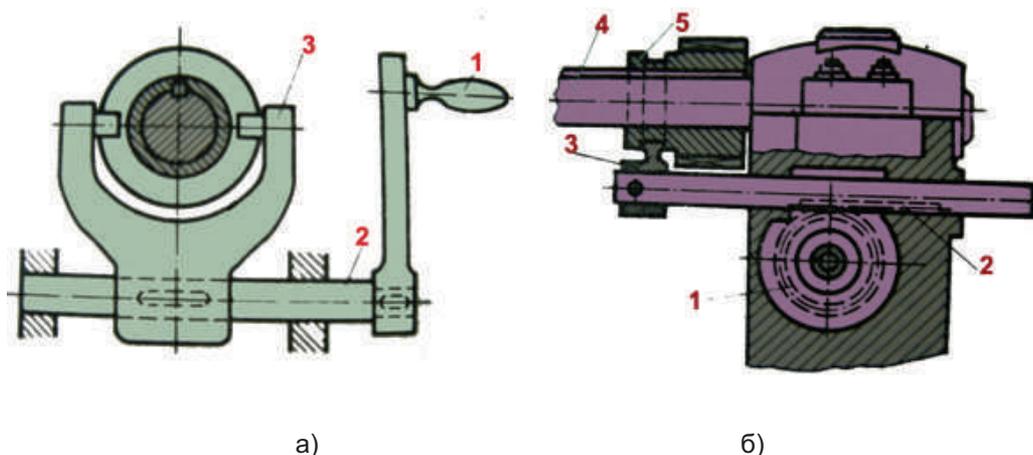
### 1.3.1.7. МЕХАНИЗМИ ЗА РАЧНО УПРАВУВАЊЕ СО СТРУГОВИ

Механизмите за рачно управување со струговите се наменети за рачно пуштање и запирање на движењето на одделни органи или целата машина. Тука спаѓаат вклучувањето и исклучувањето на потребните вртежи и помести, доведување и одведување на различни органи (носачот на алат, коњчето и др.) и сите други движења потребни за остварување на една операција.

Рачното управување обично се дели на непосредно (систем на рачки и педали) и дистантно (систем на копчиња).

Механизмите за непосредно рачно управување можат да бидат следни: прости механизми со рачки, еднорачни механизми и механизми за претселективно одбирање на режимот.

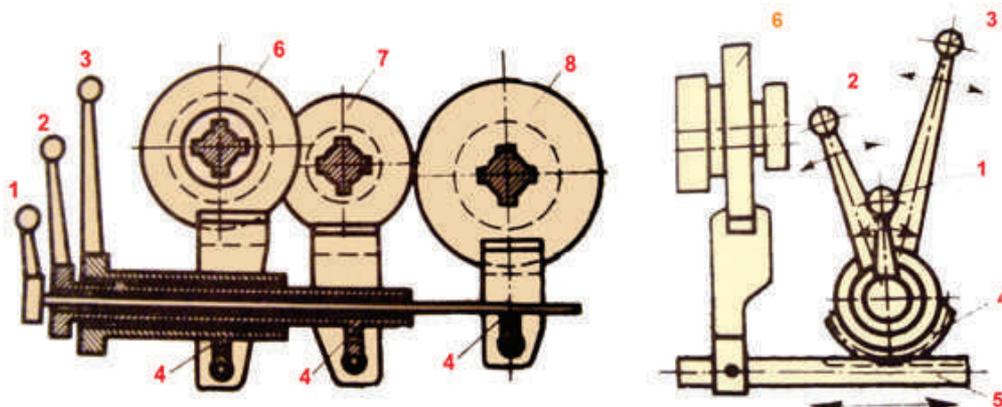
**Прости рачни механизми** – на слика 1.12а е прикажан прост рачен механизам со рачка. Се применува за одделно вклучување на група подвижни запченици со спојки. При овој механизам рачката (1) е команден механизам, а оската (2) и виљушката (3) се извршни органи (слика 1.12а).



Слика 1.12: Прост рачен механизам за управување со рачка

За поголеми оскини поместувања на група подвижни запченици се применува механизам со рачки, запченик и запчеста летва (слика 1.12 б). Со помош на рачката се задвижува запченикот (1) кој е во зафат со запчестата летва (2), која преку виљушката (3) го поместува запченикот (5) по должина на најлебеното вратило (4).

Со цел да се изврши концентрација на рачките, тие можат да се постават и на една оска (слика 1.13).

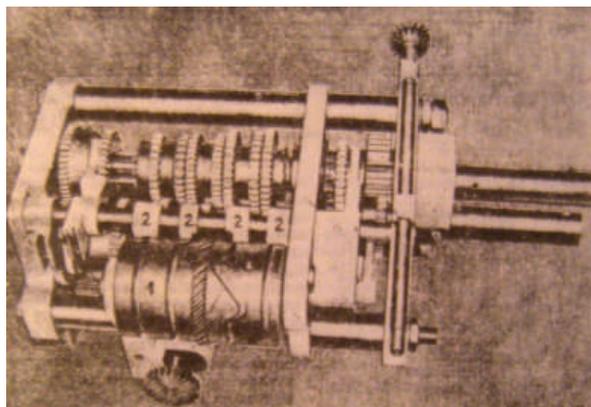


Слика 1.13: Прост рачен механизам за управување

Групите подвижни запченици (6), (7) и (8) се задвижуваат со соодветните рачки (3), (2) и (1) кои се сврзани со запчести сегменти (4). Запчестите сегменти се во зафат со запчестата летва (5).

Кај преносници со спојки, со помош на рачките се врши вклучување на спојките на едната или на другата страна. Кај преносници со подвижни групи запченици, со рачките се врши подвижување на запчениците.

**Еднорачен механизам** – ако е потребен голем број на рачки, командувањето со машината е отежнато и се зголемува времето потребно за управување со стругот. Во тој случај се користи механизам со една рачка, со која понекогаш можат да се вршат сите приклучувања. На слика 1.14 е прикажан еден ваков механизам.



Слика 1.14: Еднорачен механизам

Овој механизам е составен од еден барабан на кој се изработени жлебови по кои се водат елементите (2) со кои се подвижуваат групите подвижни запченици. Жлебовите се така изработени што обезбедуваат да биде вклучен само еден запчест пар.

**Механизми за претселективно одбирање на режимот** – овој механизам се применува кај современите стругови каде се бара честа промена на режимот на работа, ако технолошкото време на обработка е кусо (најчесто кај револвер-струговите) се применуваат претселективни

системи на управување. Овој систем овозможува да се избере бараниот број на вртежи или помест за идниот преод, уште додека е машината во работа. Постојат различни претселективни системи: механички, хидраулични, електрични и електрохидраулични.

**Дистантно управување** – при примена на многубрзински електромотори за работно движење и помест овозможена е примена на системот на дистантно управување. Командниот пулт со сите потребни копчиња се поставува на погодно место на машината, лесно достапно на работникот. При поголеми стругови овие пултови се подвижни. Со нив значително се олеснува ракувањето со машината.

### 1.3.1.8. УРЕДИ ЗА ПОДМАЧКУВАЊЕ И ЛАДЕЊЕ КАЈ СТРУГОВИТЕ

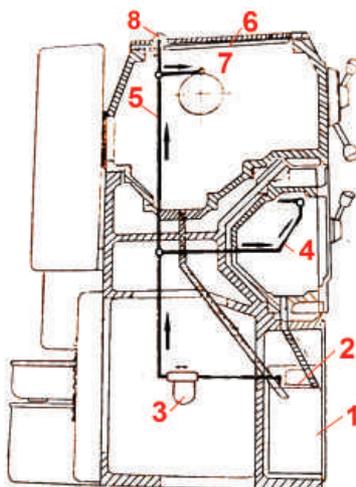
На допирните површини на подвижните елементи на стругот во текот на работата се јавува триење. Тоа доведува до загревање како на подвижните елементи така и на целата машина. Поради тоа е потребно да се врши подмачкување на допирните површини на подвижните елементи.

Основна намена на подмачкувањето на струговите е да се намалат загубите од триење, да се зголеми отпорноста од абење на површините што се тријат и да се обезбеди нормална работна температура на органите на стругот. Правилниот избор на системот за подмачкување овозможува подолготрајно зачувување на првобитната точност на машината и зголемување на нејзиниот век.

Кај струговите постои **систем за подмачкување на преносниците и систем за подмачкување на водилките и други подвижни елементи.**

Системите за подмачкување на преносниците можат да бидат изведени **посебно или централизирано.**

На слика 1.15 е прикажана шема на подмачкување на преносникот за главно движење и преносникот за помест.

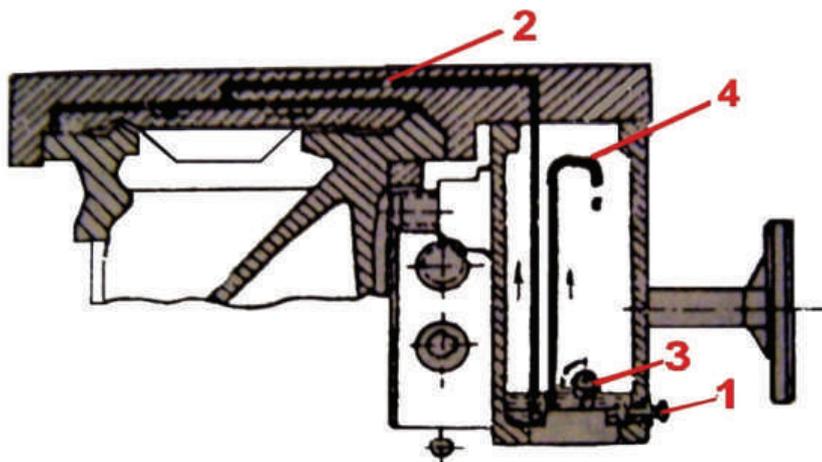


Слика 1.15: Систем за подмачкување на преносниците кај универзален струг

Системот е составен од следните елементи: резервоар (1), од каде со пумпа (2), маслото преку филтерот (3) и водот (4) се потиснува до преносникот за помест, а преку водот (5) до преносникот за главно движење. Маслото се доведува до казанчето (6) од каде се распределува низ целиот преносник. За поинтензивно подмачкување се користи водот (7). Контрола на работата на системот се врши преку прозорчето (8).

Подмачкувањето на супортната група (слика 1.16) се врши со клипна пумпа (3) со која се црпи маслото и се разнесува со водот (4).

Водилките се подмачкуваат со рачна пумпа (1) и водот (2). Работникот повремено ја повлекува рачката од пумпата.

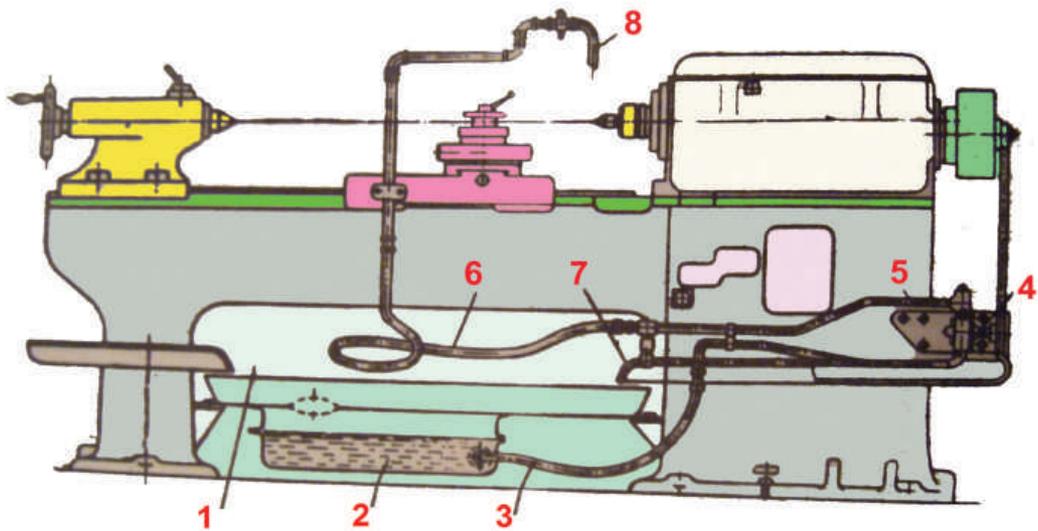


Слика 1.16: Систем за подмачкување на водилките

Подмачкувањето на разни елементи кај супортната група и коњчето се врши со соодветни мачкалки, и тоа секој ден.

Во процесот на режење се ослободува топлина која доколку не се одведува (намалува) негативно влијае врз точноста на обработката. Затоа се применуваат уреди за ладење.

На слика 1.17 е прикажана шема на уред за ладење кај универзален струг. Од резервоарот (2) течноста за ладење се вшмукува со помош на пумпата (4) и водовите (3), (5) и (6) и славината (8) паѓа во областа на стругањето. Во системот се вградени и славината (7) и коритото (1) од каде маслото преку решетка се враќа во резервоарот (2).



Слика 1.17: Систем за ладење

### 1.3.1.9. УРЕДИ ЗА СТЕГАЊЕ НА ОБРАБОТУВАНОТО ПАРЧЕ

Начинот на поставување и стегање на обработуваното парче зависи од обликот и големината на самото парче, како и од операциите кои треба да се извршат на него. Најмногу се користат следните начини на стегање:

- ❖ Стегање на парчето во стегачка глава
- ❖ Стегање на парчето во стегачка плоча
- ❖ Стегање на парчето помеѓу шилци

Стегањето на парчето во стегачка глава овозможува брзо стегање на обработуваното парче со помала должина. Стегачката глава може да има три или четири вилицы (слика 1.18). Стегачката глава со три вилицы е погодна за стегање на кратки, тркалезни, триаголни, шестострани и дванаестострани парчиња. Се поставува на работното вретено на стругот. Со помош на клучот на стегачката глава се врши придвижување на вилиците. При стегање парчето се поставува помеѓу вилиците кои истовремено се приближуваат до него. Со тоа се обезбедува центрично стегање на парчето. Принципот на работа на стегачката глава со четири вилицы е ист.



Слика 1.18: Стегачки глави со три и со четири вилицы

Во сериското производство се користат пневматски, хидраулични и електрични стегачки глави.

Стегање во стегачка плоча (слика 1.19) се користи кога обработуваното парче не може да се стегне во стегачка глава. Тоа се обично парчиња со поголем дијаметар и предмети со сложен изглед и неправилен облик. Во жлебовите на плочата има вилици кои може да се нагонуваат независно една од друга, а по потреба може и да се вадат.



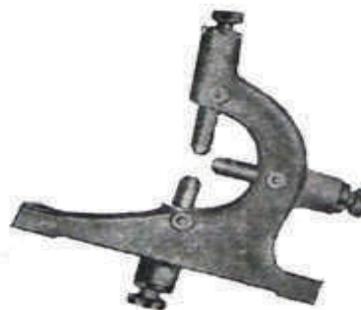
Слика 1.19: Стегачка плоча

Стегањето помеѓу шилци се применува при обработка на долги предмети. На челните површини во правец на оската на предметот потребно е претходно да се задупчат средишни гнезда кои служат за потпирање на предметот. Вртливото движење на парчето му се пренесува преку стругарско срце. Стругарското срце го опфаќа предметот кој е поставен помеѓу шилецот на главното вретено и шилецот на коњчето.

При обработка на долги предмети доаѓа до деформација на парчето под дејство на силите на режењето и сопствената тежина на парчето. Затоа се користат дополнителни направи кои служат за потпирање на обработуваното парче. Се викаат **линети**. Линетите се поставуваат или на водилките на стругот или на носачот на алат. Линетите поставени на водилките на стругот се викаат **стабилни линети** (слика 1.20). Линетите поставени на носачот на алат се викаат **подвижни линети** (слика 1.21). Обработуваното парче се потпира на пипките на линетата која е изработена од помек материјал.



Слика 1.20: Стабилна линета



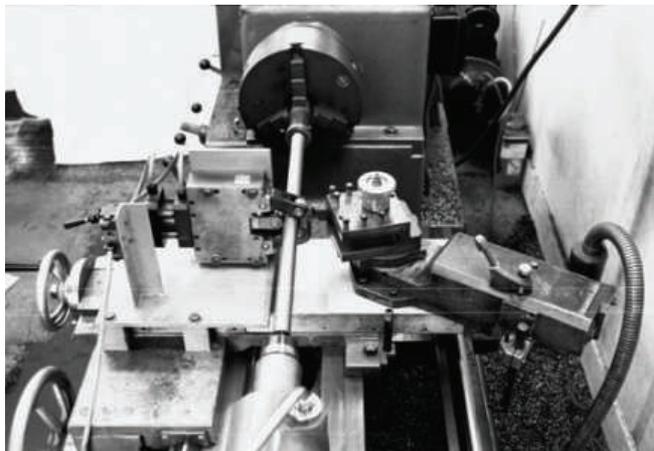
Слика 1.21: Подвижна линета

### 1.3.1.10. УРЕДИ ЗА СТЕГАЊЕ НА СТРУГАРСКИОТ НОЖ

Стругарскиот нож при обработка е изложен на свиткување. Затоа треба да биде цврсто и стабилно стегнат во носач. Носачот на алат се поставува на свртливиот супорт. Има повеќе различни конструкции, но денес најповеќе се користат **вртливиот носач на алат** (слика 1.22) и **носачот за брза замена на алатот** (слика 1.23).

На вртливиот носач на алат има можност да се постават четири алати

(ножа) и со свртување на носачот да се нагоди потребниот алат во работна положба.



Слика 1.22: Вртлив носач на алат

Носачот за брзо заменување на алатот овозможува брза и едноставна замена на резниот алат. Секој алат има свој сопствен држач и заедно со него се поставува во носачот.



Слика 1.23: Носач за брза замена на алатот



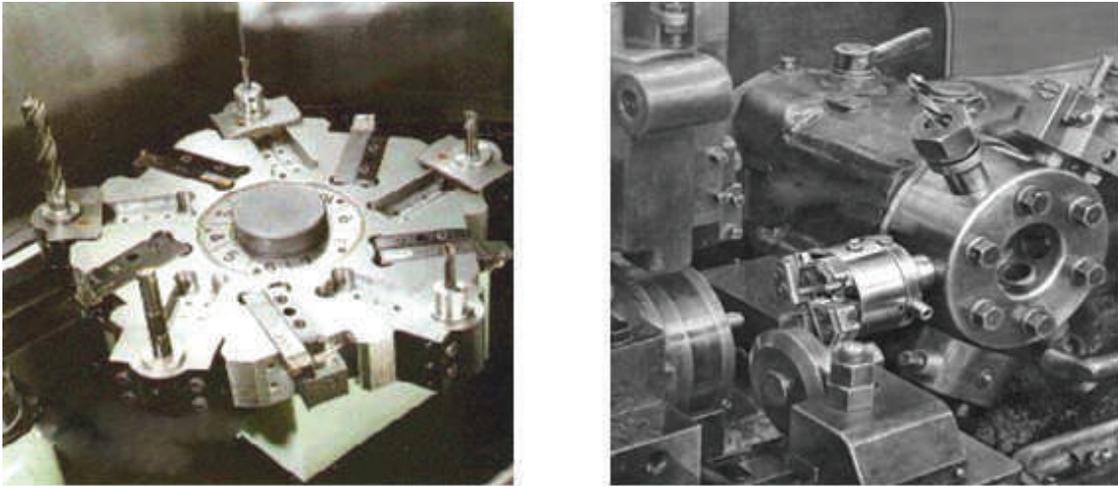
Слика 1.24: Нож за брза замена

### 1.3.2. РЕВОЛВЕР-СТРУГОВИ

При изработка на машински делови со сложена конфигурација потребно е да се употребат повеќе видови ножеви. Нивното поставување и дотерување во работна положба одзема многу време ако се изработуваат на универзален струг. Ако такви делови се произведуваат во поголемо количество, времето за нивна изработка е уште поголемо. Поради тоа се конструирани **револвер-струговите**.

Револвер-струговите имаат таков носач на алат кој истовремено може да прими повеќе различни резни алати. Алатите се подредени по редослед на операциите на изработка на обработуваното парче. Кога еден алат ќе ја заврши својата операција за која е наменет, носачот на алат се завртува и се доведува следниот алат во работна положба.

Ваквиот носач на алат се вика **револверска глава** (слика 1.25). Затоа и струговите се нарекуваат **револвер-стругови**. Постојат два типа на револверски глави: хоризонтални и вертикални.



Слика 1.25: Револверски глави

Хоризонталните револверски глави се во вид на многуаголник, најчесто со шест страни. На секоја страна постои отвор (гнездо) за поставување на еден алат или повеќе алати. Оската на отворите е во ист правец со оската на главното вретено. Хоризонталната револверска глава се свртува околу својата оска, вертикално поставена.



Слика 1.26: Револвер-струг со хоризонтална револверска глава



Слика 1.27: Револвер-струг со вертикална револверска глава

Вертикалната револверска глава се свртува околу својата оска која е поставена хоризонтално. Вертикалните револверски глави имаат поголем број на отвори од хоризонталните, најчесто од 10 до 16. Со постепено свртување на револверската глава околу својата оска, може да се врши и напречна обработка.

Револвер-струговите се наменети за изработка на ситни и средни делови од материјал во вид на прачка во сериското производство.

### 1.3.3. ЧЕЛНИ СТРУГОВИ

Челните или напречните стругови се наменети за обработка на делови со голем дијаметар, понекогаш поголем и од 5 (m) и мала должина (слика 1.28). Најчесто тоа се: запченици, ременици, куќишта и сл.

Надолжното движење на носачот на алат е многу кратко, додека напречното движење на ножот е многу подолго за да може да се овозможи обработка по целиот напречен пресек на обработуваното парче.

Поради големите димензии на стегачката глава и големите тежини на обработуваните парчиња челните стругови имаат јака конструкција поради појавата на големи вртежни моменти.

Преносникот за главно движење има помали можности за промена на бројот на вртежи, затоа што бројот на операции кои се изведуваат на овие стругови е мал. Најчесто се изработува како едноставен запчест менувач.

Работното вретено мора да биде зајакнато поради големите оптоварувања. Особено големо е напрегањето на свиткување од големата тежина на обработуваното парче и стегачката глава.

Полето на примена на челните стругови е доста широко. Имаат едноставна конструкција и ниска цена. Одведувањето на струганица е лесно и не создава тешкотии.

Недостаток на челните стругови е отежнатото поставување и центрирање на обработуваното парче, малиот избор на резни брзини, периодичното помошно движење и малата точност на обработката.



Слика 1.28: Челен струг

#### 1.3.4. КАРУСЕЛ-СТРУГОВИ

Карусел-струговите имаат работна маса (стегачка глава) која се врти во круг во хоризонтална рамнина (слика 1.29). Таквата поставеност на работната маса овозможува обработка на многу големи парчиња, со дијаметар и до 25(m). Работното вретено е поставено вертикално.



Слика 1.29: Карусел-струг со два столба

Според конструкцијата карусел-струговите можат да бидат:

- Со еден столб и
- Со два столба

Работното парче е стегнато во стегачка глава поставена хоризонтално и го врши главното (кружно) движење, а алатот го врши помошното движење.

Преносникот за главно движење има мала можност за избор на броеви на вртежи и затоа се изработува со степенести ременици, како комбиниран преносник или како запчест преносник.

Преносникот за помошно движење е составен од запченици и лостови за лесно нагудување на алатот во работна положба.

Кај карусел-струговите алатот се поставува врз вертикален носач на алат. Поголемите карусел-стругови можат да имаат два вертикални носачи и еден хоризонтален со што се намалува времето потребно за обработка.

Предности на карусел-струговите во однос на челните се:

- ❖ Поставувањето и прицврстувањето на обработуваното парче е доста лесно затоа што плочата врз која се поставува парчето е поставена хоризонтално
- ❖ Мирна работа
- ❖ Голема точност на обработката
- ❖ Обработката е доста брза затоа што можат да се користат повеќе алати истовремено

Единствен недостаток е отежнатото одведување на струганицата.

### 1.3.5. ПОЛУАВТОМАТСКИ И АВТОМАТСКИ СТРУГОВИ

**Полуавтоматските стругови** се машини кај кои се автоматизирани работните и помошните движења, освен доведувањето и одведувањето на обработуваните парчиња. За да се повтори циклусот на обработка потребна е интервенција на работникот.

**Автоматските стругови** се машини кај кои сите движења се автоматизирани, вклучувајќи го и доведувањето и одведувањето на обработуваните парчиња. За да се повтори циклусот на обработка не е потребна интервенција на работникот.

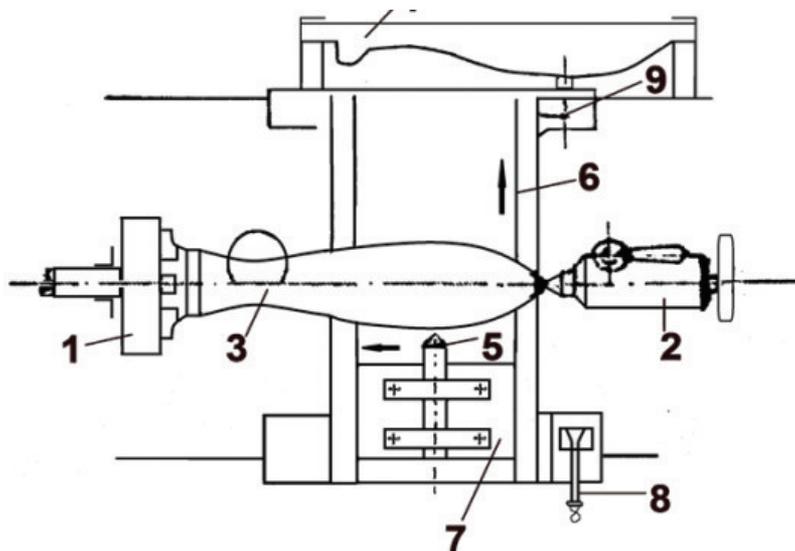
Циклусот на обработка кај стругарските полуавтомати и автомати се остварува со користење на посебни уреди кои може да бидат: механички, хидраулични, пневматски, електрични или комбинирани. Најмногу се користат механичките и хидрауличните. Автоматското управување со механички уреди се реализира со користење на брегови (плочести и цилиндрични), лостови и запчести преноси.

Полуавтоматските стругови можат да имаат едно или повеќе работни вретена (едновретени и повеќевретени).

Кај автоматските стругови појдовниот материјал за обработка е во вид на прачка, со различен напречен пресек. Обработуваното парче го врши работното кружно движење, додека останатите движења ги вршат носачите со резниот алат. Sprema бројот на работните вретена и стругарските автомати можат да бидат едновретени или повеќевретени. На едновретените автоматски стругови се обработува парче по парче, а на повеќевретените автоматски стругови можат да се обработуваат повеќе парчиња истовремено, зависно од бројот на работни операции.

### 1.3.6. КОПИРНИ (ШАБЛОНСКИ) СТРУГОВИ

Копирниот или шаблонски струг се користи за изработка на помали и средно големи ротациони парчиња. Продуктивноста кај овие машини е многу голема, бидејќи кај нив се обработуваат еднакви парчиња, за чие обликување се користи **шаблон** и **копирен уред**. На слика 1.30 е дадена шема на работа на копирен струг.



Слика 1.30: Шема за работа на копирниот струг

Работното (3) парче е поставено во стегачка глава (1) и коњче (2). Тоа го врши главното кружно движење. Стругарскиот нож (5) врши надолжно и напречно праволиниско движење со помош на двата лизгача – надолжен (6) и напречен (7). Со придвижување на рачката (8) преку лизгачот (7) се придвижува копирниот палец (9) кој ги следи контурите на шаблонот (4). Големината на надолжното и напречното движење зависи од обликот на шаблонот. Со користење на шаблон се добиваат предмети со идентичен облик. Копирните стругови работат со големи резни брзини при што времето потребно за изработка е многу намалено.

Често пати наместо шаблон се користи **прототип**. Прототип е предмет со ист облик и димензии како и предметот кој треба да се изработи.

## 1.4. СТРУГАРСКИ НОЖЕВИ

### 1.4.1. АГЛИ И ПОВРШНИ НА РЕЗАЧКИОТ АЛАТ

Стругарскиот нож е едносечен алат со точна геометрија на сечилото и е основен алат за обработка на струг. Основни елементи на ножот се: глава на ножот (резен дел) и тело на ножот.



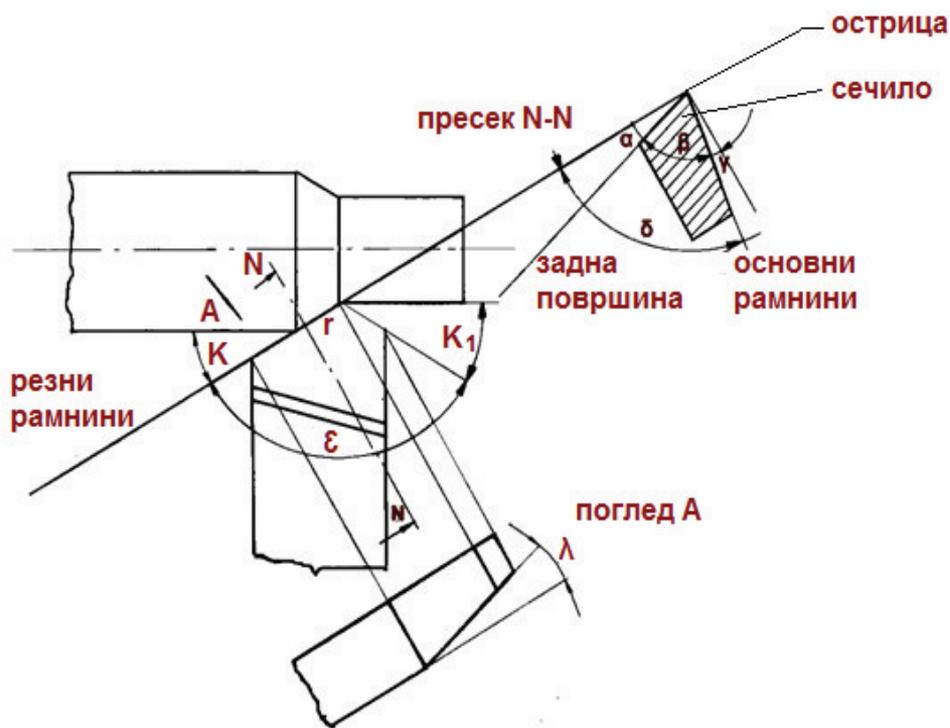
Слика 1.31: Основни елементи на стругарски нож

Телото е дел на стругарскиот нож кој служи за стегање на ножот во држач за време на обработката. На главата на ножот (резен дел) се наоѓаат површини и рабови (сечила) кои служат во процесот на режење.

Резниот дел на стругарскиот нож ги има следните елементи (слика 1.31):

1. *предна површина*, по која се одведува струганицата
2. *задна површина*, завртена кон обработуваната површина
3. *помошна задна површина*, завртена кон веќе обработената површина
4. *главно (работно) сечило*, во пресекот на предната и задната површина
5. *помошно сечило*, пресек на предната и помошната задна површина
6. *врв на ножот*, пресек на главното и помошното сечило
7. *острица*, пресек на задната површина и помошната задна површина

На слика 1.32 се дадени основните агли на стругарскиот нож.



Слика 1.32: Агли на стругарскиот нож

При процесот на режење можат да се забележат два вида на агли:

- агли кај стругарскиот нож како геометриско тело, односно агли на сечилото кои се **постојани (непроменливи)** и
- агли на поставеност, односно положба на стругарскиот нож во однос на обработуваниот предмет кои се **променливи агли**

Од големината на овие агли зависат отпорите при режењето, брзината на режењето и квалитетот на обработената површина.

**Агли на сечилото се:**

$\beta$  агол на телото на сечилото – агол меѓу предната и задната површина. Се движи во граници меѓу  $40^\circ$  и  $80^\circ$ . За обработка на потврди материјали се земаат поголеми вредности.

$\epsilon$  агол на врвот на ножот - се наоѓа меѓу главното и помошното сечило, најчесто е  $90^\circ$ . Кај ножевите за режење на навој овој агол е еднаков на аголот на профилот за завојницата.

$\lambda$  агол на наклон е агол меѓу главното сечило и основната рамнина. Може да биде позитивен, негативен и еднаков на нула. Од вредноста на овој агол зависи видот на струганицата, нејзиното свиткување, правецот на одведување и правецот на отпорот на режењето.

### Агли на поставеност на ножот:

$\alpha$  заден агол – агол меѓу резната рамнина и задната површина. Неговата големина се движи во граници од 6 до 12°. Кај ножевите за обработка на помеките материјали е поголем, а за обработка на потврди материјали е помал.

$\gamma$  преден агол – агол меѓу предната површина и нормалата на резната рамнина, неговата големина зависи од својствата на обработуваниот материјал и материјалот на сечилито на ножот. Најчесто се движи од 5 до 30°. Доколку обработуваниот материјал е со поголема пластичност, предниот агол е поголем и обратно. При обработка на тврди материјали може да има и негативна вредност (од -10 до -20°).

$\kappa$  нападен агол - се наоѓа меѓу ножот и обработуваниот прамет. Вообичаените вредности за овој агол се движат помеѓу 45° и 60°. Со намалување на вредноста на овој агол се зголемува постојаноста на резниот алат и квалитетот на обработената површина.

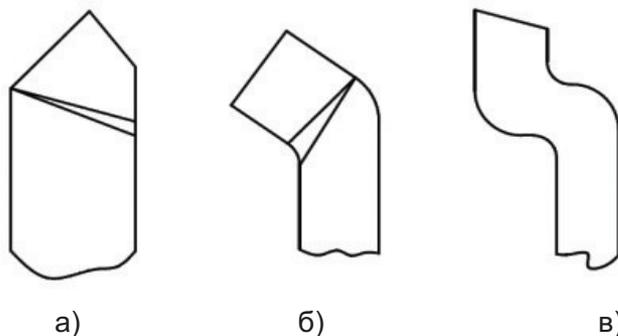
$\delta$  агол на режење е агол меѓу резната рамнина и предната површина.

### 1.4.2. ВИДОВИ СТРУГАРСКИ НОЖЕВИ

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

Според основниот облик, стругарските ножеви можат да бидат (слика 1.33):

- Прави
- Свиткани и
- Кукести



Слика 1.33: Облици на стругарски ножеви: а) прави, б) свиткани, в) кукести

Според начинот на изработка:

- Нож изработен од еден дел (исцело изработена глава и тело, слика 1.34)
- Нож со заварена глава
- Нож со резни плочки (слика 1.35)



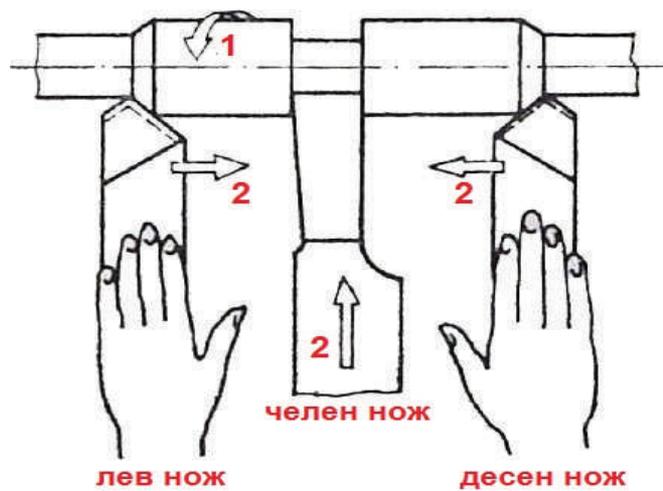
Слика 1.34: Ножеви изработени од еден дел



Слика 1.35: Нож со резна плочка

Според положбата на сечилото (слика 1.36):

- Леви
- Десни и
- Челни



Слика 1.36: Облици на ножеви според положбата на сечилото

Според квалитетот на обработена површина:

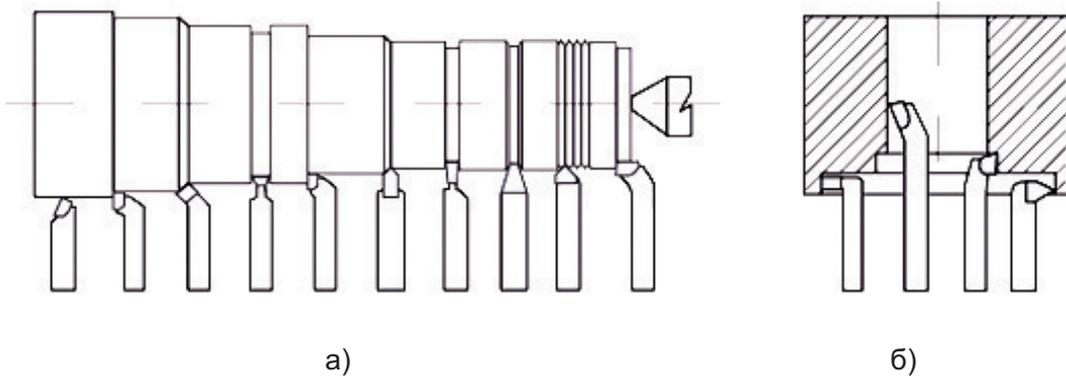
- Ножеви за груба обработка
- Ножеви за фина обработка

Според обликот на попречниот пресек на телото на ножот:

- Ножеви со правоаголен пресек
- Ножеви со квадратен пресек
- Ножеви со кружен пресек

Според видот на обработката:

- За надворешна обработка (слика 1.37а)
- За внатрешна обработка (слика 1.37б)
- За напречна обработка
- За профилна обработка
- За режење навој



Слика 1.37: а) Облици на ножеви за надворешна обработка и б) ножеви за внатрешна обработка

Според материјалот на сечилото можат да бидат од:

- Алатен челик
- Брзорезен челик (слика 1.38)
- Тврди метали
- Керамички материјали и
- Дијаманти



Нож за надворешна  
надолжна обработка - десен



Профипен нож за надолжна  
обработка



Нож за надворешна фина  
обработка и вкопување канали



Широк нож за чепна  
обработка



Нож за внатрешна надолжна  
обработка



Профипен нож

Слика 1.38: Стругарски ножеви од брзорезен челик

Спрема конструкцијата постојат:

- Стандардни и
- Специјални

Според поделбите може да се заклучи дека постојат голем број разновидни стругарски ножеви. Меѓу себе се разликуваат по обликот, големината и видот на материјалот од кој се изработени. Сето ова зависи од видот на обработката и нејзиниот квалитет.

Прашања за повторување:

1. Како се делат металорезачките машини според основните технолошки операции кои се вршат на нив?
2. Која е функцијата на стругот?
3. Како се делат струговите според нивната намена и конструкција?
4. Наведете ги основните делови на универзалниот струг!
5. Каква улога имаат водилките?
6. Наведете ги видовите преносници и нивната функција!
7. Како се врши стегање на предмет на универзален струг?
8. Каква улога има линетата?
9. Која е основната намена на револвер-струговите?
10. Каква може да биде револверската глава?
11. Која е намената на челните стругови?
12. Кои се битните карактеристики на полуавтоматскиот струг?
13. Објаснете го принципот на работа на копирниот струг?
14. Што е прототип?
15. Кој е основниот алат за обработка на струг?
16. Кои се основните агли на стругарскиот нож?
17. Каков може да биде ножот според положбата на сечилата?
18. Од што зависи изборот на стругарскиот нож?

# 2

## ДУПЧАЛКИ

### 2.1. ОБРАБОТКА СО ДУПЧЕЊЕ

Машините чија основна намена е изработка и обработка на отвори со определени димензии и квалитет на обработените површини ги нарекуваме дупчалки, а самата обработка на нив ја викаме дупчење.

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

- дупчење и раздупчување и
- проширување и развртување.

Обработката со **дупчење** претставува една од најзастапените постапки во металопреработувачката индустрија. Под дупчење се подразбира изработка на отвор во полн материјал и тоа кога дијаметарот на отворот е мал, па може да се издупчи одеднаш. **Раздупчувањето** претставува грубо проширување на претходно издупчениот отвор со алат кој од алатот за дупчење се разликува само по големината на дијаметарот. Соодносот меѓу дијаметрите на алатот за раздупчување и алатот за дупчење не смее да биде поголем од 1,6.

Основна цел на **проширувањето** е зголемување на точноста и квалитетот на обработената површина на претходно издупчените отвори. **Развртувањето** претставува завршна обработка на цилиндрични и конусни отвори, со цел конечна, пофина, попрецизна и поквалитетна обработена површина.

Значи со дупчење и раздупчување се врши изработка на отвори, а со проширување и развртување обработка на отвори.

При обработката со дупчење, проширување и раздупчување, главното движење е кружно и го изведува алатот, додека помошното движење е праволиниско и исто така го изведува алатот. Предметот кој се обработува се зацврстува на работната маса на дупчалката и во процесот на режење останува неподвижен.

Освен наведените обработки со дупчење може да се врши и **врежување на завојници**. Врежувањето на завојници се врши со користење на посебен алат - врезник.

### 2.2. ВИДОВИ ДУПЧАЛКИ

Дупчалките имаат широка примена во сите гранки на металопреработувачката индустрија и пошироко, па разбирливо е што

во пракса се користат голем број дупчалки, со различна конструкција и големина. Разгледувано од различни аспекти, дупчалките најчесто се делат според:

- 1) погонот (дупчалки со рачен погон, дупчалки со електричен погон, дупчалки со пневматски погон)
- 2) положбата на работното вретено (хоризонтални дупчалки, вертикални дупчалки, дупчалки со коса положба на работното вретено)
- 3) бројот на работните вретена (едновретени дупчалки и повеќевретени дупчалки)
- 4) конструкцијата и начинот на работа (преносни дупчалки, стабилни дупчалки)

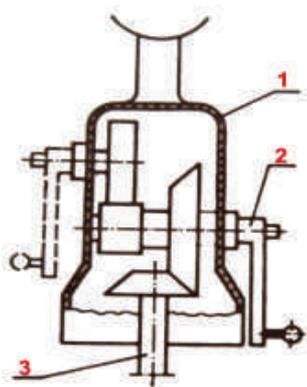
### 2.2.1. РАЧНИ (ПРЕНОСНИ) ДУПЧАЛКИ

Рачните (преносни) дупчалки служат за рачна изработка на определени отвори. Постојат повеќе видови, и тоа:

- рачна дупчалка на рачен погон (слика 2.1)
- рачна електрична дупчалка (слика 2.2) и
- рачна воздушна (пневматска) дупчалка.

Заедничко за сите три вида е тоа што помошното движење на алатот, поместот, се врши рачно.

Кај рачната дупчалка на рачен погон (слика 2.1) и работното кружно движење и помошното се остварува со помош на рачката (2). Во кукиштето (1) на дупчалката се сместени два запчести пара, од кои едниот е со цилиндрични запченици со прави запци, а другиот е со конусни запченици. Со нив се остваруваат два броја на вртежи на работното вретено (3), во зависност од тоа каде е поставена рачката.

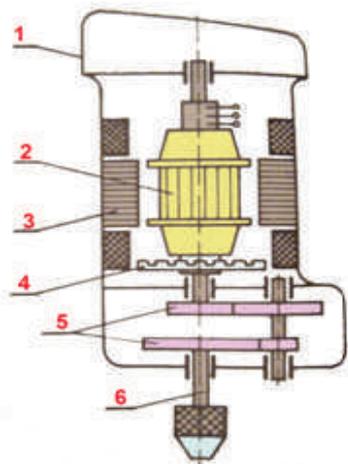


а) 1-кукиште; 2-рачка; 3-работно вретено

б)

Слика 2.1: Рачна дупчалка на рачен погон

Кај електричната дупчалка (слика 2.2) работното кружно движење се остварува машински со помош на електромотор (2) кој е сместен во куќиштето (1). Од електромоторот кружното движење се пренесува до работното вретено (6) преку два пара цилиндрични запченици со прави запци (5). За ладење на електромоторот вграден е вентилатор (4). Помошното движење е рачно.



а) 1-куќиште; 2-електромотор; 3-отвори;  
4-вентилатор; 5-цилиндрични запченици;6-работно вретено

Слика 2.2: Рачна електрична дупчалка

Со овие дупчалки треба да се ракува многу внимателно поради опасноста од струен удар до кој може да дојде од различни причини, а најчесто поради оштетување на куќиштето.

Наведениот недостаток кај електричните дупчалки целосно е отстранет кај рачните воздушни дупчалки. Како погонско средство користат воздух под притисок од 5 до 8 атмосфери, 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).

### 2.2.2. МАШИНСКИ (СТАБИЛНИ) ДУПЧАЛКИ

Машинските дупчалки се наменети за машинска изработка и обработка на отвори. Кај овие дупчалки работното движење е механичко, а помошното праволиниско движење е рачно или механичко што зависи од видот, големината и конструкцијата на дупчалката. Се делат на:

- вертикални дупчалки
- хоризонтални дупчалки и
- специјални дупчалки

### 2.2.3. ВЕРТИКАЛНИ ДУПЧАЛКИ

Кај вертикалните дупчалки алатот за дупчење е во нормална положба во однос на обработуваниот предмет. Постојат два типа: едновретени и повеќевретени.

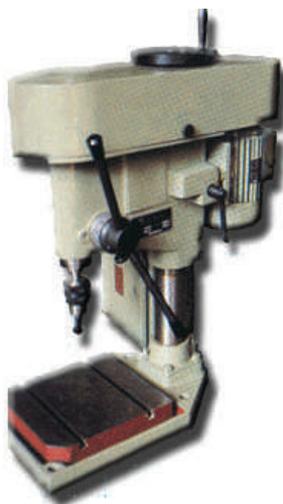
#### 2.2.3.1. ЕДНОВРЕТЕНИ ВЕРТИКАЛНИ ДУПЧАЛКИ

Едновретените вертикални дупчалки се наменети за поединечно и сериско производство. Можат да бидат:



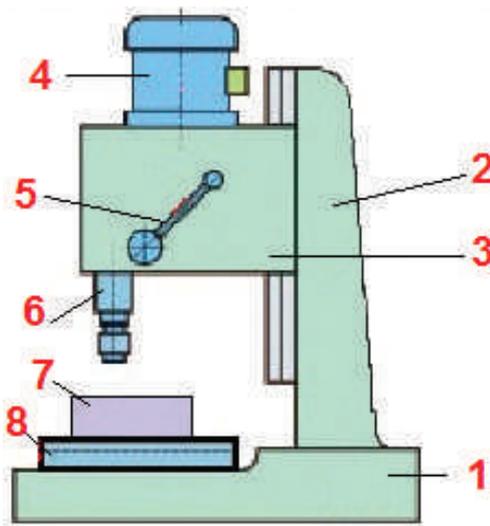
##### 2.2.3.1.1. ДУПЧАЛКА ПРИЦВРСТЕНА НА РАБОТНА МАСА

Дупчалката прицврстена на работна маса се вбројува во редот на мали вертикални дупчалки со едноставна конструкција (слика 2.3). Се користи за дупчење на отвори со помал пречник каде не се бара поголема прецизност. Карактеристика на оваа дупчалка е што може да се прицврсти на посебно изработена работна маса.



Слика 2.3: Дупчалка прицврстена на работна маса

Дупчалката прицврстена на работна маса претставена на слика 2.4 се состои од составните елементи:



Слика 2.4: Составни елементи на дупчалка прицврстена на работна маса

1. основа која е сразмерно голема заради обезбедување на поголема стабилност на машината
2. носечки столб
3. конзола
4. погонски електромотор
5. рачка која овозможува рачно аксијално праволиниско движење на работното вретено
6. главно (работно) вретено кое го обезбедува главното кружно движење на алатот
7. предмет кој се обработува
8. работна маса (горниот дел на основата на дупчалката служи за поставување на предметот кој се обработува).

Менувачот за работното движење најчесто е конструиран како сложен запчест менувач кој овозможува повеќе различни положби на работното вретено. Помошното движење најчесто се врши рачно со помош на рачката преку спрегот запченик-запчеста летва.

#### 2.2.3.1.2. СТОЛБНА ДУПЧАЛКА

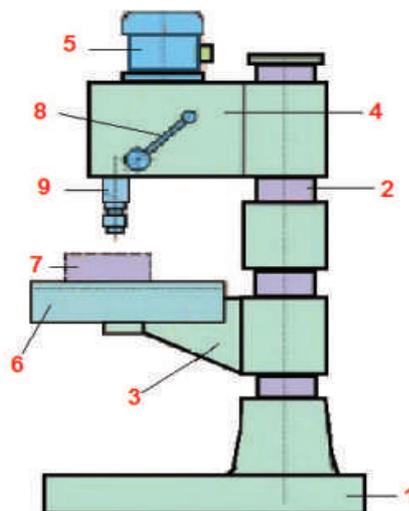
Столбната дупчалка се прицврстува со фундаменти за подот. Поголема е од дупчалката прицврстена на работна маса и значително постабилна, што позитивно се одразува на квалитетот и точноста на обработените отвори. Наоѓа широка примена и во поединечното и во сериското производство.



Слика 2.5: Столбни дупчалки

Се состои од еден масивен столб (кружен или призматичен) на кого се прицврстени сите елементи на машината. Столбните дупчалки прикажани на сликите се состојат од следните елементи:

1. основа (подножје)
2. носечки столб
3. конзола на работна маса
4. конзола на погонски агрегат
5. електромотор
6. работна маса која може да се движи по висина, како и околу својата оска и столбот за 360°
7. работен предмет
8. рачка - обезбедува автоматско или рачно праволиниско помошно движење на работното вретено со алат
9. работно вретено



Слика 2.6: Столбна дупчалка

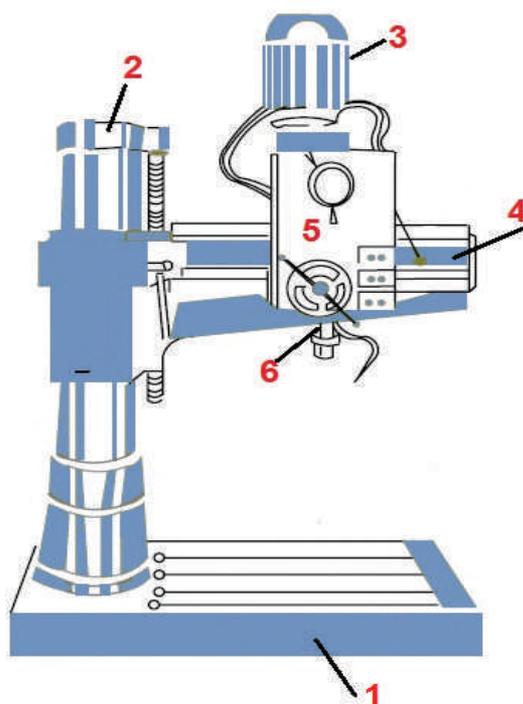
Работното вретено го добива главното вртежно движење од електромоторот преку преносник за главно движење (главно е запчест преносник). Помошното движење се остварува рачно или автоматски со помош на механизам за помошно движење.

### 2.2.3.1.3. РАДИЈАЛНИ ДУПЧАЛКИ

Радијалните дупчалки се наменети за обработка на големи и тешки предмети (посебно кога е потребно дупчење на повеќе отвори на предметот) кои не можат лесно да се поместуваат или поради големината не можат да се постават на работната маса на столбната дупчалка. Овозможуваат поголем степен на слобода на движење на работните елементи. При обработката, обработуваниот предмет мирува, што се смета за голема предност. На тој начин се штеди сила и време, па на овие дупчалки главно се обработуваат

тешки куќишта, лимови и сл. Радијалната дупчалка ги содржи елементите (слика 2.7):

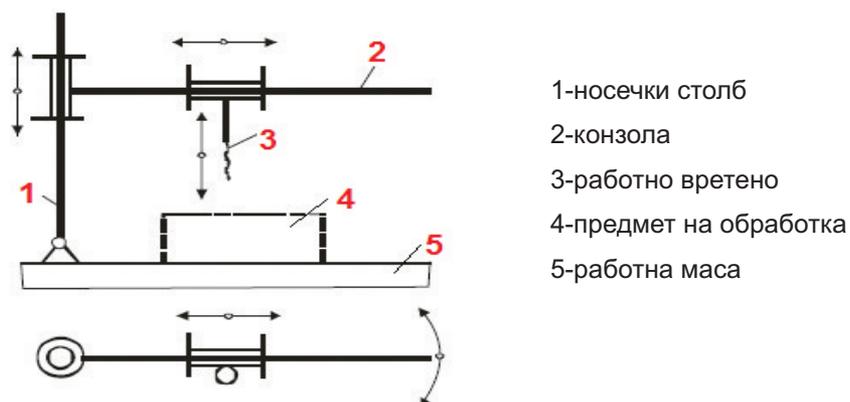
1. основа
2. носечки столб
3. електромотор за главно и помошно движење на работното вретено
4. конзола
5. носач на алат
6. главно (работно) вретено



Слика 2.7: Радијална дупчалка

Сите радијални дупчалки имаат исти составни делови конструктивно обликувани и приспособени на својата функција.

Кај сите алатни машини како и кај дупчалките, еден од условите за универзалноста произлегува од степенот на слобода на движењата. Главното вртежно движење го изведува работното вретено кое заедно со својот носач може да се движи во радијален правец по конзолата. Можноста конзолата да се движи во вертикален правец и околу носечкиот столб овозможува доведување на алатот во саканите вертикални положби во однос на предметот кој се обработува. Работното вретено го изведува и помошното вертикално движење. Предметот на обработка се поставува на работната маса на машината или на одделна неподвижна маса што е од големо значење при дупчење на предмети со големи габарити.



Слика 2.8: Шема на радијална дупчалка

Радијалните дупчалки можат да бидат со еден (слика 2.9) или два столба. Доколку должината на конзолата е над 2 метра се изработуваат со 2 столба.

Радијалната дупчалка со 2 столба ги има сите делови како и онаа со еден столб, но има и помошен столб и маса која може да се движи во еден правец.



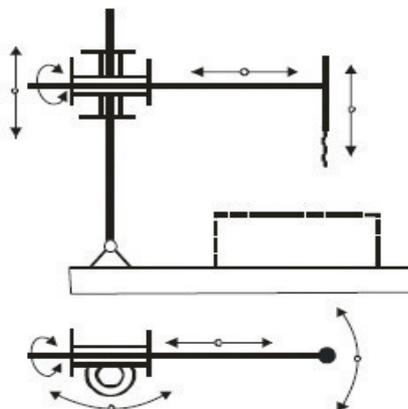
Слика 2.9: Радијална дупчалка

Покрај дупчењето, на радијалните дупчалки можат да се изведуваат и други операции како впуштање, проширување, развртување и врежување навои.

#### 2.2.3.1.4. УНИВЕРЗАЛНА ДУПЧАЛКА

Универзалната дупчалка всушност претставува радијална дупчалка со таа разлика што обезбедува и движење на конзолата околу својата оска со што е овозможено дупчење на отвори под агол. Има уште поголем

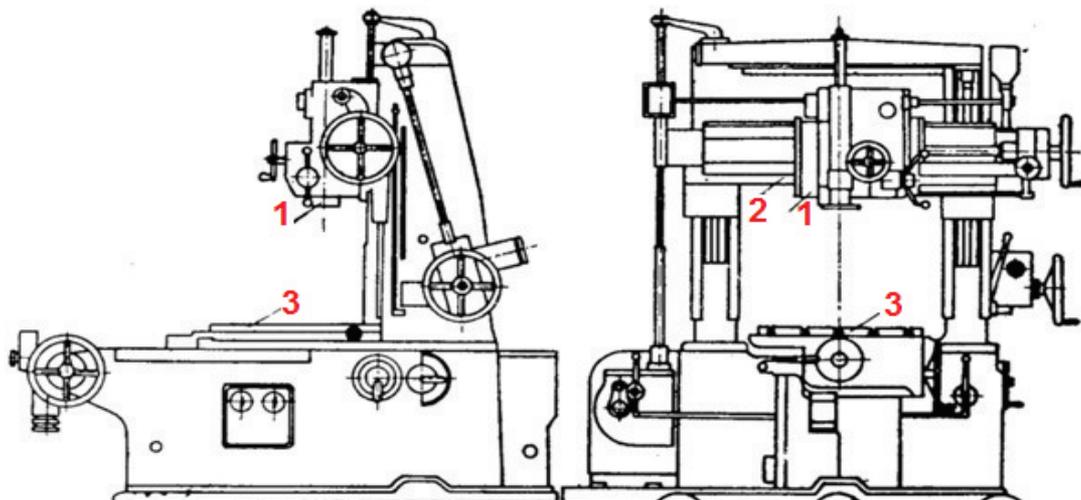
степен на слобода на движење на работните елементи. Овие дупчалки често се поставуваат на основа со тркала, за лесно да се преместуваат низ работилницата, па се користат и за монтажни работи. На слика 2.10 е прикажана шема на универзална дупчалка.



Слика 2.10: Шема на универзална дупчалка

#### 2.2.3.1.5. КООРДИНАТНА ДУПЧАЛКА

Координатните дупчалки се специјални прецизни машини на кои се врши обработка на отвори кај кои се бара многу голема точност. Именувањето координатна дупчалка произлегува од процесот на одредување на центрите на отворите кој се реализира преку координатен систем. Координатните дупчалки се користат за изработка на прибор и алат со најголема точност, а можат да се користат и за мерење. Конструктивно, можат да бидат изведени со еден или два столба, со едно или две работни вретена, со помали или поголеми димензии. Составните делови на сите координатни дупчалки се исти (слика 2.11 и 2.12), само се обликувани на различни начини и приспособени на големината на машината. Основата е многу масивна поради зголемувањето на крутоста на машината.



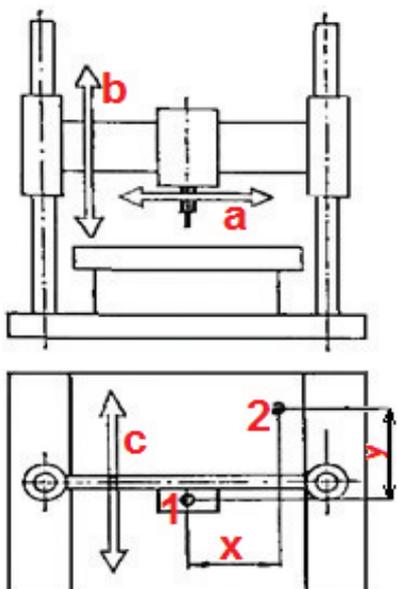
Слика 2.11: Координатна дупчалка (1.носач на главно вретено 2.конзола 3.работна маса)

Како и кај другите машини, работната маса овозможува поставување и прицврстување на предметот за обработка директно или поставување на стандарден или специјален прибор во кој се зацврстува предметот кој се обработува. Преку рачката, со помош на завојно вретено и навртки, работната маса може да се поместува во хоризонтална рамнина, додека за прецизно поместување се користи оптички инструмент кој има прецизна мерна скала. Столбовите можат да бидат изработени заедно со основата или дополнително додадени и прицврстени за основата. Горните краеве на столбовите се врзани со греда заради зголемување на крутоста и стабилноста на машината. На предната страна на конзолата се наоѓа вретеништето во кое е сместено работното вретено. Конзолата може да се поместува вертикално во однос на столбовите, додека вретеништето заедно со работното вретено се поместува хоризонтално со помош на рачка. За негово точно поместување се користи оптички инструмент кој има прецизна мерна скала. Вретеништето е составено од работно вретено, механизам за главно и помошно движење и погонски механизам. Работното вретено е поставено во специјални радијално-аксијални лежишта со што се овозможува мирна работа и може да се поместува рачно или автоматски во вертикален правец. Координатната дупчалка бара и посебни услови за сместување. Таа мора да биде поставена во просторија во која владее иста температура (околу 20 степени) и релативната влажност на воздухот треба да е околу 50%. Исто така, просторијата треба да е оддалечена од машини кои предизвикуваат бучава и вибрации. Координатните дупчалки можат да бидат управувани и со помош на програми.



Слика 2.12: Координатна дупчалка

На слика 2.13 шематски се прикажани движењата на главните делови на оваа дупчалка:



a – хоризонтално попречно поместување на работното вретено

b – вертикално движење на носачот на вретеништето

c – хоризонтално надолжно движење на работната маса.

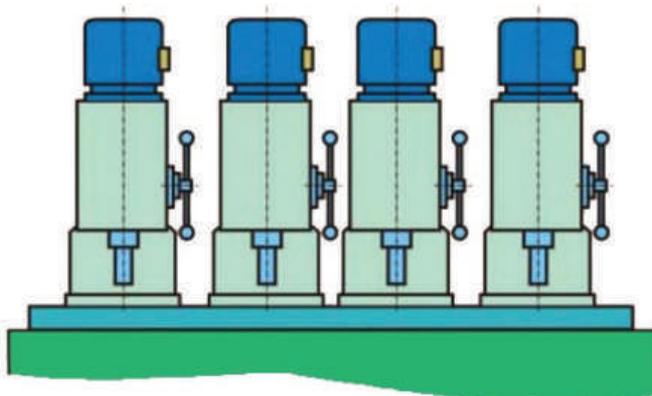
Со поместување на вретеништето со работното вретено во правец на координатата (x) и поместување на работната маса во правец на друга координата (y), алатот се доведува во соодветна положба (на пр. 2), а големината на поместувањето се контролира со помош на многу прецизен оптички уред.

Слика 2.13: Шема на координатна дупчалка

На координатната дупчалка може да се изведува и операцијата глодање доколку наместо бургија се постави глодало. Глодањето на координатните дупчалки се изведува само за прецизни работи.

### 2.2.3.2. ПОВЕЌЕВРЕТЕНИ ВЕРТИКАЛНИ ДУПЧАЛКИ

Повеќевретените вертикални дупчалки се наменети за сериско производство, кога се врши изработка на еден отвор во повеќе операции како што се дупчење, развртување, проширување и сл., како и кога на предметот кој се обработува постојат повеќе отвори кои имаат различни дијаметри. Во оваа група спаѓаат редните дупчалки, дупчалки со повеќевретена глава и дупчалки со повеќевретен супорт.

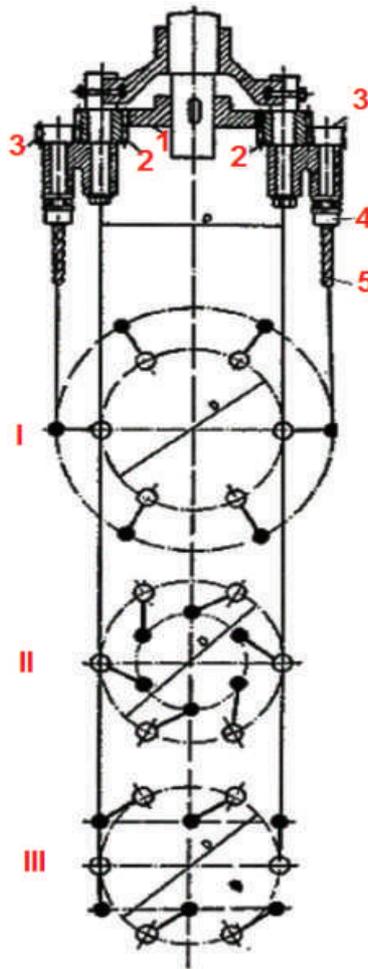


Слика 2.14: Редна дупчалка

**Редните дупчалки** (слика 2.14) претставуваат комбинација од повеќе едновретени дупчалки поставени во ред на заедничка основа при што предметот кој се обработува се поставува од еден до друг алат во зависност од редоследот на операциите (на пример, на првата се врши дупчење на отвор, на втората проширување, на третата развртување, на четвртата изработка на навои и сл.).

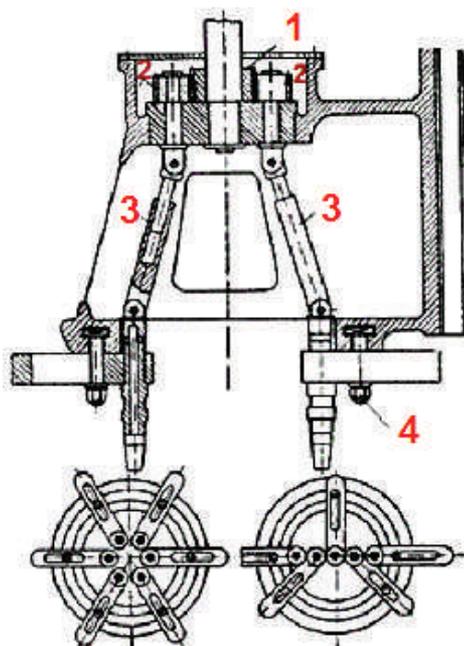
**Дупчалките со повеќевретена глава** се дупчалки кои обезбедуваат истовремена изработка на поголем број отвори. На работното вретено на дупчалката се поставува повеќевретена глава со поголем број работни вретена поставени во склад со распоредот на отворите на предметот на обработка.

На сликата 2.15 е претставена повеќевретена глава за дупчење. Главата е поставена на главното вретено на дупчалката. Преку централниот запченик (1) влегуваат во погон запчениците (2) кои ги има онолку колку што има и вретена за дупчење. Со запчениците (2) спрегнати се запчениците (3) кои се наоѓаат на вретената за дупчење. Вретената можат да се движат околу оските на запчениците (2) поради што може да се постигне различна распределба на отворите.



Слика 2.15: Повеќевретена глава за дупчење

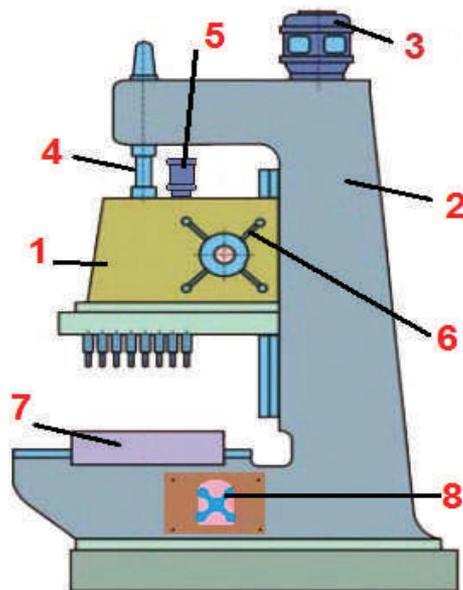
Третиот тип, **дупчалки со повеќевретен супорт** (слика 2.16), е наменет за сериска обработка на предмети со поголем број отвори при што се бара поголема точност во работата. На оваа дупчалка можат да се режат и навои. Главна карактеристика на овие машини е повеќевретениот супорт 1 кој може вертикално да се движи по водилките на вертикалната основа 2.



Слика 2.16: Дупчалка со повеќевретен супорт

Дупчалката со повеќевретен супорт прикажана на слика 2.17 содржи:

1. носач на главни (работни) вретена
2. носечки столб
3. електромотор
4. вратило со жлебови
5. електромотор
6. рачка
7. работна маса
8. рачка



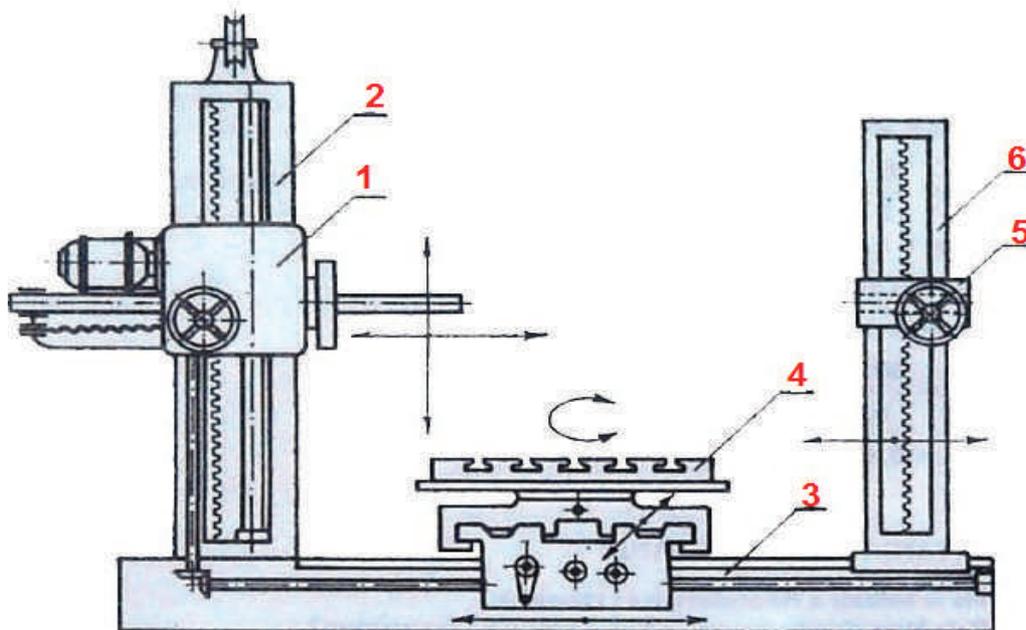
Слика 2.17: Дупчалка со повеќевретен супорт

Носачот на сите главни вретена може да се движи вертикално по водилките на столбот, механички со помош на завојно вретено или по хидрауличен пат. Главните вретена добиваат погон од електромоторот (3)

преку запчест преносник и нажлебено вратило. Со помош на електромотор (5) се врши брзо подигнување и спуштање на носачот на главните вретена додека со помош на рачката (6) поместувањето се врши рачно. Работната маса се движи во хоризонтален правец со помош на рачка (8). Работните вретена се изведени со помош на два кардански зглоба кои овозможуваат промена на распоредот на вретената, односно на алатот. Регулирањето на распределбата на бургиите се врши со истовремено рационално и кружно поместување на држачите на вретената за дупчење, при што промената на растојанието помеѓу карданските зглобови е овозможена со телескопските цевки кои се надолжно нажлебени за да можат да пренесуваат торзиони моменти.

#### 2.2.4. ХОРИЗОНТАЛНИ ДУПЧАЛКИ

Хоризонталните дупчалки името го добиле по тоа што работните вретена кај овие дупчалки се поставени хоризонтално. Ваквата положба на работното вретено ја олеснува изработката на тешките и долги предмети. Конструктивно се приспособени за изработка на предмети кои имаат посложен облик во поединечното и сериското производство. Покрај дупчење служат за развртување, впуштање, глодање, режење навои, режење внатрешни навои и др. На слика 2.18 е прикажана шема на хоризонтална дупчалка.



Слика 2.18: Шема на хоризонтална дупчалка

Обработуваниот предмет се поставува на работната маса (4) која може да се поместува надолжно и попречно. На неа е поставен вртлив носач кој може да се движи околу вертикална оска за  $360^\circ$ . Носачот на алати (1) е сместен на главен вертикален столб (2) по кој може да се движи вертикално. Надолжното и попречното движење се остварува рачно или автоматски. Заради постигнување на поточна обработка на основата (3) се поставува

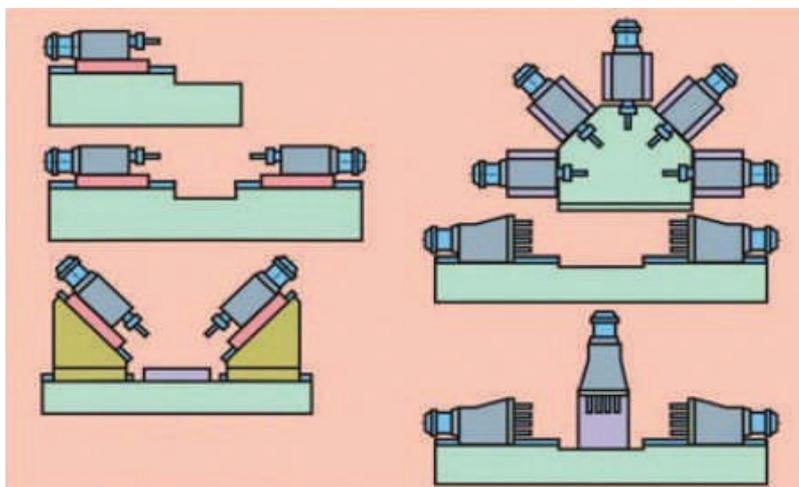
помошен столб кој може аксијално да се поместува по неа. На помошниот столб (6) поставен е помошно лежиште (5) кој може да се поместува во вертикален правец. На него се потпира предниот крај на работното вретено со што се овозможува поголема стабилност при обработката на поголеми обработувани предмети. Растојанието помеѓу столбовите (2 и 6) мора да биде поголемо од двојната должина на предметот. Главното движење е кружно и го изведува алатот, додека помошното движење е праволиниско и го изведува работниот предмет заедно со работната маса. Покрај редовниот прибор за дупчење, дупчалката е снабдена и со помошен прибор за стругање и глодање.

Хоризонталните дупчалки можат да се поделат според:

- 1) бројот на работни вретена (едновретени хоризонтални дупчалки, повеќевретени хоризонтални дупчалки)
- 2) намената (хоризонтални дупчалки - лесен тип, хоризонтални дупчалки за обработка на цилиндри, комбинирани дупчалки-глодалки)
- 3) погонот (хоризонтални дупчалки со групен погон, хоризонтални дупчалки со поединечен погон)
- 4) начинот на управување (хоризонтални дупчалки со рачно управување, хоризонтални дупчалки со програмско управување)
- 5) изведената конструкција (обични хоризонтални дупчалки, универзални хоризонтални дупчалки, специјални хоризонтални дупчалки).

## 2.2.5. СПЕЦИЈАЛНИ ДУПЧАЛКИ

Овие дупчалки се наменети за сериско и масовно производство на големи количини исти производи. Се викаат специјални затоа што една дупчалка е наменета за обработка на еден ист производ.



Слика 2.19: Агрегатни дупчалки

Во оваа група дупчалки спаѓаат агрегатните дупчалки (слика 2.19). Тие се составени од повеќе едноставни дупчалки со сопствен погон кои претставуваат посебни елементи наречени агрегати. Повеќе агрегати поставени на заедничка основа образуваат агрегатна дупчалка.

### 2.3. АЛАТИ ЗА ОБРАБОТКА СО ДУПЧЕЊЕ

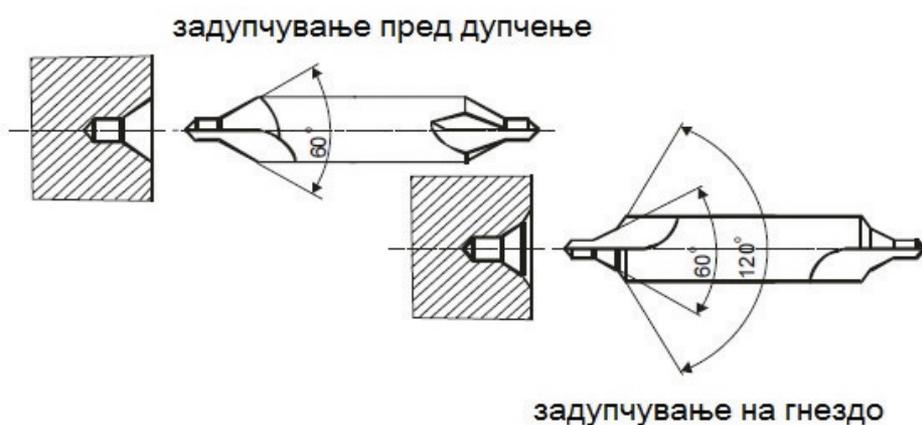
За изработка и обработка на отвори се применуваат следните резни алати:

- 1) Задупчувачи
- 2) Бургии
- 3) Проширувачи
- 4) Развртувачи
- 5) Врезници

#### 2.3.1. ЗАДУПЧУВАЧИ

Задупчувачите се специјални бургии кои се користат за задупчување при изработка на отвори, како и за задупчување гнезда за центрирање кои служат за придржување на деловите при обработка на алатни машини (слика 2.20). Постојат задупчувачи за:

- обични гнезда со конус од  $60^\circ$  или  $90^\circ$  и
- заштитени гнезда со конус од  $120^\circ$



Слика 2.20 а Задупчување



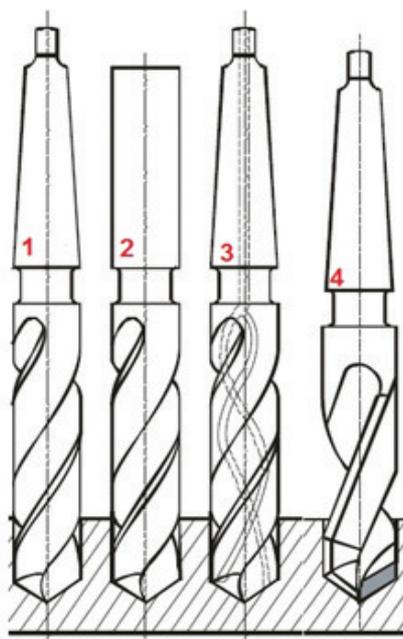
Слика 2.20б: Задупчувачи

### 2.3.2. БУРГИИ

Бургијата е основен алат кој се користи при дупчење и продупчување. Спаѓа во најстарите познати алати кои се користат за обработка на метал и неметал. Освен на дупчалки, бургиите се користат и на стругови и на глодалки. Можат да се поделат според повеќе критериуми, и тоа според:

- 1) Конструкцијата (завојни бургии, рамни бургии, специјални бургии)
- 2) Материјалот од кој се изработени (бургии од алатен челик (легиран или нелегиран), бургии од брзорезен челик, бургии со сечила од тврд метал)
- 3) Длабочината на отворот кој се изработува (бургии за дупчење на мали длабочини, бургии за дупчење поголеми длабочини)
- 4) Обликот на дршката (бургии со цилиндрична дршка, бургии со конусна дршка)
- 5) Постапката на изработка (со валање, со глодање и со брусење)
- 6) Правецот на навојницата на жлебовите (леви – навојните жлебови се завиваат во правец спротивен од вртењето на стрелката на часовникот, и десни бургии - навојните жлебови се завиваат во правец на вртењето на стрелката на часовникот).

На слика 2.21 прикажани се неколку вида бургии.



Слика 2.21: 1-Завојна бургија со конусна дршка, 2-Завојна бургија со цилиндрична дршка, 3-Специјална завојна бургија, 4-Завојна бургија со плочка од тврд метал

### 2.3.2.1. РАМНА БУРГИЈА

Рамната бургија може да се смета за наједноставен тип и почетен облик на овој алат (слика 2.22). Не се користи често во производство, но сè уште може успешно да се користи за изработка на отвори со поголем дијаметар и за обработка на тврди материјали каде е потребна посебно голема крутост на бургијата, како и при обработка на крути материјали како што се месингот и леаното железо. Недостаток на рамната бургија е лошото одведување на струганицата и намалувањето на нејзиниот дијаметар при острењето, коешто мора да се врши поради затапување на нејзините сечила, по определено време на работа.

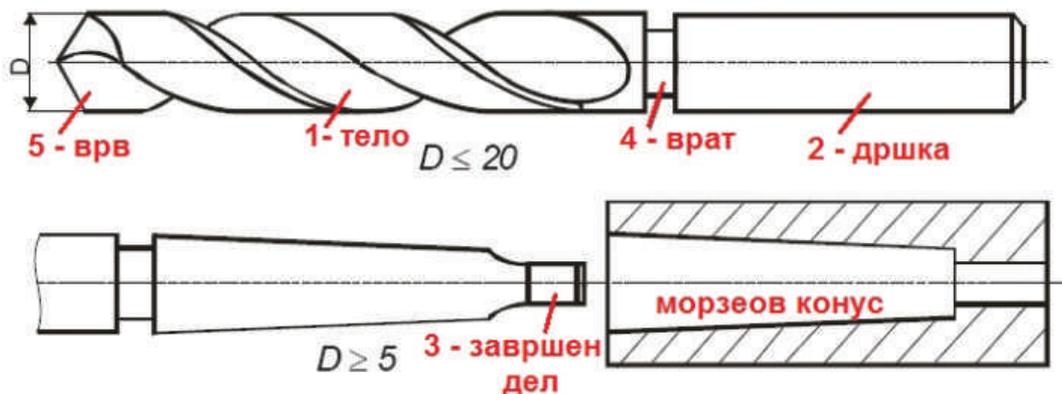


Слика 2.22: Рамна бургија

### 2.3.2.2. ЗАВОЈНА БУРГИЈА

Завојните бургии имаат најширока употреба.

Елементи на завојната бургија (слика 2.23):



Слика 2.23: Елементи на завојна бургија

1. Тело на бургијата - на него се изработени два завојни жлеба за исфрлување на струготините од зоната на режење и доведување средства за ладење во зоната на режење

2. Дршка на бургијата е дел кој обезбедува позиционирање, центрирање и стегање на бургијата. Може да биде цилиндрична - за бургии помал дијаметар или конусна - за бургии со поголем дијаметар,

3. Ушка на бургијата, односно завршен дел кој служи за избивање на бургијата од машината - алатка кај конусните дршки или за дополнителен пренос на завртниот момент кај цилиндричните дршки.

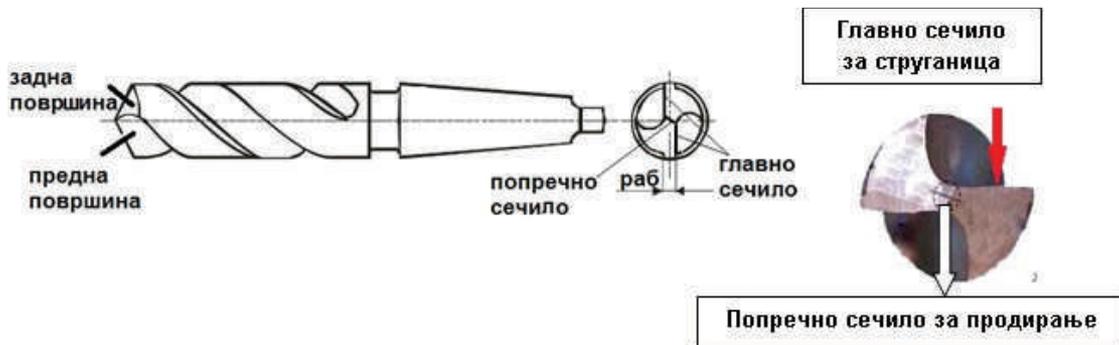
4. Врат на бургијата е дел кој претставува премин од дршката кон телото на бургијата и кој го имаат само спирални бургии со дијаметар поголем од 10 мм, на него се впишуваат основните карактеристики на бургијата (дијаметар, производител, материјал од кој е изработен).

5. Врв на бургијата е завршен дел на кој се наоѓаат рабовите, сечилата и површините кои служат во процесот на режење.

Врвот на завојната бургија го сочинуваат две предни и две задни површини. Задната страна се наоѓа на надворешната страна на врвот и е свртена кон површината на материјалот кој се дупчи. Предната страна е површина на жлебот по која лизга одрежената струготина.

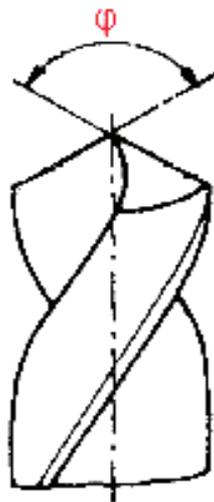
Работ добиен како пресек на предната и задната површина претставува главно сечило. Работ добиен како пресек на две задни површини претставува попречно сечило. Завојната бургија има две главни сечила и едно попречно (слика 2.24). За време на дупчењето главното сечило го реже материјалот, додека попречното сечило го гмечи и го истиснува кон главните сечила.

Попречното сечило е под агол од  $55^{\circ}$  во однос на главното сечило.



Слика 2.24: Главно и попречно сечило на бургија

Главните сечила градат одреден агол кој се вика агол на врвот на бургијата ( $\phi$ ) (слика 2.25).



Слика 2.25: Агол на врв на бургија

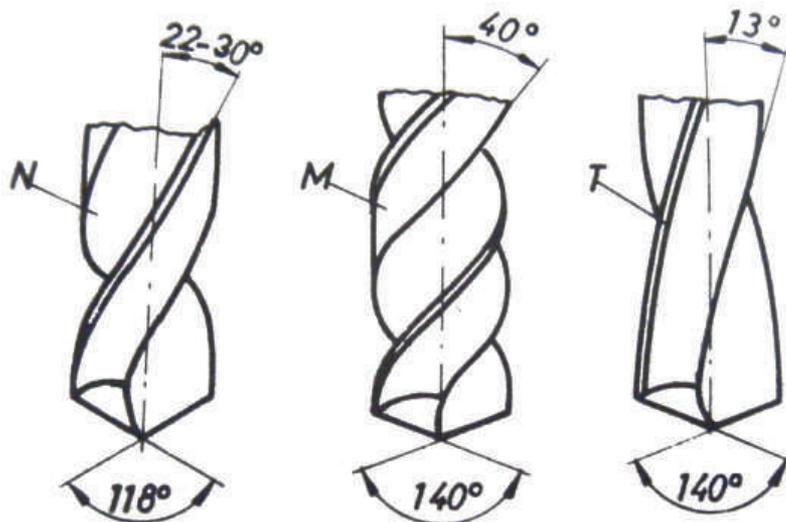
Правилната работа на бургијата е условена од големината на овој агол. Неговата величина се одредува според материјалот кој се обработува, односно според неговите технолошки карактеристики. Ако аголот на врвот е поголем, профилот на бургијата е поотпорен. За тврди материјали аголот на врвот на бургијата е поголем, а за помеките материјали е помал. Големината на аголот на врвот на бургијата се наоѓа во границите од  $115^{\circ}$  до  $120^{\circ}$  за челик и леано железо. Кај сврдлите со пречник до 1мм препорачаната вредност за аголот на врвот изнесува  $112^{\circ}$ .

Завојната линија на жлебот и оската на бургијата создаваат агол кој се вика агол на наклон на завојните жлебови ( $\omega$ ) (слика 2.26). Неговата големина зависи од дијаметарот на бургијата и материјалот кој треба да се дупчи.



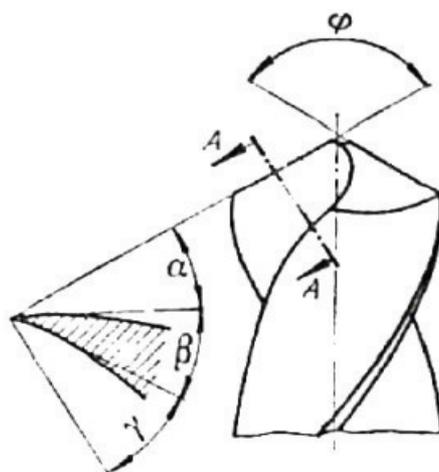
Слика 2.26: Агол на наклон на завојните жлебови

На слика 2.27 прикажан е изглед на бургии со различен агол на наклон на завојните жлебови. Бургија од нормален тип (N) - за дупчење материјали со нормална тврдост, бургија од мек тип (M) за обработка на меки материјали и бургија од тврд тип (T) за обработка на посебно тврди и жилави материјали.



Слика 2.27: Изглед на бургии со различен агол на наклон на завојните жлебови

Во пресекот А-А (под прав агол во однос на главното сечило) се гледаат аглите на режење (слика 2.28). Тоа се предниот агол ( $\gamma$ ) и задниот агол ( $\alpha$ ). Големината на задниот агол се движи од  $8^\circ$  до  $14^\circ$ . Големината на предниот агол не е константна, туку опаѓа по должината на главното сечило од периферијата кон јадрото. Аголот на клинот ( $\beta$ ) се наоѓа помеѓу предната и задната површина и заедно со предниот и задниот агол гради агол од  $90^\circ$ . Аголот на режењето ( $\delta$ ) претставува збир на задниот агол ( $\alpha$ ) и аголот на клинот ( $\beta$ ),  $\delta = \alpha + \beta$ .



Слика 2.28: Пресек А-А на завојна бургија

Должината на работниот дел на завојната бургија треба да е поголема од длабочината на отворот кој се дупчи за најмалку  $3D$  ( $D$  - дијаметар на бургијата) со што се обезбедува правилно и безбедно одведување на струготините.

Завојните бургии се изработуваат од нисколегирани и високолегирани алатни челици кои се нарекуваат брзорезни или специјални брзорезни челици. На слика 2.29 се прикажани конструкциски решенија на завојни бургии од брзорезен челик.



Слика 2.29: Некои конструкциски решенија на завојни бургии од брзорезен челик

Бургиите со плочки од тврд метал (слика 2.30) се користат за обработка на тешко обработливи материјали (калени челици, тврд сив лим, стакло, керамика, камен и сл.) како и кај дупчење на длабоки отвори.



Слика 2.30: Бургии со плочки од тврд метал

При изборот на бургија треба да се води сметка дека при дупчење се добива отвор со поголем дијаметар од дијаметарот на бургијата и дека при дупчење со завојна бургија не може да се оствари квалитетно обработена површина и точност на мерките.

### 2.3.2.3. СПЕЦИЈАЛНИ БУРГИИ

Изработката на длабоки отвори во метал претставува специфична област на обработка метали со режење. Долго време се користи во воената индустрија, за подоцна да најде своја примена и во машиноградбата, автомобилската индустрија, бродоградбата, авиоиндустријата и во други области.

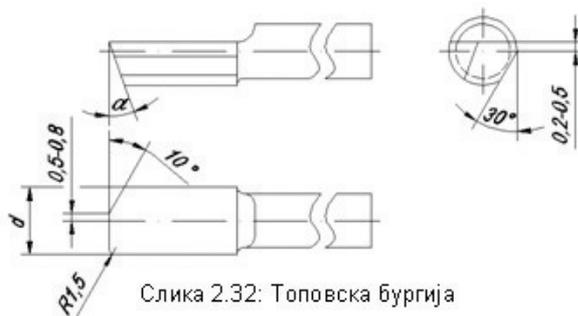
Во групата специјални бургии спаѓаат: специјални завојни бургии, степенести бургии, топовски бургии и други специјални бургии за длабоко дупчење.

Специјалните завојни бургии кои се користат за дупчење на длабоки отвори (слика 2.31) имаат канали за доведување средства за ладење во зоната на режење, кои се завојни и минуваат низ двете гранки на бургијата од дршката до врвот на бургијата.



Слика 2.31: Специјална бургија за дупчење длабоки отвори

Топовската бургија (слика 2.32) служи за дупчење на точни отвори со релативно мал дијаметар и голема должина (кај изработката на топовски цевки).



Слика 2.32: Топовска бургија

Други типови специјални бургии се прикажани на слика 2.33, 2.34, 2.35 и 2.36.



Слика 2.33: Бургии за лим (рамна и степенеста)



Слика 2.34: Бургија - глодало



Слика 2.35: Степенеста бургија



Слика 2.36: Бургија со променлив врв од тврд метал

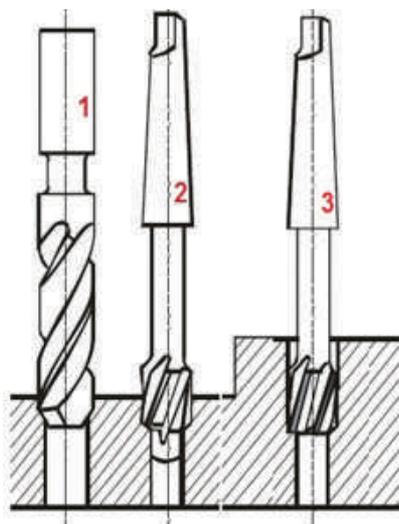
### 2.3.3. ПРОШИРУВАЧИ

Проширувачите се алати наменети за проширување на цилиндрични отвори по целата нивна должина и за обработка на околните површини на отворот (зарамнување, локално, цилиндрично или конусно проширување). Проширувачите имаат три или четири завојни жлебови со што се постигнува поточна обработка и висок квалитет на обработената површина. Поради малата длабина на обработената струганица можат да се употребуваат и за завршна обработка на отвори во случаи кога се бара поголема точност, подобар квалитет на обработената површина од онаа која се постигнува со бургијата. Најмногу се употребуваат за работа на хоризонтални дупчалки, револвер-стругови, автоматски и други машини за обработка со режење.

Разликуваме повеќе видови проширувачи и тоа според:

1. основната форма на обработуваниот отвор и конструкцијата (цилиндрични, конусни, челни, комбинирани)
2. начинот на прицврстување на работното вретено (со цилиндрична дршка, со конусна дршка)
3. конструкцијата и изработката (едноделни, насадни)
4. материјалот од кој се изработени работните сечила (од алатен челик, од брзорежачки челик, со сечила од тврди метали).

На слика 2.37 прикажани се неколку вида проширувачи.

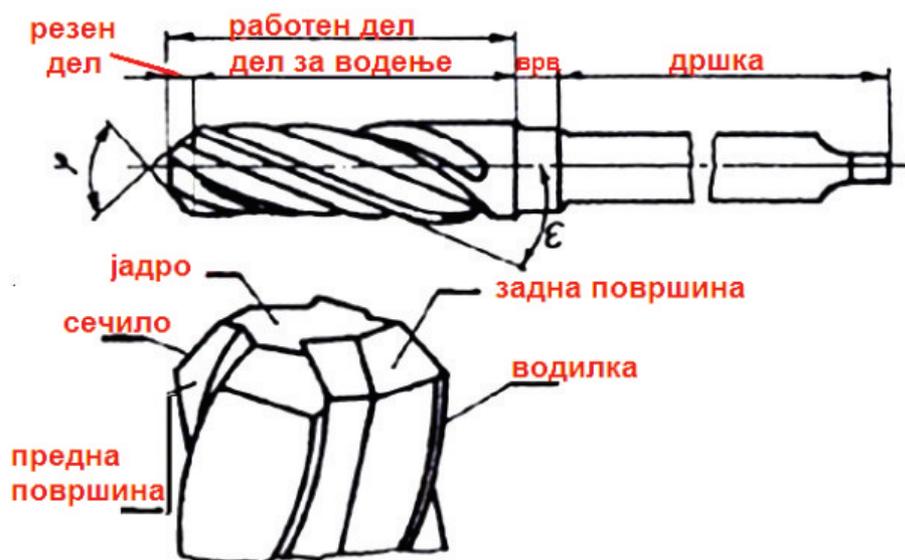


Слика 2.37: Проширувачи

1 - со цилиндрична дршка, 2 - со конусна дршка, 3 - со плочка од тврд метал

Цилиндричните проширувачи по својата конструкција се слични на завојните бургии, со таа разлика што работните сечила не одат до средината. Ова овозможува да се намали длабочината на жлебовите и со тоа да се наголеми крутоста на резачкиот алат.

Елементи на цилиндричен проширувач (слика 2.38):



Слика 2.38: Елементи на проширувач

Дршката може да биде цилиндрична, конусна или квадратна. Работниот дел на проширувачот се состои од дел за водење и резачки дел. Делот за водење му дава правец. Работните површини на телото за водење служат за водење и намалување на триењето. Должината на работните сечила треба да биде околу двапати поголема од резачката длабочина.

Конусните, челните и комбинираните проширувачи се употребуваат за обработка на околните површини на отворите.

Конусните проширувачи се употребуваат за обработка на конусни вдлабнатини под главата на завртките, како и за симнување на острите рабови на влезот на отворот. Се употребуваат и за изработка на отвори за центрирање на машинските делови што треба да бидат обработени меѓу шилци.

Челните проширувачи се употребуваат за обработка на рамни површини околу отворот, за правилно налегнување на главата на завртката или подлошката. Кај овие проширувачи работните сечила се наоѓаат на челната површина.

За обработка на цилиндрични проширувања на влезот на отворот се употребуваат цилиндрични проширувачи со водилка, а за обработка на степенести отвори често се употребуваат и комбинирани проширувачи. На слика 2.39 се прикажани цилиндрични насадни и ненасадни проширувачи.



Слика 2.39: Цилиндрични насадни и ненасадни проширувачи

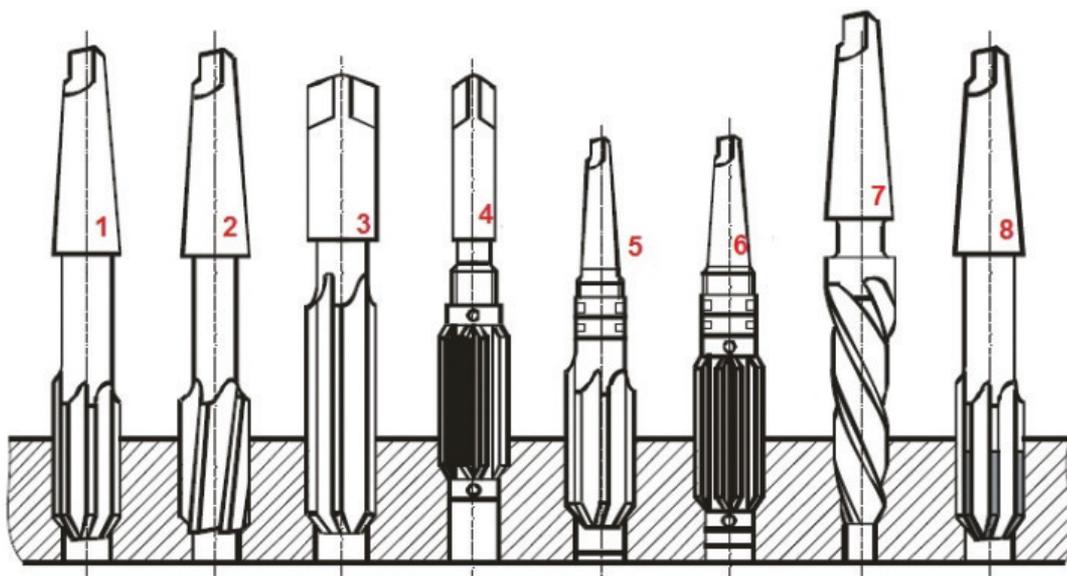
#### 2.3.4. РАЗВРТУВАЧИ

Развртувачи се алат кој се применува во завршните операции на обработка на отвор. Со оглед на тоа што во обработката со развртување се отстранува тенок слој материјал, отпорот при режење е сразмерно помал, па со овој вид на обработка се постигнува висока геометриска точност и квалитет на обработената површина. Развртувачот има голем број работни сечила и жлебови (од 4 до близу 20) што обезбедува сигурно водење низ обработуваниот предмет.

Со оглед на големиот број развртувачи тие можат да се поделат според повеќе критериуми (слика 2.40) и тоа според:

1. основната форма на телото (цилиндрични, конусни развртувачи)
2. формата на линијата на жлебот (развртувачи со прави жлебови, со завојни жлебови кои можат да бидат леви или десни)
3. изменливоста на дијаметарот (постојани – дијаметарот на телото е постојан, дотерливи – дијаметарот е изменлив во тесни граници)
4. конструкцијата на сечилата (развртувачи со постојани сечила, со променливи ножеви)
5. конструкцијата на телото (едноделни - телото и дршката се од едно парче, насадни - телото се насадува на дршката)

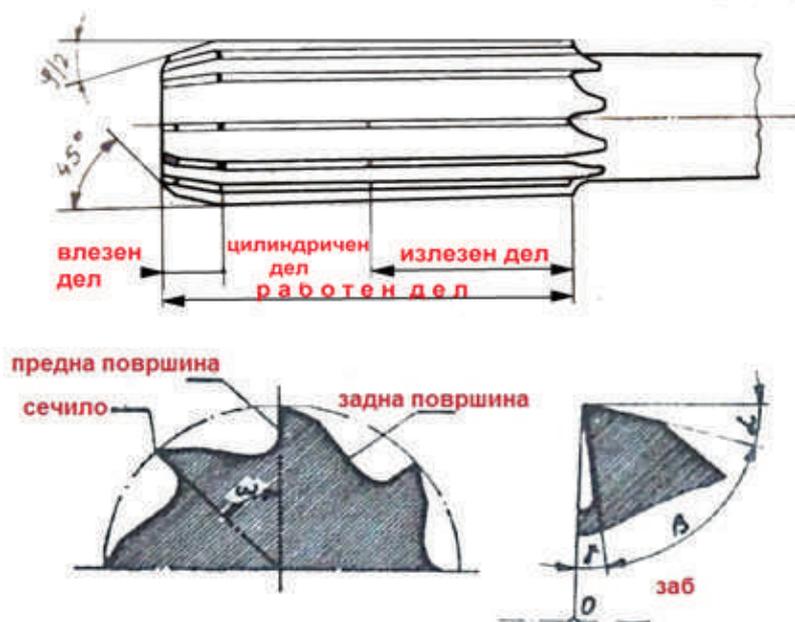
6. начинот на водење (развртувачи без водилка, развртувачи со водилка – на врвот се наоѓа валчеста водилка)
7. форма на дршка (развртувачи со цилиндрична дршка, со конусна дршка)
8. начинот на употреба (рачни, машински)
9. материјалот на работните сечила (развртувачи од алатен челик, од брзорезачки челик, од тврди метали).



Слика 2.40: Развртувачи

- 1 - со конусна дршка, 2 - со завојни жлебови, 3 - рачен, 4 - рачен со променлив нож, 5 и 6 - насаден, 7 - конусен, 8 - со плочка од тврд материјал

Најчесто се користат цилиндричните развртувачи. Развртувачот во својот состав има: работен дел, врат и дршка (слика 2.41).



Слика 2.41: Развртувач

За да се добие точен отвор при развртувањето, не е доволна само точната изработка на развртка, туку е потребно таа да биде и правилно прицврстена. Пожелно е разврката во процесот на режењето да има определена слобода за да може да биде водена низ обработуваниот отвор. Затоа се применуваат специјални држачи за сврзување на разврката со работното вретено на дупчалката, кои овозможуваат поголема подвижност.

На квалитетот на развртувањето најголемо влијание има големината на додатокот за обработка и изостреноста на сечилата на развртувачот. Подобар ефект и пофина обработка може да се оствари ако отворите се обработуваат постапно, односно ако развртувањето се изведе во два зафати – грубо и фино развртување. Квалитетот на сечила кај развртувачот мора да биде беспрекорен – поради чувствителноста на сечилото (резен раб) и најмало негово оштетување има влијание на квалитетот на развртувањето. Затоа развртувачите пред употреба треба внимателно да се прегледаат, во текот на експлоатацијата грижливо да се чуваат и да се следи состојбата на сечилата, а по употребата мораат да се исчистат, да се подмачкаат и да се сместат во посебни кутии од дрво или пластична маса.

На слика 2.42 се прикажани рачни развртувачи со прави и завојни жлебови, додека на слика 2.43 се прикажани ненасадни и насадни машински развртувачи.



Слика 2.42: Рачни развртувачи со прави и завојни жлебови



Слика 2.43: Ненасадни (со прави и завојни жлебови) и насадни машински развртувачи

### 2.3.5. ВРЕЗНИЦИ

Врезниците (слика 2.44) се користат за врежување навои во отвори. По форма претставуваат завртка со два или повеќе прави или завојни жлебови кои со пресек со завојните површини формираат работни сечила.



Слика 2.44: Врезници

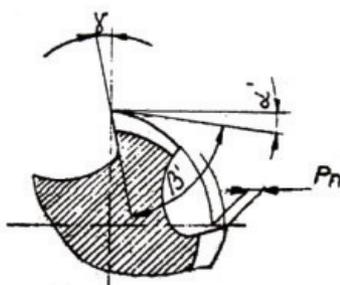
При завивањето на врезникот во специјално подготвен отвор неговите работни запци по површината на отворот постепено врежуваат завојни жлебови со профил што одговара на профилот на навоите на врезникот. Во процесот на режењето секој забец на врезникот симнува само тенок слој на металот.

На врезникот разликуваме тело и дршка (слика 2.45). Телото на врезникот може да се подели на резачки дел и дел за калибрирање. Резачкиот дел има основна функција режење на навојот, а неговата должина зависи од намената на врезникот. Делот за калибрирање служи за завршна обработка и прочистување на профилот на навојот.



Слика 2.45: Елементи на врезник

Обликот на запците на резачкиот дел прикажан е на сликата 2.46. Означени се и предниот агол ( $\gamma$ ), задниот агол ( $\alpha$ ) и аголот на клинот ( $\beta$ ).



Слика 2.46: Облик на запци на резачкиот дел на врезникот

При избор на обликот на врезникот мора да се води сметка за материјалот на обработуваниот предмет (технолошки и механички особини), положбата на навојот, должината на навојот (нормален, продолжен, скратен), начинот на работа (рачен, машински), начинот на стегане на врезникот (цврст, еластичен), начинот на ладење или подмачкување во текот на режење на навојот итн.

## 2.4. ПОМОШЕН ПРИБОР ВО ОБРАБОТКАТА СО ДУПЧЕЊЕ

Улогата на помошниот прибор во операциите на обработка на дупчалки се состои од тоа:

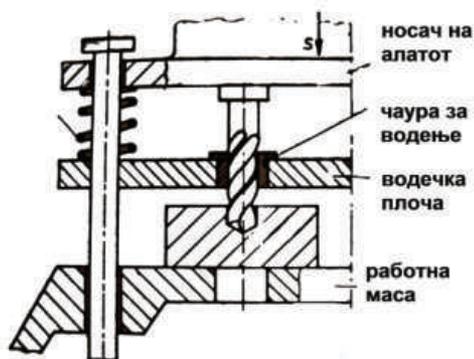
1. да се постави (на главното вретено) и стегне алатот за дупчење пред процесот на обработка, т.е. да се одреди положбата на алатот во машините за дупчење
2. да се доведе алатот во одредена положба пред процесот на обработка
3. да го води алатот за дупчење во процесот на обработка кон обработуваниот предмет
4. да одреди положба на обработуваниот предмет во системот на обработување
5. да одржи дефинирана положба на обработуваниот предмет во текот на процесот на дупчење.

Помошниот прибор може да се подели на три групи. Првата група ја сочинува стандардниот помошен прибор (обично тој е составен дел на дупчалката, како, на пример, главата за стегање - слика 2.47), втората група ја сочинува универзалниот стегачки помошен прибор (служи за стегање на обработуваниот предмет со сличен облик, како, на пример, менгеме) и во третата група спаѓа специјалниот помошен прибор (се користи за извршување на одредени операции, на пример за одредување на положбата, стегање и водење на алатот).



Слика 2.47: Стегачка глава која се користи за стегање на алатот

На слика 2.48 прикажан е уште еден помошен прибор за дупчење – дадена е шема за водење и стегање со користење на помошното движење на машината.



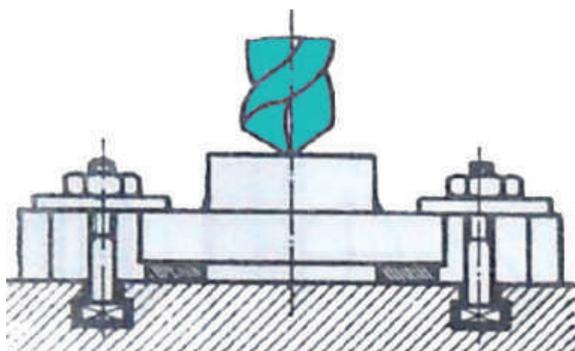
Слика 2.48: Пример помошен прибор со плоча за водење и чаура за водење на алатот

Мерниот и контролен прибор кој служи за мерење и контрола на

карактеристиките на квалитетот пред, во текот и на крајот од процесот на обработка претставува посебна класа на помошен прибор за дупчалки.

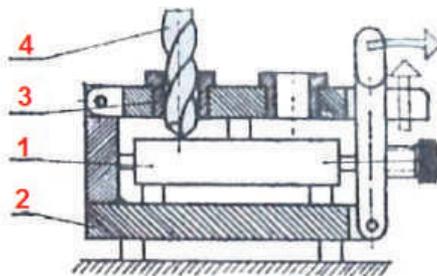
За успешно да се изврши дупчењето, потребно е обработуваниот предмет правилно да се постави и да се прицврсти на работната маса на дупчалката што обезбедува стабилност при обработката. Слабиот и неправилно прицврстен предмет доведува до лоша обработка, кршење на алатот или пак повреда на работникот.

Кога е во прашање поединечното производство, предметите се прицврстуваат со помош на специјални притегнувачи. На слика 2.49 прикажан е алат за стегање.



Слика 2.49: Алат за стегање

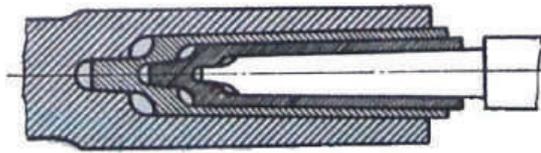
Најлесен начин за прицврстување на предмети е со помош на машински стеги. Во сериското и масовно производство стегањето на предмети се врши со помош на специјално изработени стеги. Овие стеги се одликуваат со брзо и сигурно стегање, како и точно водење на алатот. На слика 2.50 е прикажан алат за стегање во сериско и масовно производство.



Слика 2.50: Алат за стегање во сериско и масовно производство

Во горниот дел на стегачот се наоѓаат калени водилки (3) кои служат за точно водење на бургијата, така што издупчените дупки да се наоѓаат на соодветно место на предметот.

Честопати е потребно да се примени алат кој не одговара на димензиите на конусот во работното вретено. Кога конусот на резниот алат е помал од конусот на работното вретено се користат редуковани чаури (слика 2.51). Надворешниот конус на редукованата чаура мора да одговара на конусот на вретеното на дупчалката, додека внатрешниот конус мора да одговара на конусот на алатот.



Слика 2.51: Редукциска чаура

Редукциските чаури се изработуваат со разлика од 1 до 3 броја помеѓу внатрешниот и надворешниот конус, на пример: 2/1, 3/1, 3/2, 4/1, 4/2, 4/3, 5/2, 5/3, 5/4, 6/3, 6/4 и 6/5, каде броителот го означува бројот на надворешниот конус, а именителот го претставува бројот на внатрешниот конус.

Прашања за повторување:

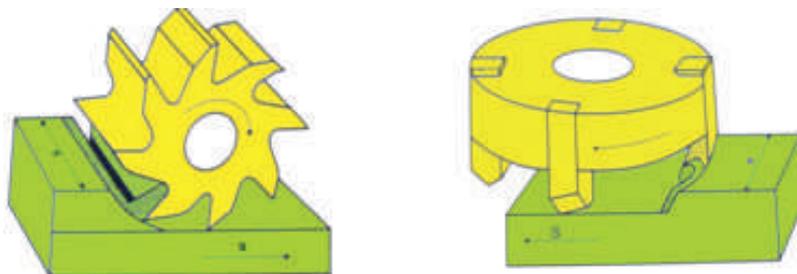
1. На што треба да се обрне внимание при користење на рачна дупчалка?
2. Која е предноста на столбните дупчалки пред оние прицврстени на маса?
3. Поради што дупчењето на масивни предмети најчесто се врши на радијални дупчалки?
4. Кои се предностите на координатната дупчалка во однос на столбната?
5. Кој алат се користи при работа со дупчалките?
6. Кои се елементите на завојната бургија?
7. Што се забушувачи, проширувачи, развртувачи, врезници?
8. Која е функцијата на помошниот прибор при дупчењето?
9. Наведи помошен прибор при дупчење!

# 3

## ГЛОДАЛКИ

### 3.1. ОСНОВНИ ПОИМИ ЗА ОБРАБОТКА СО ГЛОДАЊЕ

Обработката со глодање е високопродуктивна и широко применета метода на обработка на металите со режење. Се остварува со алат кој се вика глодало. Главното движење при глодањето е кружно движење на глодалото околу својата оска, а помошното обично праволиниско движење може да го изведува или обработуваниот предмет или глодалото (слика 3.1).

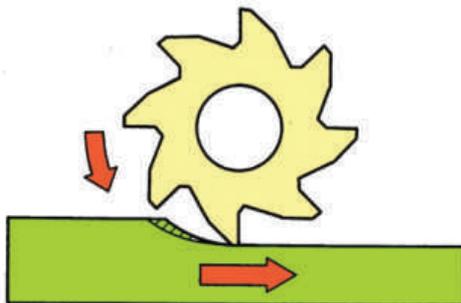


Слика 3.1: Обработка со глодање

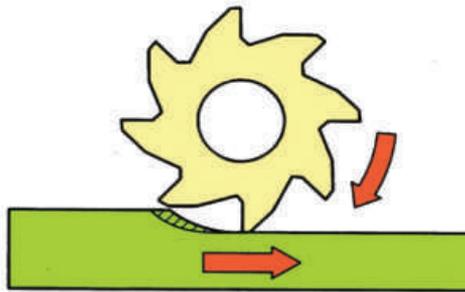
Обработката со глодање е една од најекономичните обработки, било да се работи за поедноставни, било за посложени форми на обработуваниот предмет. Оваа економичност се гледа во намалувањето на времето потребно за обработка на некоја површина.

Според положбата на оската на глодалото во однос на обработуваниот предмет и според формата на обработуваната површина, постојат следните видови глодања: рамно глодање, кружно глодање и челно глодање.

**Рамното глодање** се применува при обработка на рамни и призматични површини. Во зависност од насоката на вртење на глодалото и насоката на движење на предметот, разликуваме два вида на рамно глодање: истонасочно (слика 3.2) и спротинасочно (слика 3.3) глодање.



Слика 3.2: Истонасочно глодање



Слика 3.3: Спротинасочно глодање

Кај спротинасочното глодање насоката на движење на алатот и предметот се спротивни, додека кај истонасочното – тие насоки се исти.

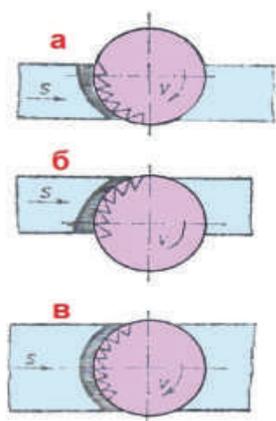
Кај спротинасочното глодање се јавуваат вибрации за време на обработката и се добива полош квалитет на обработуваната површина. Пресекот на струганица кај спротинасочното глодање е од нула до некоја максимална вредност, додека кај истонасочното тој се менува од некоја максимална вредност до нула. Затоа при спротинасочно глодање, обработената површина е сјајна, бидејќи сечилата се лизгаат по обработената површина, истрошувањето на глодалото е поголемо, неговата трајност помала, па затоа и резачките брзини со кои се врши обработката мора да бидат помали. Кај истонасочното глодање ситуацијата е обратна.

Покрај рамно глодање, за обработка на рамни површини се применува и **челно глодање** (слика 3.4).



Слика 3.4: Челно глодање

Ова глодање наоѓа примена при изработка на различни канали и жлебови или за обработка на рамни површини со специјални глодала за таа намена. Се јавува во три форми: спротинасочно, истонасочно и комбинирано (слика 3.5).



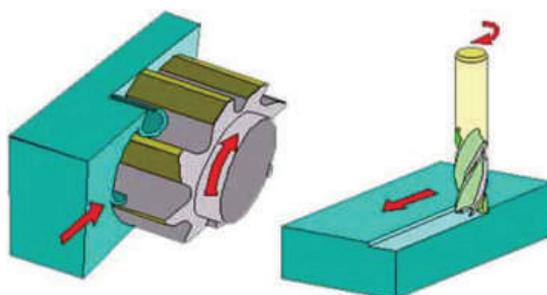
Слика 3.5: Челно глодање а - спротивасочно; б - истонасочно; в - комбинирано

При спротивасочно челно глодање оската на глодалото е над оската на обработуваниот предмет.

При истонасочно челно глодање оската на глодалото е под оската на обработуваниот предмет.

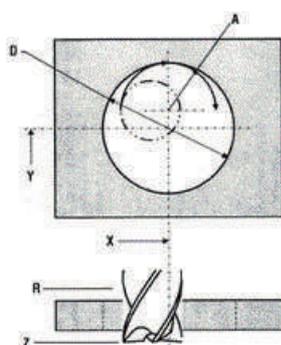
Ако оските на глодалото и обработуваниот предмет се поклопуваат, се применува комбинирано челно глодање, кое претставува комбинација од спротивасочно и истонасочно челно глодање.

**Кружно глодање** е понов вид на глодање (слика 3.6).



Слика 3.6: Кружно глодање

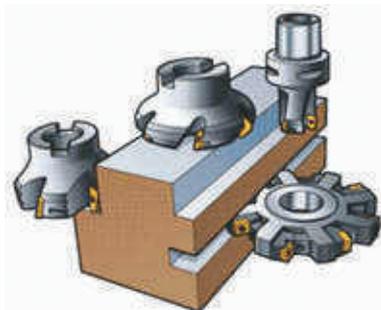
Се јавува како внатрешно (слика 3.7) или надворешно кружно глодање. Најмногу се применува за изработка на шупливи вратила.



Слика 3.7: Внатрешно кружно глодање

### 3.2. ВИДОВИ АЛАТ ЗА ОБРАБОТКА СО ГЛОДАЊЕ

Глодалото е повеќесечен алат, кај кој секој заб претставува стругарски нож. Алатот за обработка со глодање е со цилиндричен облик или тркалезна плоча по чиј обод се наоѓаат правилно распоредени заби (слика 3.8).



Слика 3.8: Алат за глодање

Во зависност од површината која треба да се обработи и видот на машината, нивната конструкција е разновидна.

Поделбата на глодалата може да се изврши според повеќе критериуми (слика 3.9), и тоа:



Слика 3.9 Поделба на глодалата

На следните слики 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 и 3.16. се прикажани повеќе видови глодала според основната форма.



Слика 3.10: Аголно глодало



Слика 3.11: Профилно глодало



Слика 3.12: Цилиндрично глодало



Слика 3.13: Плочесто глодало



Слика 3.14: Челни глодала

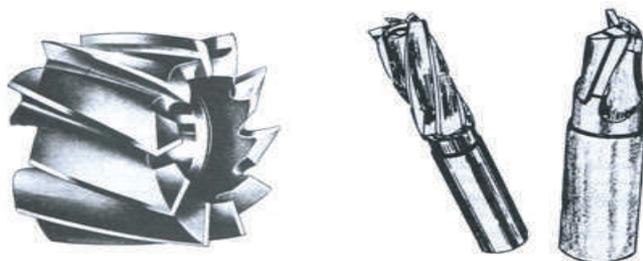


Слика 3.15: Пилести глодала

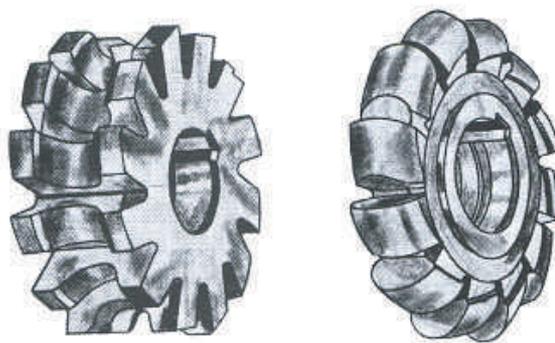


Слика 3.16: Вретенести глодала

Глодалото со глодани запци е прикажано на слика 3.17, а на слика 3.18 е прикажано глодало со потстружени запци.

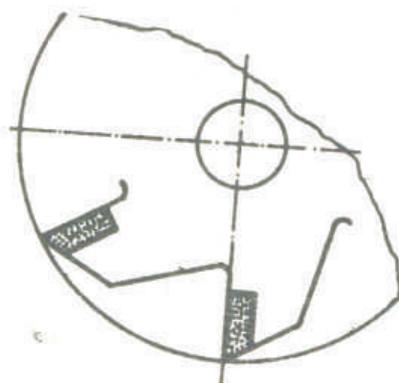


Слика 3.17: Глодала со глодани запци



Слика 3.18: Глодала со потстружени заби

На слика 3.19 е прикажано глодало со плочки од тврд метал.

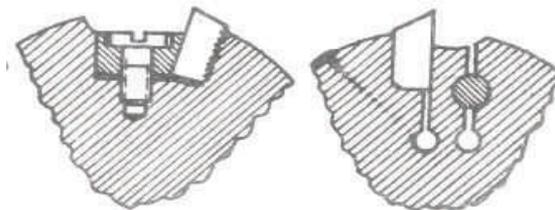


Слика 3.19: Глодало со плочки од тврд метал

На слика 3.20 е прикажано глодало (глодачка глава) со вметнати запци (сечила). Прицврстување на сечилата може да се изведе на повеќе начини, но најчесто со помош на завртка и клин. На слика 3.21 се прикажани начините на прицврстување на ножевите кај глодала со вметнати запци.



Слика 3.20: Глодало со вметнати сечила (запци)



Слика 3.21: Видови прицврстувања на ножевите на глодала со вметнати сечила (запци)

На слика 3.22а и 3.22б се прикажани видови глодала според начинот на прицврстување: глодала со дршка и насадни глодала.



Слика 3.22а: Вретенести глодала со дршка



Слика 3.22б: Насадни цилиндрични глодала

На слика 3.23 се прикажани глодала за фина обработка.



Слика 3.23: Глодала за фина обработка

Посебен вид на глодала се глодалата за изработка на запчаници и навои. Прикажани се на слика 3.24а и 3.24б.



Слика 3.24а: Глодала за изработка на запчаници



Слика 3.24б: Глодала за изработка на навој

### 3.3.ВИДОВИ ГЛОДАЛКИ И НИВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Машината на која се изведува обработката со глодање се вика **глодалка**. Најмногу се применува во индустриското производство. Главно се користи за обработка на рамни и профилни површини на делови со ротациона и неротациона форма. Глодалките како машински алатки се појавиле во почетокот на XIX век. Првите глодалки биле многу примитивни.

Но, глодалките од нивната појава постојано се усовршувале во конструкцијата на преносникот за главно движење и преносникот за помест, како и зголемување на димензиите. Особено голем напредок се бележи во периодот кога се појавува брзорезниот челик, како материјал за изработка на алатот за глодање (глодала). Овие усовршувања овозможиле користење

на поголеми резни брзини и поголеми помести.

Основни движења при обработката со глодање се: **главно кружно движење** на алатот (глодалото) и **помошно движење** на обработуваното парче, кое во зависност од видот на обработка може да биде праволиниско, кружно и комбинирано.

Праволиниското движење на обработуваното парче е најчест случај на помошно движење. Го врши обработуваното парче кое е поставено на работната маса на глодалката. Помошното праволиниско движење може да биде: надолжно, напречно и вертикално.

Кружното помошно движење на обработуваното парче се остварува со специјален прибор или со поделбен апарат. Со подвижување на рачката на поделбениот апарат се завртува обработуваното парче, а со самото тоа се врши и помошно движење.

Комбинирано движење се врши обично при изработка на завојни површини. При тоа обработуваното парче врши праволиниско и кружно движење. Овие две движења се во строга меѓусебна зависност.

Денес во пракса можат да се сретнат голем број на глодалки, кои во зависност од намената можат да се поделат:

- Според положбата на главното вретено на хоризонтални и вертикални
- Според бројот на главни вретена – едновретени и повеќевретени
- Според видот на обработка – за фина и груба обработка
- Според конструкцијата и намената на обични, универзални и специјални

Едновретените глодалки имаат едно вретено, кое може да биде хоризонтално и вертикално. Овие глодалки се викаат **конзолни**.

Повеќевретените глодалки имаат повеќе главни вретена, кои можат да бидат хоризонтални, вертикални или комбинирани. На овие машини можна е обработка на повеќе површини истовремено и се викаат портални глодалки (слика 3.25).

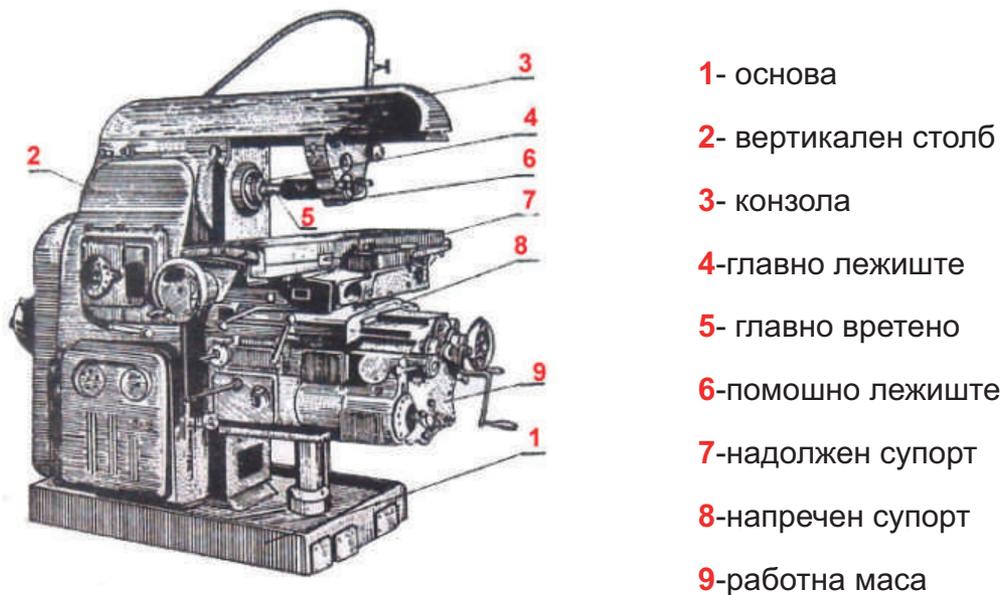


Слика 3.25: Портална глодалка

### 3.3.1. ХОРИЗОНТАЛНИ ГЛОДАЛКИ

Хоризонтални глодалки се глодалки чија оска на главното вретено е хоризонтална и паралелна со работната маса на глодалката. Се користат за обработка на рамни површини, за изработка на жлебови, за прорежување и отсекување на материјал и за изработка на запченици. Можат да бидат: обични и универзални.

Кај **обичните хоризонтални глодалки** оската на надолжниот помест секогаш е нормална на оската на главното вретено. На слика 3.26 и 3.27 е прикажана обична хоризонтална глодалка.



Слика 3.26: Обична хоризонтална глодалка

На вертикалниот столб (2) е сместена работната маса (9) која може да се поместува во вертикален правец. На работната маса е сместен и напречниот супорт (8), кој овозможува поместување на обработуваниот предмет паралелно со оската на алатот (глодалото). На напречниот супорт е сместен надолжниот супорт (7), на кој се прицврстува обработуваниот предмет. Глодалката има преносник за главно движење и преносник за помошно движење. Алатот (глодалото) се поставува на главното вретено (5) кое од едната страна е потпрено во главното лежиште (4), а со другиот крај во помошното лежиште (6). Помошното лежиште може да се поместува по конзолата.

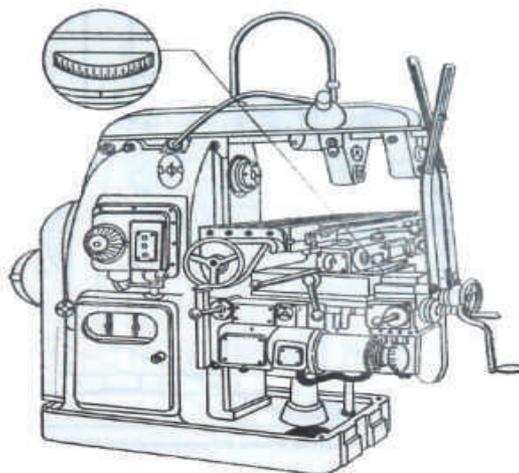
Основата (1), столбот (2) во кој е сместен преносникот за главно движење, конзолата (3) и работната маса (9) најчесто се изработуваат од леано железо.



Слика 3.27: Обична хоризонтална глодалка

**Универзалните хоризонтални глодалки** се слични со обичните. Разликата е само што кај универзалните глодалки работната маса може да се завртува под агол во хоризонтална рамнина. Тоа овозможува изработка на завојни жлебови, запченици со коси заби, развртувачи, глодала и сл., со што се проширува полето на примена на глодалката. Универзалните хоризонтални глодалки се снабдени и со дополнителни уреди со кој се проширува палетата на работни можности на овие глодалки.

На слика 3.28 е даден надворешен изглед на универзална хоризонтална глодалка.



Слика 3.28: Универзална хоризонтална глодалка

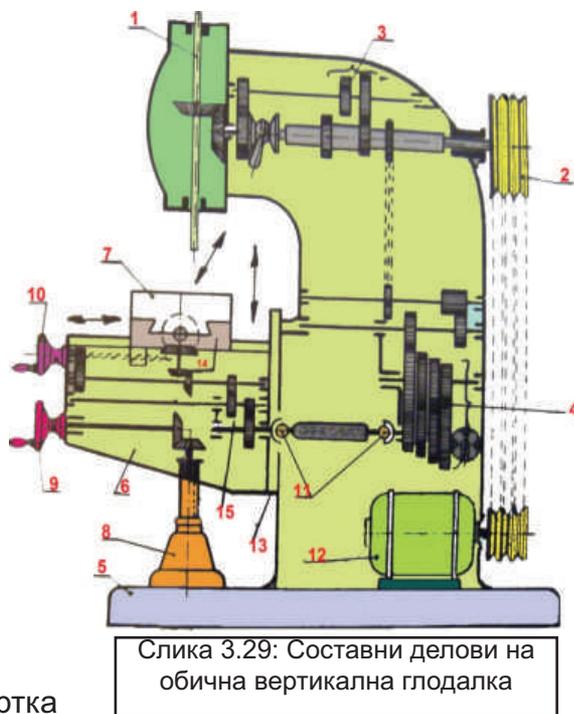
Надолжниот супорт на оваа глодалка може да се завртува во една и друга насока за  $45^{\circ}$ .

### 3.3.2. ВЕРТИКАЛНИ ГЛОДАЛКИ

Вертикалните глодалки имаат вертикално поставено главно вретено. Во повеќето случаи тоа може да се заврти под одреден агол со што се овозможува обработка на предмети со различни страни. Се користат за обработка на рамни површини, жлебови, запченици и др. Можат да бидат: обични, универзални и специјални.

**Обичната вертикална глодалка** има исти делови како и обичната хоризонтална глодалка, со таа разлика што главното вретено на вертикалната глодалка е вертикално. Таа е составена од следните делови (слика 3.29):

1. главно вретено
2. погонска ременица
3. преносник за главно движење
4. преносник за помошно движење
5. основа со столб
6. конзола
7. надолжен супорт
8. завојно вретено со навртка
9. рачка за задвижување на вертикалниот супорт
10. рачка за задвижување на напречниот супорт
11. кардански зглобови
12. погон
13. вертикален супорт
14. напречен супорт
15. преносник за помест



Слика 3.29: Составни делови на обична вертикална глодалка

За да може да се изврши обработката со глодање потребно е да се обезбеди главно и помошно движење.

Главно движење – кружно движење на алатот (глодалото) се добива така што вртливото движење од електромоторот (12) се пренесува преку ремениот преносник до делот на преносникот за главно движење кој е сместен во столбот на глодалката. На предната страна на столбот се поставува вертикална глава која со навртки е прицврстена за столбот. Во куќиштето на вертикалната глава е поставено главното вретено на кое се поставува алатот.

Обработуваниот предмет на работното вретено се поставува на ист начин како и кај хоризонталната глодалка.

Обработуваниот предмет се доведува во саканата положба со поместување на надолжниот, напречниот и вертикалниот супорт со движења означени со стрелки. Тие поместувања се вршат со рачките (9) и (10), најчесто рачно.

Помошното движење на обработуваниот предмет се остварува со преносникот за помошно движење (4), карданскиот зглоб (11) и преносните елементи (15). Избраниот број на вртежи на преносникот за помошно движење преку карданскиот зглоб се пренесува до спрегот завојно вретено – навртка и вртежното движење се претвора во праволиниско.

Вертикалната глава на обичната вертикална глодалка е составен дел на машината. Конструираниа е така што да може да се врти во вертикална рамнина под агол, што овозможува обработка на коси површини. Освен тоа, главното работно вретено може аксијално да се поместува. Тоа овозможува изведување на некои специфични операции на глодање, како што се: дупчење, проширување, развртување и впуштање.

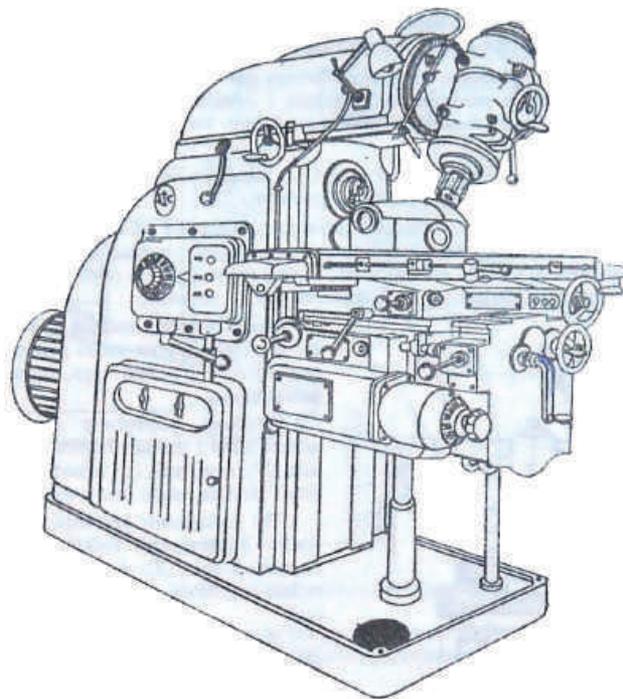
На слика 3.30 е прикажана обична вертикална глодалка.



Слика 3.30: Обична вертикална глодалка

Обичните вертикални глодалки се користат за тешки и обемни глодачки работи. За да стане една обична вертикална глодалка универзална потребно е напречниот супорт да е составен од два дела како кај хоризонталната универзална дупчалка.

На слика 3.31 е прикажана универзална вертикална глодалка.



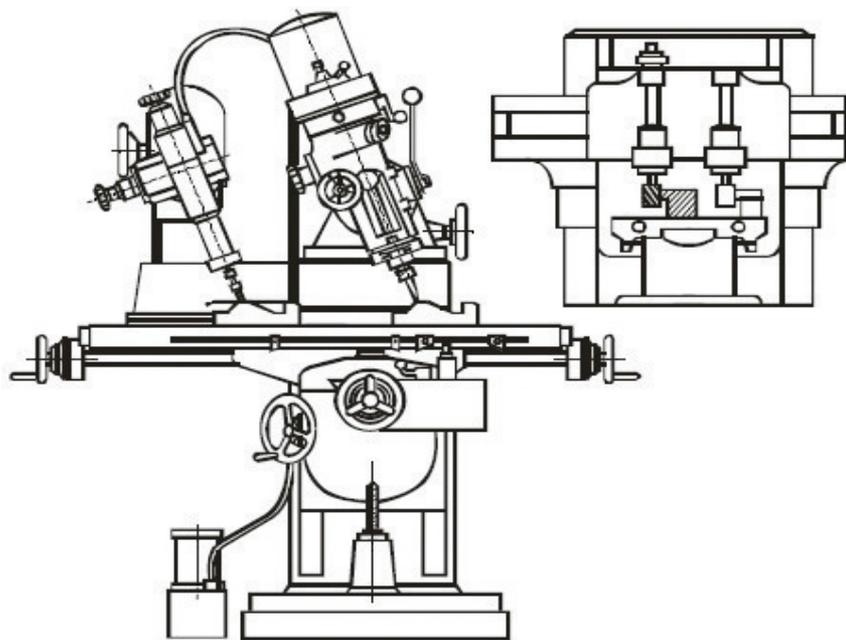
Слика 3.31: Универзална вертикална глодалка

### 3.3.3. СПЕЦИЈАЛНИ ГЛОДАЛКИ

Специјалните глодалки се машини кои се користат во сериското и масовното производство или во алатниците за изработка на алати. Овие глодалки имаат посебни уреди кои не ги сретнуваме кај другите глодалки. Наменети се за извршување на помал број на операции.

Во специјални глодалки спаѓаат:

- глодалки за изработка на запченици
- глодалки за изработка на навои
- копирни глодалки (слика 3.32)
- универзални алатни глодалки
- повеќевретени глодалки и
- агрегатни глодалки



Слика 3.32: Копирна глодалка

### 3.4. ОПИС НА ГЛАВНИТЕ ДЕЛОВИ НА ГЛОДАЛКИТЕ

За да се изврши обработката со глодање потребно е да се остварат двете основни движења: главното и помошното.

Тоа се постигнува со преносниците за главно и помошно движење. Преносниците се сместени во стабилните делови на машината. Преносникот за главно движење секогаш е сместен во столбот на глодалката, додека преносникот за помошно движење може исто така да биде сместен во столбот на глодалката или пак во конзолата, односно носачот на работната маса.

Сите склопови и делови на глодалката треба да бидат монтирани така што да сочинуваат една стабилна целина со голема крутост. Тоа се постигнува со правилен избор на материјалот, обликот и димензиите на составните делови.

Составните делови на сите глодалки имаат иста задача, имаат различен облик и димензии во зависност од видот и намената на глодалката.

Главни делови на секоја глодалка се:

- основа со столб и водилки
- главно вретено
- преносник за главно движење
- преносник за помошно движење
- конзола
- работна маса

**Основата со столбот и водилките** обично се изработени од еден дел со леене од квалитетно леано железо. Столбот и основата од внатрешна страна се зајакнати со ребра. Во горниот дел на столбот е сместено главното вретено и дел од преносникот за главно движење. Во средишниот дел е сместен преносникот за помошно движење. Во шупливиот дел на основата се сместени средствата за ладење.

**Водилките** на глодалката мора да обезбедат:

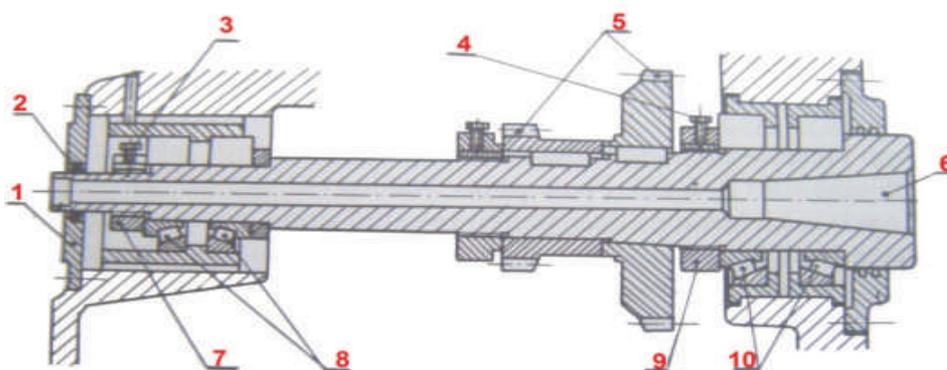
- точно водење на резниот алат и обработуваното парче
- доволна статичка и динамичка крутост
- соодветна тврдост и век на траење
- лесно отстранување на струганицата и средствата за ладење

Водилките најчесто се изработуваат на самиот столб од ист материјал, како и столбот, и тие водилки се нарекуваат стабилни.

Водилките се изложени на абеење и трошење и затоа често се изработуваат и од други материјали кои по потреба брзо се заменуваат и тие водилки се викаат изменливи. Со примена на ваков вид на водилки се намалуваат трошоците за ремонт на машината, се постигнува поголема точност и полесно одржување во текот на експлоатацијата на машината.

**Главното вретено** се изработува од квалитетен челик. Изложено е на напрегање од свиткување, усукување и притисок. Затоа треба да се обрне внимание на неговиот облик и на растојанието помеѓу лежиштата. Лежиштата имаат задача да ги примат сите аксијални и радијални сили кои се јавуваат во текот на процесот на режење. Се користат лизгачки и тркалачки лежишта.

На слика 3.33 е прикажан работилнички цртеж на главно вретено.



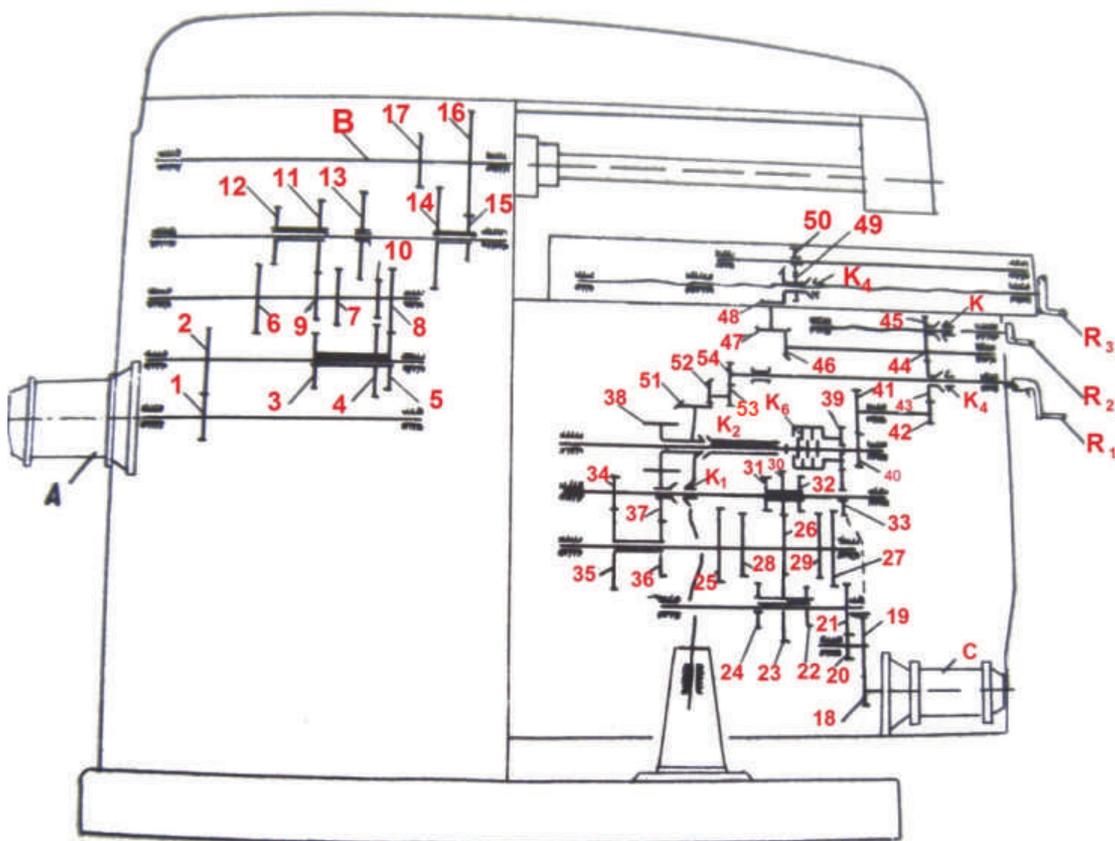
Слика 3.33: Главно вретено со конусни валчести лежишта

Главното вретено прикажано на цртежот е улежиштено во конусни тркалачки лежишта со валјаци. Зазорот на предното лежиште се нагодува со навртката (9). Зазорот на задното лежиште (8) се регулира со навртката (7), која со помош на завртка (3) се осигурува од самоодвртување.

На задната страна на лежиштето се наоѓа капак (1) и заптивка (2) која служи да ја спречи маста да излезе од лежиштето и да спречи влегување на нечиститии и струганица во лежиштето.

Секое главно вретено има отвор по целата должина. Отворот овозможува прицврстување на глодалото или вратилото на глодалото.

**Преносниците за главно и помошно движење** се важни делови за глодалката. Нивната конструкција овозможува избор на различни броеви на вртежи и помести. Глодалките најчесто имаат запчести преносници, кои во принцип се составени од одреден број на вратила и запченици со различни дијаметри. Запчениците можат аксијално да се поместуваат долж вратилото до саканата положба. На тој начин доаѓаат во спрега различни парови на запченици со што се добиваат различни резни брзини и различни помести.



Слика 3.34: Кинематска шема на механизмот за главно и помошно движење

На слика 3.34 е прикажана кинематска шема на механизмот за главно и помошно движење на глодалка.

Главното движење добива погон од електромоторот (А) и преку запчениците од 1 до 17 движењето се пренесува на главното вретено (В), со што вратилото добива 18 различни броеви на вртежи. Броевите на вртежи се менуваат со поместување на запчениците 3-4-5, 11-12, 14-15 и 13.

Помошното движење се остварува со посебен електромотор (С). На тој начин промената на брзината на помошното движење е независна од големината на главното движење. Тоа е многу важно, бидејќи при промена на големината на дијаметарот на глодалото може без влијание на брзината на помошното движење да се промени оптималниот број на вртежи.

Од електромоторот (С) движењето се пренесува преку запчениците 18-45 со што автоматски помест добива напречниот супорт. При тоа се врши поместување на групата запченици 22-23-24 и 30-31-32 и 35-36. Понатаму движењето се пренесува или преку запчениците 34-39 или преку соединувачот  $K_1$  директно, преку запчениците 37-38. Со вклучување на соединувачот  $K_2$  движењето се пренесува на запченикот 40, а од таму и до запченикот 45 за напречен помест. Соединувачот  $K_3$  е исклучен.

Надолжното движење се остварува преку запчениците 40-44-49 со вклучување на соединувачот  $K_4$  (соединувачот  $K_3$  е исклучен). За да биде сликата појасна надолжниот супорт е завртен за  $90^\circ$ . Рачката  $R_1$  служи за вертикално рачно поместување, преку запчениците 51-54. Соединувачот  $K_5$  е исклучен.

Вертикалното рачно поместување се остварува со завртување на рачката  $R_1$ , преку запчениците 51-54 до вертикалното завојно вретено.

Брзо поместување во надолжен и напречен правец се постигнува преку соединувачот  $K_6$ . Од електромоторот (С) движењето директно се пренесува преку запчениците 18-19-33 на запченикот 39. Преку соединувачот  $K_6$  (соединувачот  $K_2$  е исклучен) на вратилото на запченикот 40 движењето се пренесува на надолжното или напречното завојно вретено. Со вклучување на соединувачот  $K_5$  движењето се пренесува на вертикалното завојно вретено.

Рачките  $R_2$  и  $R_3$  служат за рачно поместување на надолжниот и напречниот помест.

**Конзола – носач на работната маса**, изработена е од сиво леано железо. На задната страна има жлеб со кој се прицврстува за водилките на столбот.

Конзолата има кутиест облик и нејзиниот внатрешен дел служи за сместување на дел од преносникот за помошно движење.

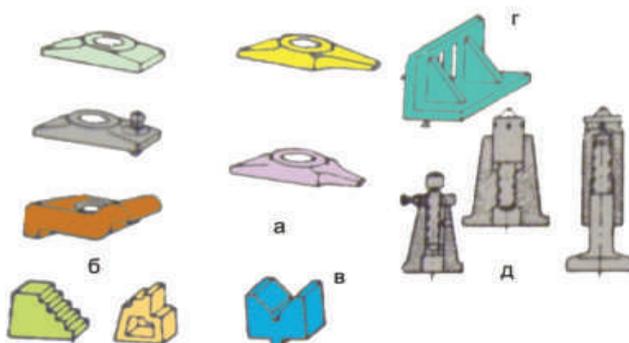
**Работната маса** служи за прицврстување на стегачкиот прибор или обработуваниот предмет. На горната стана има жлебови во облик на буквата „Т“.

Кружното движење преку спрегот завојно вретено – навртка се претвора во праволиниско движење на супортот.

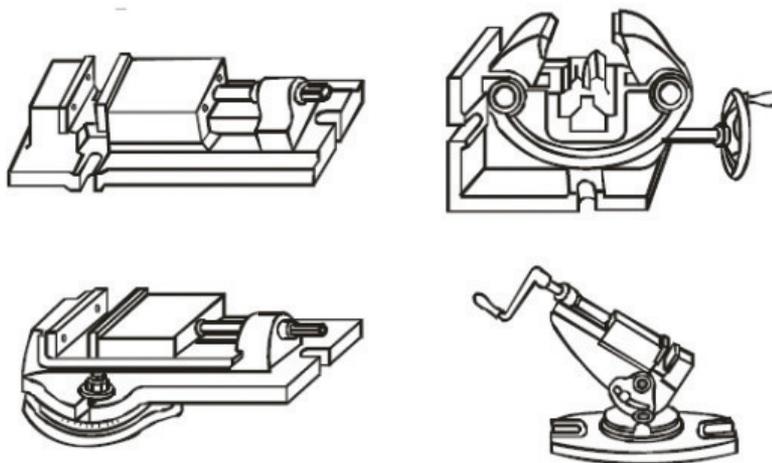
### 3.5. ПОМОШЕН ПРИБОР ЗА ПОСТАВУВАЊЕ И ПРИЦВРСТУВАЊЕ НА ОБРАБОТУВАНИОТ ПРЕДМЕТ НА ГЛОДАЛКАТА

Помошниот прибор за поставување и прицврстување на обработуваниот предмет на машината може да биде: универзален и специјален.

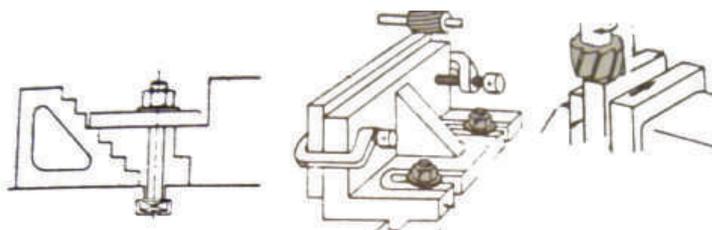
Во универзален помошен прибор спаѓаат: прицврстувачи, подлошки, призми, аголници, потпирачи. Прикажани се на слика 3.35. Примери на стеги се прикажани на слика 3.36. Примери на стегање на обработуваниот предмет се прикажани на слика 3.37.



Слика 3.35: Универзален помошен прибор: а- прицврстувачи; б-подлошки; в-призми; г- аголници; д-потпирачи



Слика 3.36: Стеги

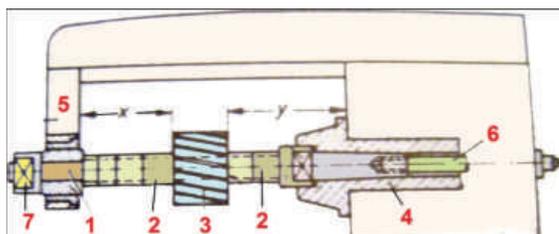


Слика 3.37: Пример на стегање на обработуван предмет

### 3.6. ПОМОШЕН ПРИБОР ЗА ПОСТАВУВАЊЕ И ПРИЦВРСТУВАЊЕ НА АЛАТОТ НА ГЛОДАЛКАТА

Начинот на прицврстување на алатот зависи од тоа дали глодалото е насадно или всадно.

Насадните глодала се прицврстуваат со помош на вратилото на глодалото. Шематскиот приказ е даден на слика 3.38.

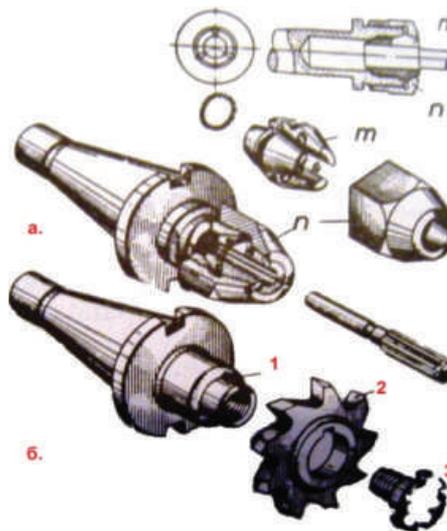


Слика 3.38: Поставување на глодало на хоризонтална глодалка со помош на вратилото на глодалото

На вратилото на глодалото (1) се поставуваат чаури (2), потоа глодалото (3) и повторно чаури (2). Дијаметарот на вратилото на глодалото е еднаков на дијаметарот на отворот на глодалото и чаурите. Со помош на чаурите се обезбедува точна положба на глодалото во однос на главното вретено (4) и помошното лежиште (5). Конусниот дел на вратилото на глодалото се поставува во внатрешниот конус на главното вретено и се притегнува со завртките (6). Со помош на навртката (7) се врши затегнување на вратилото на глодалото (1), помошното лежиште (5), чаурата (2) и глодалото (3). Димензиите, дијаметарот и должината на вратилото на глодалото и ширината на чаурите се стандардизирани.

Прицврстувањето на всадните глодала (глодала со држач) се остварува со помош на држачи со еластична чаура (слика 3.39а). Држачот се притегнува на главното вретено исто како вратилото на глодалото.

Насадните глодала – пилести, плочести и др. се прицврстуваат на тој начин што прво на држачот се поставува глодалото (2) и се притегнува со завртките (3), (слика 3.39б). Понатамошната постапка е иста како кај претходните примери.



Слика 3.39: Поставување на хоризонтална глодалка со помош на држач на глодалото

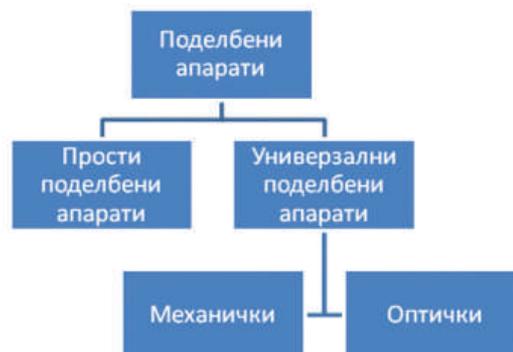
### 3.7. ПОДЕЛБЕНИ АПАРАТИ И НИВНА ПРИМЕНА

Поделбените апарати се најважни дополнителни уреди кај хоризонталните и вертикалните глодалки. Се користат за:

- позиционирање на обработуваниот предмет на работната маса на машината
- периодично завртување (завртување за одреден агол) на обработуваниот предмет околу неговата оска
- остварување на континуирано завртување на обработуваниот предмет околу неговата оска и синхронизација со транслаторното движење при изработка на завојни жлебови и запченици

Со помош на делителните апарати се изработуваат: прави и завојни жлебови, жлебови на челни површини, цилиндрични и конусни запченици со прави заби, цилиндрични запченици со завојни заби, запчести летви, разни видови алат (развртувачи, проширувачи, глодала и др.). Воопшто, намената на поделбениот апарат е поделба на обемот и должината на обработуваниот предмет на еднакви и нееднакви делови.

Постојат многу типови поделбени апарати. Се делат на:



**Оптичките поделбени апарати** немаат поделбена плоча, туку на самото главно вретено на поделбениот апарат има тркалезна плоча со поделба во степени. Отчитувањето се врши со помош на микроскоп. Обработуваниот предмет се завртува рачно, а со микроскопот се отчитува големината на аголот.

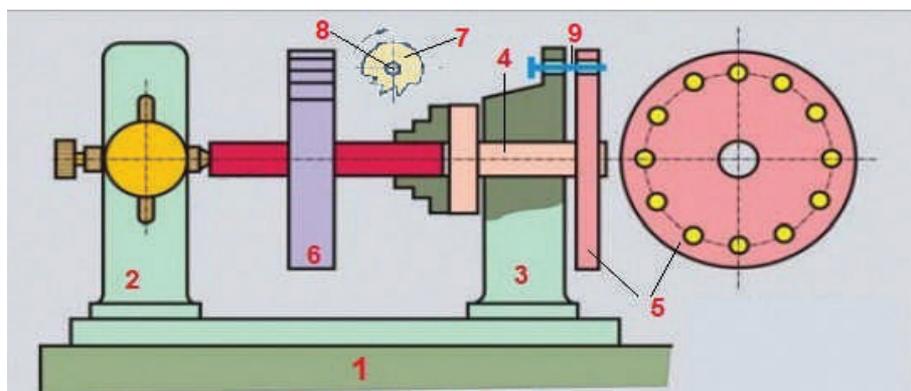
Оптичкиот поделбен апарат, покрај основната намена, често се користи за мерење и контрола на извршената обработка кај глодалките или кај други машини – алатки.

Денес најчесто се користат механичките поделбени апарати.

### 3.7.1. ПОДЕЛБЕНИ АПАРАТИ ЗА ПРОСТО ДЕЛЕЊЕ

Простиот поделбен апарат (слика 3.40) служи за непосредно – директно делење на еднаков или нееднаков број на делови на обработуваниот предмет.

Простиот поделбен апарат се користи за делење по обемот или челната површина на предмети со помали димензии.



Слика 3.40: Прост поделбен апарат

На основата (1) на едната страна се наоѓа носачот на шилец, а на другата останатите делови. Во куќиштето (3) се поставува вретеното на поделбениот апарат (4). На едниот крај на поделбениот апарат е поставена поделбената плоча (5), а на другиот крај е поставен стегачот на обработуваниот предмет. Најчесто тоа се стегачки глави со три или четири шепи, шилец или еластична чаура. Поделбениот апарат се поставува на работната маса на глодалката, а се прицврстува со завртки во саканата положба. Обработуваниот предмет (6) се прицврстува со стегачот и се потпира со шилец со помош на носачот на шилецот. Потребното глодало (7) се поставува на вратилото за глодало (8) прицврстено во главното вретено на глодалката.

Поделбата на обемот на обработуваниот предмет се врши со поделбената плоча (5) и осигурувачот (9). Поделбената плоча е во облик на диск, на кој се наоѓаат на ист круг одреден број на отвори или пак радијално нарежени жлебови по обемот.

Бројот на отвори и жлебови на поделбената плоча е еднаков на бројот на поделби на обработуваниот предмет, или пак тој број на поделби на поделбената плоча мора да биде делив со бројот на поделби на обработуваниот предмет без остаток. Во наведениот пример поделбената плоча има 16 отвори, или пак 12 радијално нарежени жлебови. Поделбената плоча со отворите овозможува поделба на обработуваниот предмет на 16, 8, 4 или 2 еднакви делови, додека поделбената плоча со радијалните жлебови овозможува поделба на 12, 6, 4, 3 или 2 еднакви делови.

Осигурувачот (9) се поставува на челната или на горната страна на поделбената плоча. Обликот и димензиите на осигурувачот мора да бидат приспособени на обликот и димензиите на радијалниот жлеб или отвор.

По обработката на првиот отвор или жлеб, осигурувачот се извлекува или се подига нагоре, со што се ослободува поделбената плоча. Потоа се завртува поделбената плоча, а со неа и обработуваниот предмет, за агол кој

одговара на бројот на саканите поделби на обработуваниот предмет. Новата положба на обработуваниот предмет и поделбената плоча се фиксира со осигурувачот.

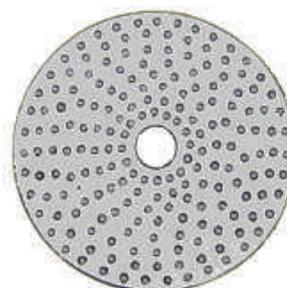
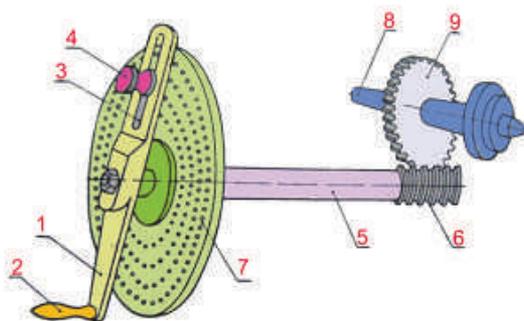
Простите поделбени апарати можат да бидат со хоризонтално или со вертикално вретено, што овозможува изведба на поделбата по обем или по челна површина. На секоја поделба, најчесто е потребна посебна поделбена плоча. Овој тип на поделбени апарати се користат во сериското, големосериското или масовното производство. Никогаш во малосериското или поединечното производство. Основна причина се големите трошоци за изработка на поделбената плоча.

Предности на простиот поделбен апарат се лесно, брзо и едноставно ракување и минимални грешки во поделбата.

### 3.7.2. УНИВЕРЗАЛНИ ПОДЕЛБЕНИ АПАРАТИ

Овој тип на поделбен апарат служи за еднаква или нееднаква поделба на обработуваниот предмет, по обем или по должина, потоа за обработка на завојни жлебови и друго.

Општ изглед на универзалниот поделбен апарат е даден на слика 3.41 и 3.42.



Слика 3.41: Принципно решение на универзалниот поделбен апарат

Слика 3.42: Поделбена плоча на универзален поделбен апарат

Лостот (1) на едниот крај има рачка (2) за завртување, а на другиот жлеб (3) по кој се движи осигурувачот (4). Лостот (1) со рачката (2) и поделбената плоча се наоѓаат на едниот крај на вратилото (5), а на другиот на ова вратило се наоѓа полжавот (6).

На вратилото (8), кое е поставено под агол од  $90^{\circ}$  во однос на вратилото (5), поставено е полжавесто тркало (9). Полжавот и полжавестото тркало се спрегнати. На вратилото (8) се наоѓа приборот за стегање на обработуваниот предмет. Со завртување на лостот (1) со рачката (2) и поделбената плоча се завртува вратилото (5), полжавестото тркало (9), стегачот на обработуваниот предмет и самиот предмет. За да може да се завртува рачката, таа претходно треба да се ослободи со извлекување на осигурувачот (4) од отворот на поделбената плоча. Поделбената плоча е неподвижна (освен во случај на т.н. диференцијална поделба). На завртувањето на предметот влијание

имаат: поделбената плоча, полжавот, полжавестото тркало и осигурувачот.

**Поделбената плоча** е изработена од многу квалитетен челик или леано железо, во облик на диск со централен отвор кој овозможува поставување на поделбената плоча на поделбениот апарат. Од едната или од двете страни на плочата се изработени концентрични отвори. Бројот на отворите на секој круг е различен.

Обично секој поделбен апарат има три поделбени плочи, со следниот број на отвори:

I. плоча: 15, 16, 17, 18, 19, 20;

II. плоча: 21, 23, 27, 29, 31, 33;

III. плоча: 37, 39, 41, 43, 47 и 49.

Бројот на отвори и нивниот распоред може да биде и поинаков, што зависи од произведувачот.

**Помеѓу полжавот и полжавникот** постои одреден преносен однос. Преносните односи на универзалните поделбени апарати се стандардизирани и тоа: 1:40, 1:60, 1:80, 1:90 и 1:120. Тоа значи дека ако преносниот однос е 1:40 за едно свртување на полжавот, полжавестото тркало заедно со обработуваниот предмет ќе се заврти за 40-ти дел од кругот. Или ако рачката на поделбениот апарат се заврти 40 пати, полжавестото тркало заедно со обработуваниот предмет ќе се заврти еднаш (ако преносниот однос е 1:40).

**Осигурувачот** мора да биде изработен така што со отворот на поделбената плоча да сочинува состав со колку може помал зазор. Колку е помал зазорот, ќе биде помала грешката во поделбата.

Во пракса можат да се сретнат голем број различни универзални поделбени апарати.

### 3.7.2.1. ВИДОВИ ДЕЛЕЊА НА УНИВЕРЗАЛНИТЕ ПОДЕЛБЕНИ АПАРАТИ

Поделбените апарати се избираат според видот и бројот на поделби на обработуваниот предмет.

Со простите поделбени апарати се врши директно или непосредно делење, затоа што со завртување на обработуваниот предмет се врши директно завртување на поделбената плоча, без посредство на преносни елементи.

Со универзалните поделбени апарати може да се врши непосредно – директно делење, и посредно – индиректно делење.

Непосредно – директно делење е можно кај оние универзални поделбени апарати кај кои може да се раздвои полжавот и полжавестото тркало и кои имаат посебна поделбена плоча со осигурувач за оваа намена.

Посредно – индиректно делење се врши со посредство на полжав и полжавесто тркало и може да биде: просто, двојно и диференцијално.

### 3.7.2.2. ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА БРОЈОТ НА ВРТЕЖИ НА РАЧКАТА НА ПОДЕЛБЕНИОТ АПАРАТ

За да се изврши поделба на обработуваниот предмет на еднакви или нееднакви делови по обемот или пак по должината, потребно е да се определи бројот на вртежи на рачката на поделбениот апарат.

Неопходни податоци се бројот на поделби кои мора да се направат на обработуваниот предмет ( $z$ ) и преносниот однос ( $i$ ) помеѓу полжавот и полжавестото тркало.

Со завртување на рачката на универзалниот поделбен апарат, со посредство на полжавот и полжавестото тркало и останатите елементи во преносот, се завртува и обработуваниот предмет. По обемот на обработуваниот предмет треба да се постават ( $z$ ) поделби. Доколку полжавот е еднооден, што е најчест случај за поголеми преносни односи, а полжавникот има 40 запци на ( $n$ ) вртежи на рачката, обработуваниот предмет ќе изврши  $1/z$  вртежи. Затоа може да се напише:

$$n \cdot i = \frac{1}{z}$$

$$n = \frac{1}{z} = \frac{1}{\frac{1}{40}} = \frac{40}{z}$$

Бројот на вртежи на поделбениот апарат за 1 вртеж на обработуваниот предмет се вика **карактеристика на поделбениот апарат** и се означува со  $K$ . Врз основа на тоа и претходната зависност може да се напише:

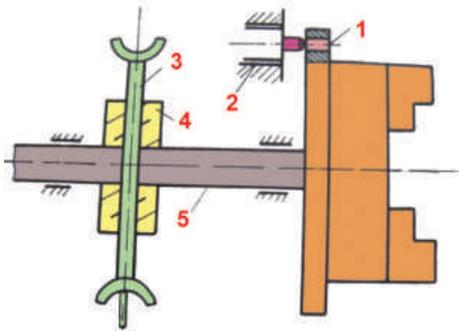
$$n = \frac{K}{z}, \text{ каде}$$

$n$  - број на вртежи на рачката на поделбениот апарат

$K$  - карактеристика на поделбениот апарат

$z$  - број на поделби на обработуваниот предмет.





- 1- поделбена плоча
- 2- осигурувач
- 3- полжавник
- 4- полжав
- 5-вретено на поделбениот апарат

Слика 3.44: Директна - непосредна поделба на универзален поделбен апарат

Оваа поделбена плоча е многу слична на плочата на простиот поделбен апарат, а постапката на делење е иста, само што претходно треба да се прекине спрегата помеѓу полжавот и полжавникот.

При обработка на првиот жлеб или отвор осигурувачот (2) е вметнат во кој било отвор на поделбената плоча. За да се изврши делењето, односно обработуваниот предмет да се доведе во положба во која треба да се изработи следниот жлеб, осигурувачот (2) се поместува аксијално и со тоа се ослободува поделбената плоча. Потоа поделбената плоча заедно со обработуваниот предмет се завртува за потребен број на отвори на поделбената плоча, осигурувачот се вметнува во соодветниот отвор на поделбената плоча и се врши обработка. Ваквата поделба има предност во однос на непосредната поделба со помош на аголна скала, бидејќи грешките на поделба се сведени на минимум.

**Просто посредно делење** се врши со посредство на полжав и полжавник и други преносни елементи доколку постојат. Рачката на поделбениот апарат се завртува за потребен пресметан број на вртежи или агол, а новата положба на рачката, а со тоа и на обработуваниот предмет се фиксира со осигурувачот и поделбената плоча.

#### ПРИМЕР 2

Да се подели предметот на 10 еднакви делови по обемот ако карактеристиката на поделбениот апарат е  $K=40$

*Решение:*

$$n = \frac{K}{z} = \frac{40}{10} = 4$$

Значи, потребно е рачката на поделбениот апарат да се заврти 4 полни круга, за обработуваниот предмет да се заврти за еден раздел.

### ПРИМЕР 3

Да се определи бројот на завртувања на рачката на поделбениот апарат со карактеристика  $K=40$ , потребен за делење при изработка на запченик со  $z=140$  запци.

*Решение:*

$$n = \frac{K}{z} = \frac{40}{140} = \frac{4}{14}$$

Добиениот резултат зборува дека рачката на поделбениот апарат треба да се заврти за 4 отвори по круг на кој се наоѓаат 14 отвори.

Меѓутоа, поделбената плоча нема круг со 14 отвори. За да се изврши делење, т.е. изработка на запченикот, треба именителот и броителот да се помножат или поделат со еден ист број, сè додека во именителот не се добие број на отвори на некој круг на поделбената плоча.

За да се постигне, треба да се постапи на следниот начин:

$$n = \frac{14}{2} : 2 = \frac{2 \cdot 3}{7 \cdot 3} = \frac{6}{21}$$

Значи, потребно е рачката на поделбениот апарат да се заврти за 6 отвори по кругот кој има 21 отвор за обработуваниот предмет да се заврти за 1 поделок.

Ако се изврши множење со 7 наместо со 3, се добива:

$$n = \frac{2 \cdot 7}{7 \cdot 7} = \frac{14}{49}$$

Значи, потребно е рачката на поделбениот апарат да се заврти за 14 отвори по круг кој има 49 отвори за обработуваниот предмет да се заврти за 1 раздел.

Се поставува прашање кој од овие два случаја треба да се користи. Добри се и двата, но треба да се избере оној каде губитоците за подготовка се помали. Тоа едноставно значи дека треба да се користи оној број на завртувања на рачката кој може да се оствари со поделбена плоча која се наоѓа на поделбениот апарат. Во спротивно, губитоците за замена на плочата се значителни.

За да не се врши одбројување на отворите при секое завртување на рачката, треба да се користат покажувачи кои се наоѓаат на предната страна на поделбената плоча.

#### ПРИМЕР 4

Да се одреди бројот на завртувања на рачката на поделбениот апарат при обработка на шестоаголник, ако  $K=40$ .

*Решение:*

$$n = \frac{K}{z} = \frac{40}{6} = 6 \frac{4}{6}$$

Тоа значи, за да се подели обработуваниот предмет на 6 еднакви делови, потребно е рачката на поделбениот апарат да се заврти за 6 полни круга и 4 отвори по кругот кој има 6 отвори.

Меѓутоа круг со 6 отвори на поделбената плоча не постои. Затоа е потребно именителот на мешаната дропка да се сведе на големина еднаква на некој број отвори на поделбената плоча.

Ако добиениот резултат се помножи со 3, се добива:

$$n = \frac{4 \cdot 3}{6 \cdot 3} = 6 \frac{12}{8}$$

Значи, потребно е рачката на поделбениот апарат да се заврти за 6 полни кругови и за 12 отвори по круг на кој се наоѓаат 18 отвори за да може обработуваниот предмет да се заврти за 1 раздел, односно  $1/6$  кругови.

#### ПРИМЕР 5

Да се одреди бројот на завртувања на рачката на поделбениот апарат ако  $z=32$ ;  $K=40$ .

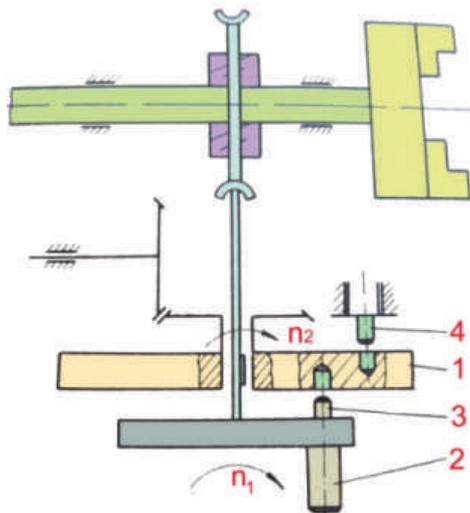
*Решение:*

$$n = \frac{K}{z} = \frac{40}{32} = 1 \frac{8}{32} = 1 \frac{4}{16}$$

Резултатот кажува дека рачката на поделбениот апарат треба да се заврти за 1 полн круг и 4 отвори на кругот кој има 16 отвори.

**Двојно делење** се изведува така што завртувањето на обработуваниот предмет се врши со рачката на поделбениот апарат и со завртувањето на поделбената плоча заедно со рачката (слика 3.45).

За извршување на ваквото делење потребна е поделбена плоча (1) која има отвори од едната и другата бочна страна.



Слика 3.45: Начин на изведување на двојно делење

Двојната поделба се врши така што прво рачката на поделбениот апарат (2) се завртува за големина  $n_1$  по некој круг и се фиксира со помош на осигурувач (3) за поделбената плоча. Потоа поделбената плоча заедно со рачката се завртува за големина  $n_1$  по друг круг и со осигурувачот (4) се фиксира поделбената плоча. Во текот на движењето на рачката поделбената плоча е неподвижна, и обратно, кога поделбената плоча се движи, рачката е неподвижна.

Завртувањето на рачката на поделбениот апарат и завртувањето на поделбената плоча може да се врши во иста или спротивна насока.

Бројот на завртувања на рачката на поделбениот апарат и поделбената плоча се пресметува така што односот  $K/z$  се разложува на збир или разлика на два броја.

### ПРИМЕР 6

Потребно е да се подели обработуваниот предмет на  $z=51$  со поделбен апарат чија карактеристика  $K=40$ .

*Решение:*

$$n = \frac{K}{z} = \frac{40}{51} = \frac{34+6}{3 \cdot 17} = \frac{34}{3 \cdot 17} + \frac{6}{3 \cdot 17} = \frac{2}{3} \cdot \frac{6}{6} + \frac{2}{17} = \frac{12}{18} + \frac{2}{17}$$

Од добиените вредности може да се заклучи дека рачката на поделбениот апарат треба да се заврти за 12 отвори по круг со 18 отвори, а поделбената плоча заедно со рачката за 2 отвора по круг со 17 отвори, во иста насока и се означува со знакот +.

## ПРИМЕР 7

Потребно е да се изработи запченик со 63 запци со примена на универзален поделбен апарат. Карактеристиката на поделбениот апарат е  $K=40$  и може да се користи двојна поделба.

*Решение:*

$$n = \frac{K}{z} = \frac{40}{63} = \frac{54 - 14}{9 \cdot 7} = \frac{54}{7 \cdot 9} - \frac{14}{7 \cdot 9} = \frac{6}{7} \cdot \frac{3}{3} - \frac{2}{9} \cdot \frac{3}{3} = \frac{18}{21} - \frac{6}{27}$$

Тоа значи дека рачката на поделбениот апарат треба да се заврти за 18 отвори по круг со 21 отвор во еден смер, а поделбената плоча заедно со рачката да се заврти за 6 отвори по круг со 27 отвори во една насока (што се означува со -).

Заради грешките кои се јавуваат поради задвижување на рачката и плочата во спротивна насока ваквото делење се избегнува.

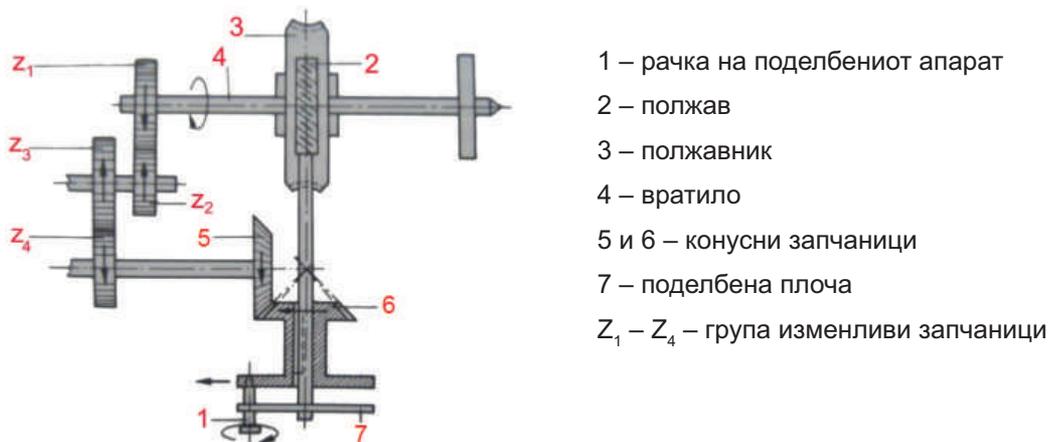
### 3.7.2.4. ДИФЕРЕНЦИЈАЛНА ПОДЕЛБА

Диференцијалното делење се применува во случаи кога простото посредно и двојното посредно делење не можат да се извршат поради бројот на поделби кои треба да се постигнат.

За пресметка на потребните елементи за диференцијално делење наместо зададениот број на поделби ( $z$ ) на обработуваниот предмет се усвојува број на поделби ( $z_1$ ) погоден за делење. Тој број е помал или поголем од бројот на поделби на обработуваниот предмет.

Бројот на завртувања на рачката на поделбениот апарат се пресметува според усвоениот број ( $z_1$ ). Меѓутоа на обработуваниот предмет треба да се изработат ( $z$ ) поделби, а тоа значи дека постои разлика – диференција по што оваа поделба го добила името.

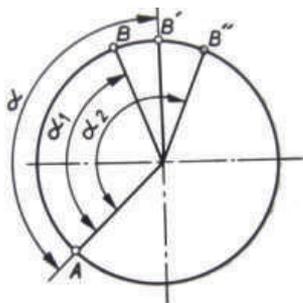
Елиминација на разликата помеѓу вистинскиот и усвоениот број на вртежи се остварува со помош на изменливи запченици. На слика 3.46 е прикажан принципот на диференцијалното делење. За да се изврши делењето, се завртува рачката на поделбениот апарат и тоа движење се пренесува на полжавот и полжавникот (3) и вратилото (4), а со тоа и на обработуваниот предмет, но преку групата изменливи запченици  $z_1$  до  $z_4$  и конусни запченици (9 и 10) и на поделбената плоча (11). Тоа значи дека при диференцијално делење поделбената плоча мора да биде слободна за да може да се врши завртување.



Слика 3.46: Принцип на диференцијално делење

Дали поделбената плоча ќе се врти во иста или спротивна насока од рачката зависи дали усвоениот број на поделби ( $z_1$ ) е поголем или помал од поделбата која треба да се постигне ( $z$ ).

Заемната положба и движењето на рачката и поделбената плоча во текот на делењето се прикажани на слика 3.47.



Слика 3.47: Движење на поделбена плоча

### ПРИМЕР 1

Потребно е на обработуваниот предмет да се изработат  $z=151$  поделби со помош на поделбен апарат чија карактеристика е  $K=40$ . Да се пресметаат потребните елементи за диференцијална поделба.

*Решение:*

1. Се усвојува број на поделби  $z_1=160$
2. Бројот на вртежи на рачката на поделбениот апарат:

$$n = \frac{K}{z_1} = \frac{40}{160} = \frac{5}{20}$$

3. Преносниот однос на запчениците:

$$i_d = \frac{K}{Z_1} \cdot (Z_1 - Z) = \frac{40}{160} \cdot (160 - 151) = \frac{40}{160} \cdot 9 = \frac{9}{4} = \frac{90}{40}$$

Ако во гарнитурата на запченици на поделбениот апарат постојат запченици со број на запци 90 и 40, поделбата може да се изврши само со тој пар на запченици.

Запченикот  $z_1=90$  запци се поставува на вратилото (4), а запченикот  $z_2=40$  запци на вратилото на конусниот запченик.

Добиениот преносен однос е позитивен. Значи, ако е  $z_1 > z_2$ , преносниот однос е позитивен, а при делењето рачката и поделбената плоча се вртат во иста насока.

## ПРИМЕР 2

Да се определи бројот на вртежи на рачката и бројот на заби на изменливите запченици за делење на обработуваниот предмет на  $z=127$  поделби, со помош на поделбен апарат  $K=40$ .

*Решение:*

1. Се усвојува бројот на поделби  $z_1=120$

2. Бројот на вртежи на рачката на поделбениот апарат:

$$n = \frac{K}{Z_1} = \frac{40}{120} = \frac{1}{3} \cdot \frac{7}{7} = \frac{7}{21}$$

3. Преносниот однос на изменливите запченици:

$$i_d = \frac{K}{Z_1} \cdot (Z_1 - Z) = \frac{40}{120} \cdot (120 - 127) = \frac{40}{120} \cdot (-7) = -\frac{40 \cdot 7}{120} = -\frac{1}{3} \cdot \frac{7}{1} = -\frac{3,5}{3} \cdot \frac{2}{1} = -\frac{35}{30} \cdot \frac{80}{40} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4}$$

Запчениците се поставуваат согласно со шемата дадена на слика 3.38. Броевите на запци на овие запченици се  $z_1=35$ ,  $z_2=30$ ,  $z_3=80$  и  $z_4=40$ .

Добиениот преносен однос на изменливите запченици е негативен што значи дека поделбената плоча и рачката во текот на делењето се вртат во спротивни насоки.

### 3.8. ГЛОДАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ

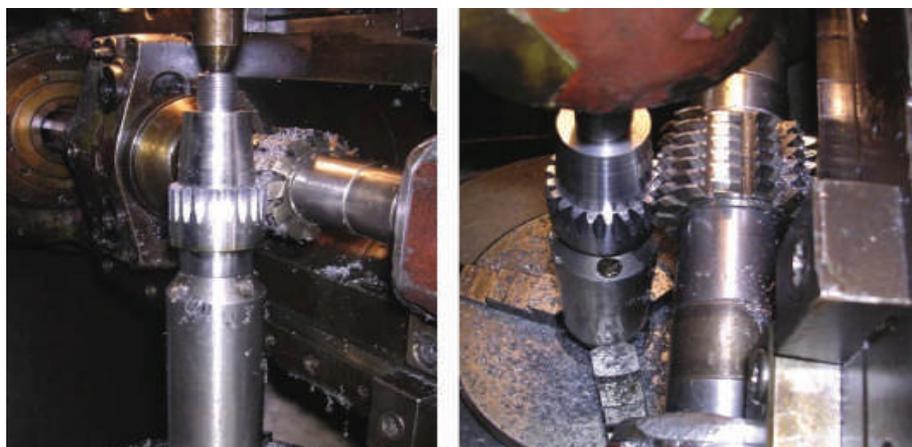
#### 3.8.1. МЕТОДИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ

Постојат повеќе методи и постапки на изработка на запченици. Се делат на методи за обработка со режење, методи за обработка со пластична деформација, како и комбинација од овие две методи (режење и пластична деформација). Во зависност од точноста на димензиите и квалитетот на обработената површина се разликуваат метод на претходна и метод на завршна обработка.

Претходната обработка се врши со глодање, рендисување, провлекување и валање. Со методот на претходна обработка се добива облик на запците на запченикот од полн материјал, при што остварената точност на димензиите и квалитетот на обработена површина не ги задоволуваат секогаш барањата за нивната намена. За постигнување на поголема точност и квалитет на обработената површина се применува методот на завршна обработка.

Во зависност од видот и обликот на запчениците се разликуваат методи за изработка на цилиндрични запченици (со прави, коси и завојни заби), конусни запченици, запчести летви и полжавници. Цилиндричните запченици можат да бидат со внатрешни или надворешни заби, додека сите останати се со надворешни заби.

Примери на изработка на запченици со глодање се прикажани на слика 3.48.



Слика 3.48: Изработка на запченици со глодање

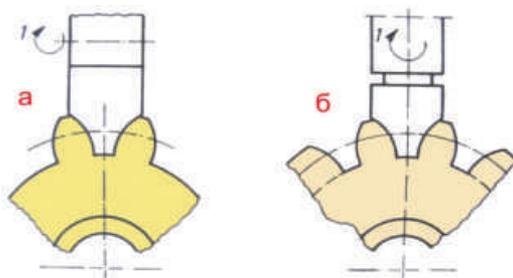
#### 3.8.2. ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ СО ГЛОДАЊЕ

##### 3.8.2.1. ИЗРАБОТКА НА ЦИЛИНДРИЧНИ ЗАПЧЕНИЦИ

Поединечната изработка на цилиндрични запченици со надворешни заби се врши на хоризонтална, вертикална или универзална глодалка (со режење заб по заб). Како резен алат се користи модулно глодало, со ист профил како меѓузубјето на запченикот и може да биде вретенесто или плочесто. Глодалото се поставува на главното вретено на машината

и го изведува главното кружно движење. Обработуваниот предмет се стегнува во трн или директно во стегачот на поделбениот апарат и го врши помошното движење. По изработката на едно меѓузубје, обработуваниот предмет со помош на поделбениот апарат се завртува за еден чекор на забот на запченикот. Процесот се повторува до завршување на сите заби на запченикот. Аголниот чекор на забот е  $360^\circ/z$ , каде  $z$  е бројот на заби.

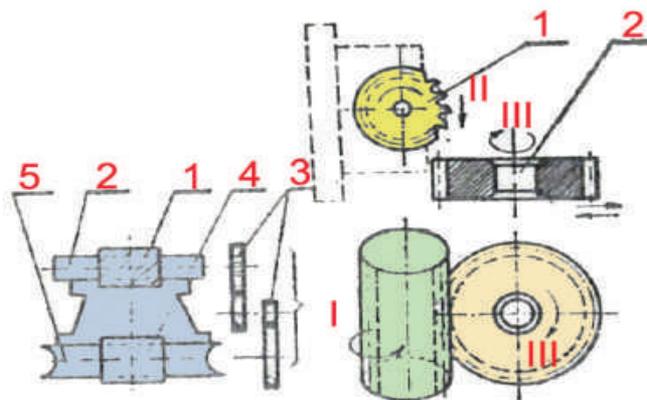
Бидејќи профилот на меѓузубјето се менува во зависност од бројот на заби при ист модул на запченикот, тоа би значело дека за секој друг број на заpci би било потребно друго глодало. Меѓутоа во пракса за секој модул се применуваат по осум вретенести, односно плочести глодала, од кои секој служи за изработка на една област на броевите на запченици. Начинот на изработка на запченици поединечно со поделбен апарат е прикажан на слика 3.49.



Слика 3.49: Изработка на запченици поединечно со поделбен апарат: а-изработка со модулно глодало; б-изработка со вретенесто профилно глодало

Запчениците со завојни заби се изработуваат на универзални хоризонтални глодалки чија работна маса може да се завртува за агол  $\alpha$  – агол на наклон на тангентата на завојниот заб.

Изработката на запченици во големосериското производство се врши на глодалки од типот Фаутер, чија работа се заснова на методата на релативно тркалање. Како резен алат се користи едноодно полжавесто глодало. Со оваа метода се изработуваат цилиндрични запченици со прави и коси заби (внатрешно и надворешно назабени), како и полжавници. На слика 3.50 е прикажана меѓусебната положба на полжавестото глодало во зафат со обработуваниот предмет при изработка на цилиндрични запченици со прави и со завојни заби.

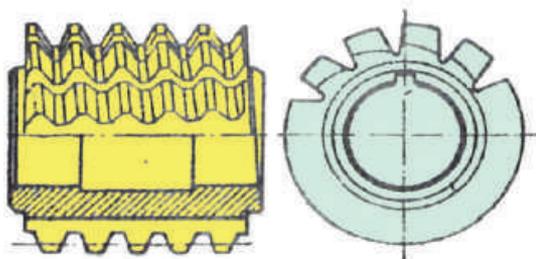


Слика 3.50: Шема на движење при изработка на запченици по метод на Фаутер: 1- алат; 2 – предмет; 3-променливи запченици; 4 и 5 – полжавест пренос

Глодалото го изведува главното кружно движење и истовремено вертикално праволиниско движење, паралелно со оската на обработуваниот предмет, а обработуваниот предмет го изведува помошното кружно движење. Во зависност од насоката на помошното праволиниско движење во однос на главното кружно движење, се разликуваат спротивно и истонасочно глодање.

Во текот на работата глодалото бавно се приближува кон обработуваниот предмет (движење II) и во моментот на допир со предметот започнува режењето. По едно полно завртување на обработуваниот предмет, сите заби на предметот се изрежани до извесна длабочина. При натамошното движење забите се продлабочуваат и кога глодалото ќе го напушти предметот, сите заби се изработени. Глодало мора да се постави на полна висина на забите, односно на полна длабочина на забите ако изработката на забите се врши со еден премин. За запченици со поголем модул изработката се врши со два премина. Во првиот се симнува струганица со длабочина од 0,6 од висината на запченикот, а во вториот премин 0,4 од висината на забите.

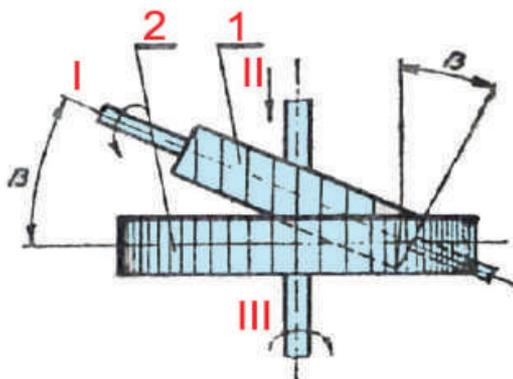
Како алат за изработка на запченици по Фаутер-методата се користи полжавестото глодало (слика 3.51) испресечено со завојни жлебови со профили кои одговараат на профилите на забите на запчеста летва. Овие жлебови ги формираат резачките површини на одделните заби.



Слика 3.51: Полжавесто глодало

Со полжавесто глодало се изработуваат цилиндрични запченици со прави и коси заби.

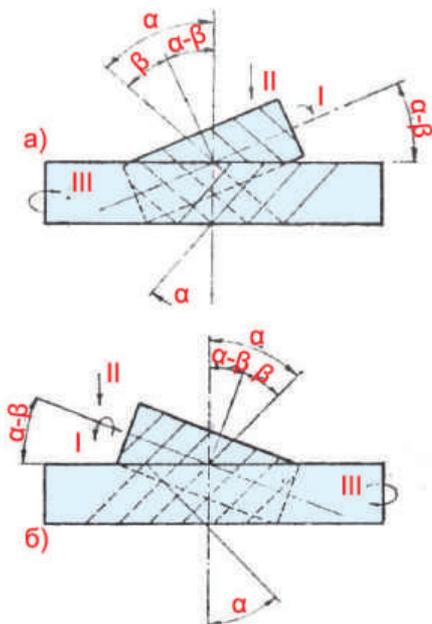
При изработка на запченици со прави заби полжавестото глодало (1) треба да се заврти за агол ( $\beta$ ) (слика 3.52).



Слика 3.52: Положба на полжавесто глодало при изработка на цилиндрични запченици со прави заби по методата на Фаутер

( $\beta$ ) е агол на наклон на навојот на полжавестото глодало со што правецот на забите на глодалото се совпаѓа со правецот на забите на предметот.

При изработка на цилиндрични запченици со коси заби, оската на алатот, се закосува за агол  $\alpha - \beta$  ако и алатот и предметот имаат десен или лев навој каде  $\alpha$  е агол на наклон на забите на запченикот, а  $\beta$  агол на наклон на навојот на полжавестото глодало (слика 3.53).

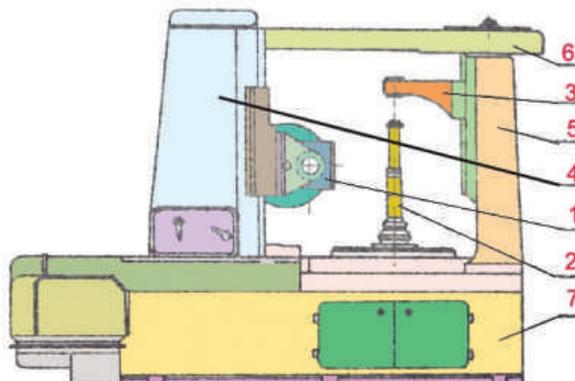


Слика 3.53: Изработка на цилиндрични запченици со коси заби: а-десен навој; б-лев навој

Ако полжавестото глодало е со десен, а предметот со лев навој или обратно, тогаш оската на глодалото се закосува за агол  $\alpha + \beta$ .

По Фаутер-методата можат да се изработуваат и полжавести запченици со помош на полжавесто глодало.

Изработката на цилиндрични запченици со прави и коси заби со помош на полжавесто глодало се врши на специјална глодалка од типот Фаутер (слика 3.54).



Слика 3.54: Глодалка од тип Фаутер

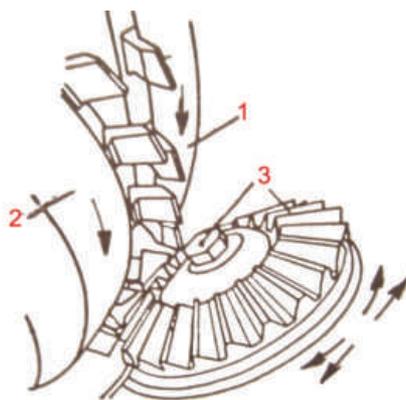
На основата (7) се поставени два столба (4 и 5) меѓусебно поврзани со траверзата (6). На столбот (4) се наоѓа носачот на алат (1), кој по водилките се движи во вертикална рамнина. На основата (7) се наоѓа вретеното (2) на кое се прицврстува работниот предмет. За да не дојде до деформација на вретеното (2) под дејство на силите на режење тоа се прицврстува со помошна конзола (3).

### 3.8.2.2. ИЗРАБОТКА НА КОНУСНИ ЗАПЧЕНИЦИ

Конусните запченици се применуваат за пренос на движењето помеѓу вратила чии оски се сечат под агол или се разминуваат. Можат да бидат со прави заби, коси и кружни заби.

Конусни запченици со прави заби се изработуваат со глодање, со поединечно режење, заб по заб на универзална глодалка со плочесто глодало со помош на поделбен апарат. Се применува само во поединечната изработка на запченици, во работилници каде се врши ремонт, бидејќи не се добива голема точност при обработката.

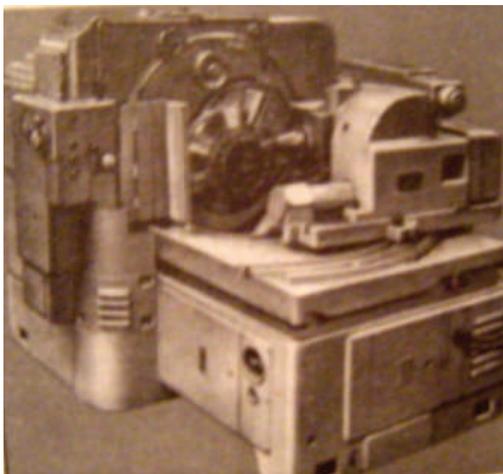
Поточна метода за изработка на конусни запченици со прави заби со глодање по принцип на релативно тркалање е методата на Клингелнберг (слика 3.55). Како алат се користат две глодала (1) и (2). Глодалата изведуваат главно кружно движење и помошно движење во правец на изводницата на конусот на забецот. Носачот на обработуваниот предмет (3) е директно поврзан со поделбениот апарат, изведува истовремено кружно и праволиниско движење во еден и друг правец со што се остварува принципот на релативно тркалање.



Слика 3.55: Глодање на конусни запченици со прави заби по метода на Клингелнберг

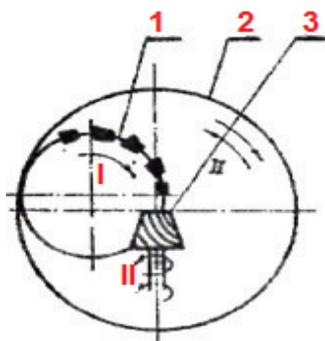
Челните површини на глодалата се поставени под постојан агол, додека во вертикална рамнина аголот може да се менува за да се добие аголот на меѓузубјето. Глодалата во текот на обработката меѓусебно се приближуваат и се раздалечуваат со што се овозможува изработка на запченици со различни модули. По обработката на секое меѓузубје носачот на алат се враќа во почетна положба, а поделбениот апарат го завртува обработуваниот предмет за следниот чекор на обработка и циклусот се повторува. Обработката може да се врши како претходна (груба) обработка,

со еден или повеќе премини, што зависи од модулот на запченикот кој се обработува и завршна (фина) обработка која се изведува со еден премин. На слика 3.56 е прикажана глодалка за обработка на конусни запченици по методата на Клингелнберг.



Слика 3.56: Глодалка за обработка на конусни запченици со прави заби по метод на Клингелнберг

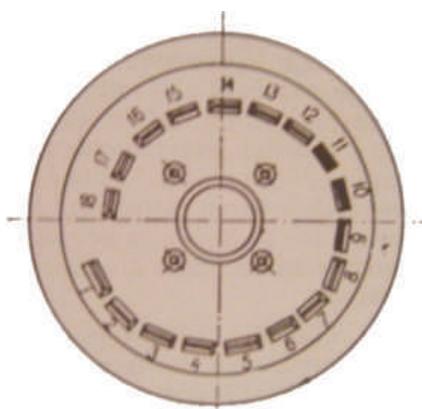
Конусни запченици со кружни заби се изработуваат со глодање на специјални машини со методата на релативно тркалање, поединечно заб по заб или континуирано. Поединечната обработка, заб по заб, се изведува по **методата на Глизон** (слика 3.57). Алатот е во облик на резна глава со вметнати заби распоредени по круг. Главното кружно движење го врши глодачката глава, а релативното тркалање се изведува со бавно вртење на носачот на алат (2) со истовремено кружно движење на обработуваниот предмет во една насока при работно движење и во друга насока при повратното движење. По завршување на повратното движење завршува обработката на едно меѓузубје. Тогаш глодачката глава и обработуваниот предмет се раздалечуваат и поделбениот апарат го завртува обработуваниот предмет за следниот чекор. Циклусот се повторува сè додека не се обработат сите меѓузубја, што е и основен недостаток на оваа метода.



Слика 3.57: Принцип на изработка на запченик по метода на Глизон

Посовршена метода е **методата на Фиат-Мамано**. Обработката е континуирана, т.е. по завршување на обработката на едно меѓузубје автоматски доаѓа до преод на следното меѓузубје. Глодалото го изведува главното движење, а обработуваниот предмет помошното движење. Со

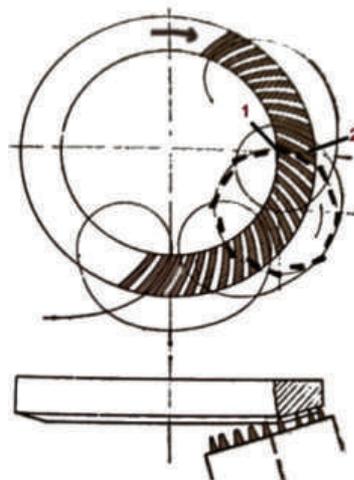
ваков распоред на забите на глодалото, обработката на едно меѓузабје се извршува за едно вртење на алатот. Алатот е глодало со вметнати заби распоредени по спирала (слика 3.58). Вкупниот број на сечила е 18, а нивната висина расте одејќи од првото кон последното сечило. Забите од (1 – 6) служат за груба обработка, забот (7) за корекција на внатрешниот профил, забот (8) за завршна обработка на надворешниот профил, а забот (9) за понатамошна корекција на внатрешниот профил. Забите од (10 – 15) служат за обработка на внатрешниот профил на меѓузабјето, (16) и (18) за корекција, а забот (17) за завршна обработка на надворешниот профил. Забите за корекција кои се наоѓаат пред и зад забите за завршна обработка вршат корекција на надолжните кривини за забите на обработуваниот предмет за добивање на правилен облик. Овие заби и забите за завршна обработка симнуваат тенка струготина со што се обезбедува добар квалитет на обработената површина.



Слика 3.58: Глодало за глодалка Фиат-Мамано

Изработката на конусни запченици со криволиниски заби по методата на релативно тркалање се врши на **глодалки Ерликон по методата на Мамано**. Тие се најсовршени глодалки за изработка на конусни запченици со криволиниски заби. Алатот е челно глодало со вметнати заби, групирани по два или повеќе заба.

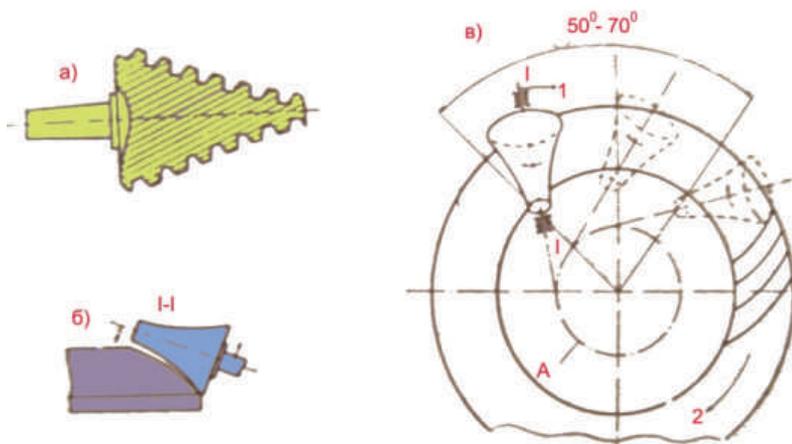
Во случај кога се групирани по два заба (слика 3.59) во една група, забите се така наострени и распоредени при што забот (1) ја обработува испакнатата страна на еден забец, а забот (2) вдлабнатата страна на другиот забец. Значи два заба од една група обработуваат истовремено едно меѓузабје. Ако во групата има по три сечила, првото сечило е наменето за груба, а второто и третото за фина обработка на двете страни од меѓузабјето.



Слика 3.59: Изработка на конусни запченици по метода на Ерликон-Мамано

Глодалото го изведува главното движење, а предметот помошното кружно движење. Кога глодалото ќе направи едно завртување, предметот ќе се сврти за онолку чекори колку што групи на сечила има алатот.

За изработка на специјални запченици со т.н. полоидни заби (конусни запченици со криволиниски заби, чија дебелина и висина имаат константна вредност по целата должина на забите) се врши по методата на Клингелнберг. Алатот е конусно полжавесто глодало со надолжни жлебови (слика 3.60)



Слика 3.60: Принцип на работа на глодалки за конусни запченици по методата на Клингелнберг: а - полжавесто глодало: б и в - принцип на работа

Назабувањето се врши по методата на релативно тркалање. Глодалото го изведува главното кружно движење, при што неговата оска го тангира кругот А и помошно движење (1) со истовремено помошно кружно движење на обработуваниот предмет (2). Во почетната положба глодалото со својот поголем дијаметар го допира предметот од надворешниот дијаметар. По завртување на оската на глодалото во насока (1), за агол од  $50^\circ$  до  $70^\circ$ , истовремено оваа оска се завртува кон обработуваниот предмет. Глодалото со својот поголем дијаметар прво ги обработува надворешните делови на сите заби, потоа средишните и на крај и внатрешните, со што обработката завршува.

### 3.9. ГЛОДАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАВОЈНИЦИ

Со глодање на економичен начин се изработуваат и завојници на специјални глодалки за таа намена. Се делат во две групи:

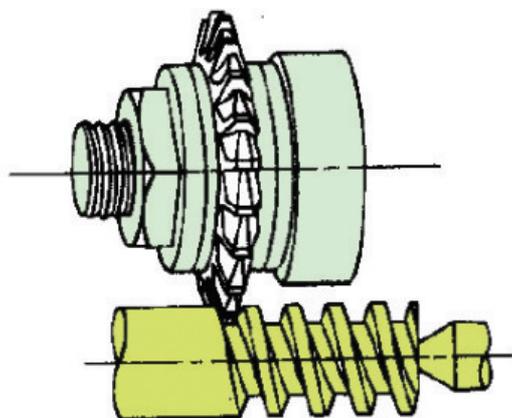
1. глодалки за изработка на долги завојници и
2. глодалки за изработка на куси завојници

Алатот за изработка на долги завојници е профилно глодало, чиј профил одговара на профилот на завојницата. Алатот го изведува главно кружно движење и истовремено и надолжно праволиниско помошно движење. Обработуваниот предмет со мала брзина изведува помошно кружно движење.

Изработката на куси завојници се врши на посебни глодалки. Како алат за изработка на куси завојници се користи валчесто глодало, изработено

во вид на завојница испресечано со жлебови. Жлебовите овозможуваат полесно одведување на струганица и ја оформуваат резачката површина на забот. Работното кружно движење го изведува алатот. Алатот изведува уште и помошно надолжно праволиниско движење. На почетокот тој изведува уште едно радијално движење. Обработуваниот предмет го изведува помошното кружно движење.

Постојат и специјални глодалки за изработка на полжави (слика 3.61).



Слика 3.61: Изработка на полжави

Обработката се врши со профилно глодало. Глодалото на машината е закосено под агол кој одговара на аголот на наклон на завојницата. Меѓусебните движења на глодалото и обработуваниот предмет се синхронизирани со помош на поделбениот апарат. Глодалото го изведува работното кружно движење. Предметот е поставен на работна маса и изведува две помошни движења: кружно и праволиниско.

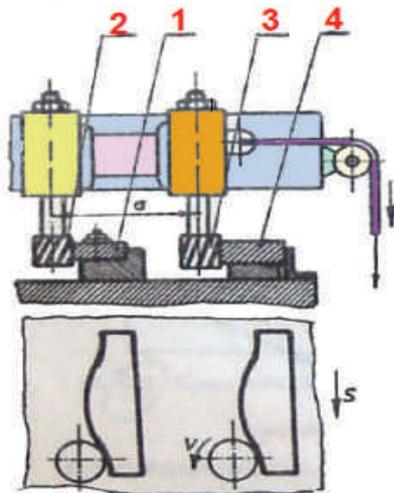
### 3.10. ДРУГИ СПЕЦИЈАЛНИ ГЛОДАЛКИ

**Копирните глодалки** се употребуваат при обработка на затворени профилни површини, профилни површини со поголема должина и други профилни површини, како на пример бреговити плочи.

Процесот на образување на профилната површина е заснован на точно движење на алатот во однос на обработената површина.

На сликата 3.62 е прикажана шема на копирна глодалка.

Копирот (1) чиј облик одговара на обликот на обработуваниот предмет и обработуваниот предмет (4) се поставени на надолжниот супорт на работната маса. Копирниот трн (2) постојано е во контакт со копирот (1), а вретенестото глодало (3) со предметот кој се обработува (4). Континуиран притисок на копирниот трн (2) и глодалото (3) на работниот предмет (4) се остварува со помош на тегови, пружини или со хидрауличен механизам.



- 1- копир
- 2 – копирен трн
- 3 – вретенесто глодало
- 4 – обработуван предмет

Слика 3.62: Шема на копирање на глодалка при праволиниско движење на масата

При напречен помест на носачот на алат и копирниот трн ( $\delta$ ) по носачот, растојанието ( $a$ ) останува исто во текот на обработката.

При надолжно движење на работната маса со брзина  $S$  (mm/min), копирниот палец ја следи контурата на копирот (1), а глодалото (3) го обработува предметот по бараната контура.

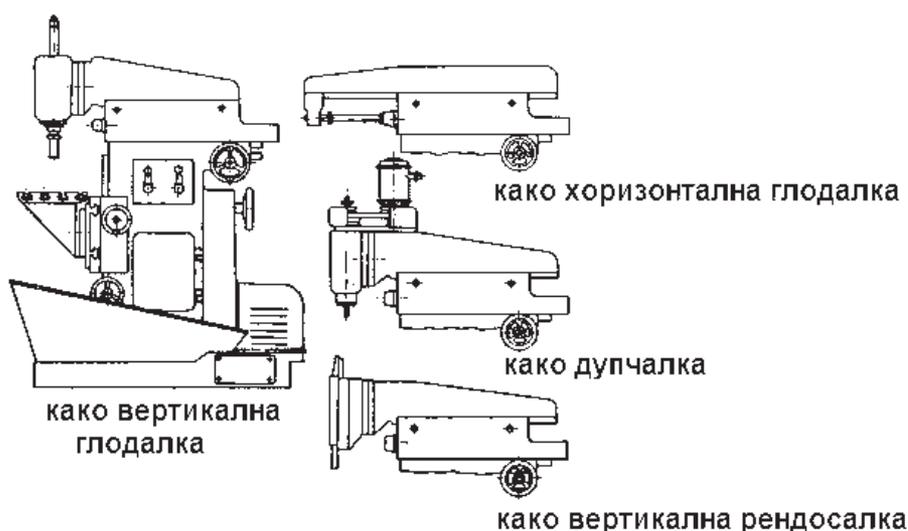
При оваа обработка глодалото го изведува главното кружно движење и дополнителниот напречен помест, додека предметот го изведува праволиниското надолжно движење. На слика 3.63 е прикажана копирна глодалка.



Слика 3.63: Копирна глодалка

**Алатна универзална глодалка** (слика 3.64) е погодна за изработка на алат, затоа што лесно може да се претвори во хоризонтална или вертикална глодалка, дупчалка или вертикална рендисалка. Кај оваа глодалка работната маса може да се завртува во вертикална рамнина околу хоризонталната оска. Освен тоа, вертикалниот носач на алат, односно главното вретено може да се врти околу хоризонталната оска.

Ако на вертикалната глодалка го замениме носачот на алат со конзола вертикалната глодалка станува хоризонтална. Исто така, ако се постави глава за дупчење, машината станува вертикална дупчалка, а доколку се постави уред за рендисување станува вертикална рендисалка.



Слика 3.64: Алатна универзална глодалка

**Повеќевретени глодалки** се применуваат во масовното и сериското производство на тешки предмети. Имаат голема продуктивност, затоа што претставуваат комбинација на хоризонтална и вертикална глодалка. На нив истовремено предметот се обработува на повеќе страни, па затоа времето на обработка е многу намалено.

Освен наведените, во последно време се користат и агрегатни глодалки. Тие се склоп од повеќе агрегати поставени на заедничка основа. Се користат во масовното производство.

Прашања за повторување:

1. *По што се разликуваат истонасочното и спротинасочното глодање?*
2. *Која е битната разлика помеѓу хоризонталната и универзалната глодалка?*
3. *Набројте некој од стандардните алати за работа на глодалката!*
4. *Што сè спаѓа во помошниот прибор за поставување и прицврстување на обработуваниот предмет на глодалката?*
5. *Кои се елементите на глодалката?*
6. *Кои работи се изведуваат на глодалка?*
7. *Кои се елементите на режимите на обработка кај глодалките?*
8. *Каква улога имаат поделбените апарати?*

# 4

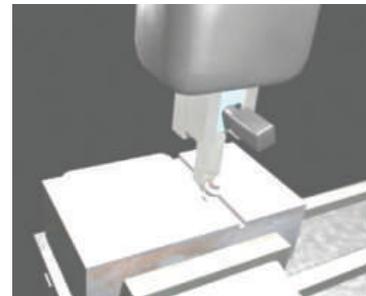
## РЕНДИСАЛКИ

### 4.1. ОПШТИ ПОИМИ ЗА ОБРАБОТКА СО РЕНДИСУВАЊЕ

Рендисувањето (слика 4.1) е механичка обработка со симнување на струганица или режење. Се користи во поединечното или малосериското производство за обработка на хоризонтални, вертикални и коси рамни површини, за изработка на канали и жлебови, резни плочи, водилки за металорезачки машини, запченици и запчести летви. Обработката се врши со помош на алат за рендисување – рендисалски нож поставен на вертикални или хоризонтални рендисалки. Оваа обработка е слична со обработката со стругање. Рендисувањето може да биде грубо или фино.

Рендисувањето е постапка на обработка која во споредба со глодањето има помала продуктивност, па сè помалку се користи, посебно ако треба да се симне подлабок слој од обработуваниот материјал.

Рендисувањето е најпогодно за обработка на долги и тесни предмети и запченици.



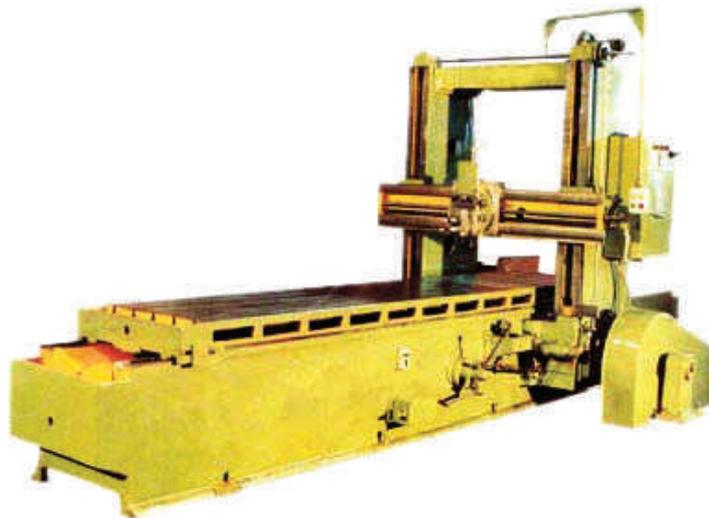
Слика 4.1: Рендисување

### 4.2. ВИДОВИ ДВИЖЕЊА ПРИ РЕНДИСУВАЊЕТО

Процесот на рендисување се остварува како резултат на сложено движење кое го изведуваат алатот и обработуваниот предмет. Главното и помошното движење се праволиниски, а можат да ги извршуваат или алатот или обработуваниот предмет. Според тоа кој го изведува главното движење разликуваме кусоодни (слика 4.2) и долгоодни рендисалки (слика 4.3).

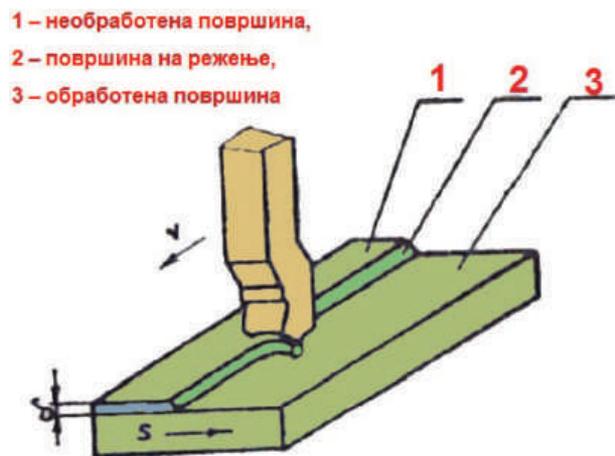


Слика 4.2: Кусоодна рендисалка



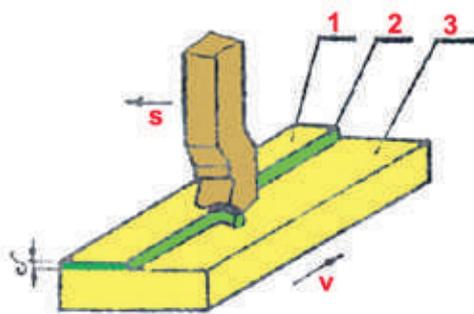
Слика 4.3: Долгоодна рендисалка

При работа на кусоодни рендисалки главното движење го извршува алатот (слика 4.4),. Ова главно движење е праволиниско - во правец на брзината на режење  $V$ . Се состои од работен од (кога се извршува режењето) и повратен од (кога алатот се враќа во почетна положба). На крајот од повратниот од, работната маса заедно со предметот се поместува за големина на чекорот  $S$ . Тоа е помошно движење и тоа е периодично и се извршува по завршување на повратниот од. Со вертикалното поместување на обработуваниот предмет се остварува длабочината на режење.

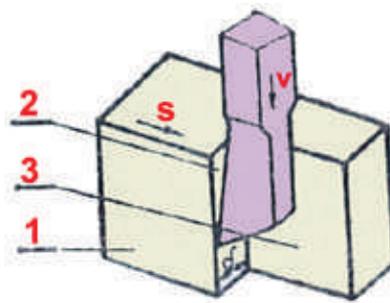


Слика 4.4: Шема на движење кај кусоодна рендисалка

Во текот на работата на долгоодната рендисалка главното движење го извршува работниот предмет заедно со работната маса (слика 4.5). Движењето се состои од работен и повратен од. При завршување на повратниот од алатот го извршува помошното праволиниско движење за големината на чекорот  $S$  (периодично движење). Со вертикално поместување на алатот се остварува длабочината на режењето.



Слика 4.5:



Слика 4.6:

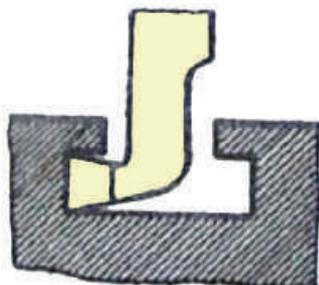
Шема на движење кај долгоодна рендисалка    Шема на движење кај вертикална рендисалка

При работа на вертикални рендисалки алатот го извршува главното праволиниско движење во вертикална рамнина, додека обработуваниот предмет изведува помошно движење во правец на чекорот  $S$  (периодично движење) (слика 4.6).

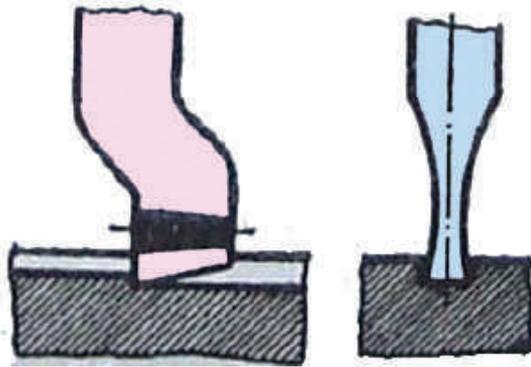
### 4.3. ОПЕРАЦИИ ПРИ РЕНДИСУВАЊЕ

На рендисалките најчесто се обработуваат рамни површини (слика 4.4, слика 4.5, слика 4.6). Освен тоа, на рендисалките можат да се обработуваат разни видови на жлебови.

На следните слики (4.7 и 4.8) се дадени шеми на изработка на  $\perp$  жлеб и правоаголен жлеб.

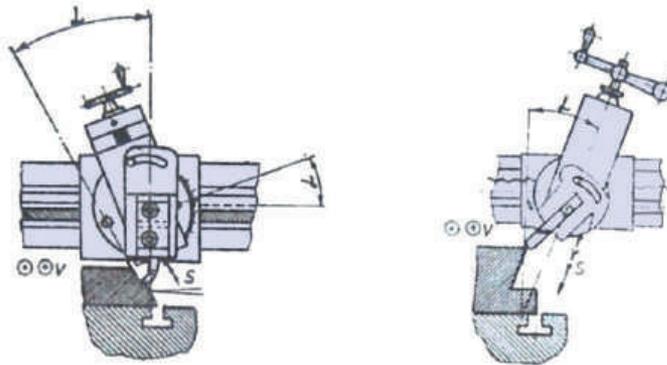


Слика 4.7: Шема на изработка на  $\perp$  жлеб



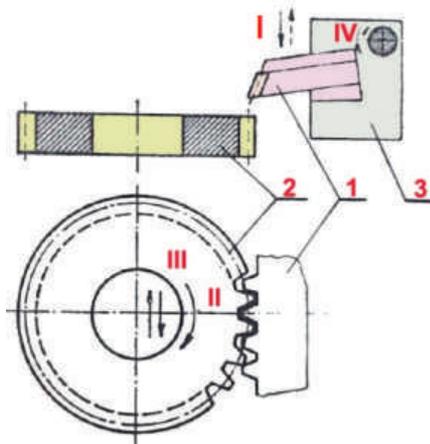
Слика 4.8: Шема на изработка на правоаголен жлеб

Рендисување на коси површини, под агол  $\alpha$  во однос на вертикалната рамнина, се врши на хоризонтални рендисалки со завртување на носачот на алат за агол  $\alpha$  (слика 4.9).



Слика 4.9: Шема на рендисување на коси површини

На слика 4.10 прикажана е шема на изработка на запченик. Алатот е во облик на запчеста летва и го извршува главното движење.



Слика 4.10: Шема на изработка на запченик

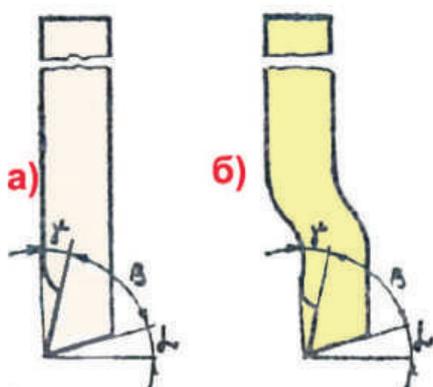
1 - резен алат; 2 - предмет; 3 - држач на алат

#### 4.4. АЛАТИ ЗА РЕНДИСУВАЊЕ

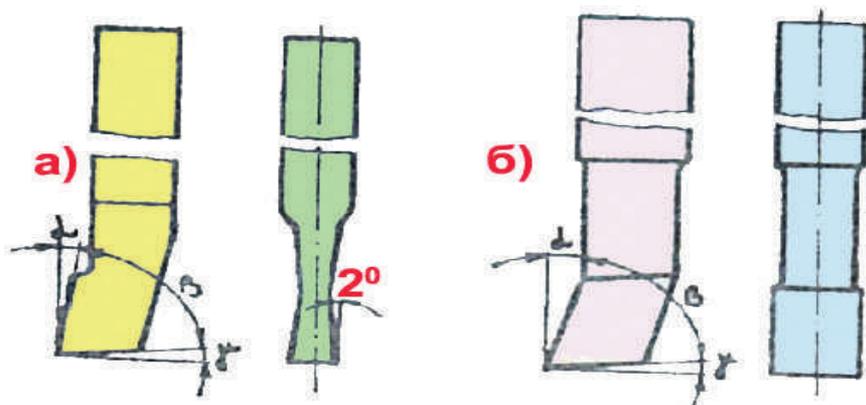
Алатот за рендисување претставува едносечен алат со дефинирана геометрија на сечилото. Бидејќи обработката со рендисување е слична со обработката со стругање, оттука и обликот на алатот за рендисување во основа е сличен на стругарскиот нож. Геометријата на главата на ножот за рендисување е иста како кај стругарскиот нож, додека обликот и димензиите на телото се приспособени на рендисувањето.

Со пронаоѓањето на тврдите метали, кои имаат добра комбинација на жилавост и тврдост, почнала изработката на плочките за рендисување.,

На следните слики (слика 4.11 и слика 4.12) се прикажани ножеви за рендисување за рамна обработка на хоризонтална рендисалка и ножеви за рендисување на вертикална рендисалка.



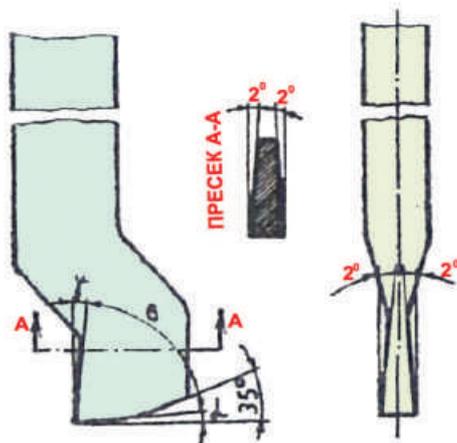
Слика 4.11: Нож за хоризонтално рендисување: а - прав; б - свиткан



Слика 4.12: Ножеви за вертикално рендисување: а - за груба обработка; б - за фина обработка

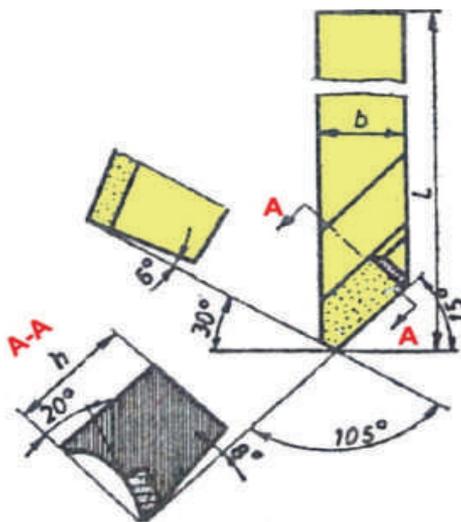
Ножевите за вертикално рендисување се разликуваат од ножевите за хоризонтално рендисување по положбата на предната и задната површина.

На слика 4.13 е прикажан свиткан нож за изработка на жлебови на хоризонтална рендисалка.



Слика 4.13: Свиткан нож за изработка на жлебови

На слика 4.14 е прикажан нож со плочка од тврд метал за краткоодна рендисалка.



Слика 4.14: Нож со плочка од тврд метал

#### 4.5. ПАРАМЕТРИ НА ОБРАБОТКАТА СО РЕНДИСУВАЊЕ

Најважни параметри кои влијаат на процесот на рендисување се: длабочината на режење, чекорот, бројот на двојни одови и брзината на режење. Помеѓу нив постои одредена зависност. Од голема важност е правилниот избор на параметрите на рендисување бидејќи тие влијаат врз економичноста на обработката.

**Длабочина на режење и додатоци за обработка** – длабочината на режење е слој на материјал кој се симнува со еден премин на ножот. Во зависност од димензиите на готовиот предмет, пропишаната точност, рапавоста и начинот на изработка, се определуваат додатоци за груба и фина обработка. Доколку не е можно целата длабочина да се симне со еден премин, тогаш вкупниот број на премини се пресметува како однос помеѓу вкупната длабочина која треба да се симне и длабочината на режење при еден премин, односно:

$$i = \frac{\delta'}{\delta} \quad \text{каде}$$

каде:  $\delta'$  – вкупна длабочина која треба да се симне,  $\delta$  – длабочина на режење при еден премин.

**Чекор при рендисување и број на двојни одови** – чекорот  $S$  е големина на поместување на алатот или предметот по завршување на двојниот од. Зависи од видот на обработка (груба или фина), видот на материјал на алатот и обработуваниот предмет, геометријата на алатот, снагата на машината и др.

Ако е во прашање груба обработка, чекорот се одредува во зависност од отпорноста на алатот, квалитетот на обработената површина (ако грубата обработка е завршна) и крутоста на машината.

При одредување на чекорот во зависност од отпорноста на алатот, се зема предвид напречниот пресек на ножот, видот на материјалот на алатот и предметот.

Чекорот во зависност од квалитетот на обработената површина се определува според следниот израз:

$$S \leq \sqrt{8HR} \quad (\text{mm})$$

каде:

$H$  (mm) – пропишана рапавост на површината,

$R$  (mm) – радиус на заоблување на ножот

Двојниот од претставува збир од работниот и повратниот од. За да се обработи предмет со ширина  $b$  при чекор  $S$ , потребно е алатот да направи  $n_L$  двојни одови, т.е.

$$n_L = \frac{b}{S}$$

Колку двојни одови ќе направи машината за една минута  $n_L$  зависи од брзината на работниот и повратниот од и должината на предметот.

**Брзина на режење** – иако обработката со рендисување е слична со обработката со стругање, брзините значително се разликуваат. Разликите во брзината се разликуваат поради периодичното движење кај рендисалките, поради што се јавуваат забрзувања, односно забавувања кои при големи брзини предизвикуваат потреси на машината. Притоа се јавуваат и удари при влезот на ножот во обработуваниот материјал и нагло растоварување при излезот на ножот од обработуваниот материјал. Брзините на режење кај кусоодните и долгоодните рендисалки се избираат во зависност од конструкцијата на рендисалката и видот на погонот.

Кај рендисалките со хидрауличен погон брзината на работниот и повратниот од се приближно константни, освен на почетокот и на крајот на секој од кога се менува правецот на движење. Затоа кај тие машини за брзина на режење се зема брзината на работниот од.

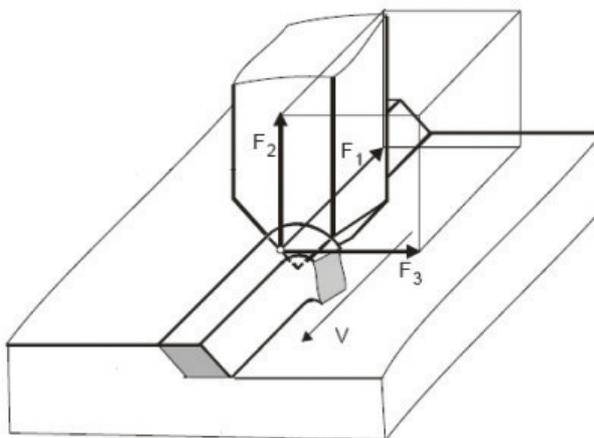
Кај рендисалките со механички погон брзината на работниот и

повратниот од не се константни, тие се менуваат во текот на вкупното време на движење.

За процесот на режење е важна само брзината на работниот од, бидејќи при повратниот од алатот не врши обработка.

Брзината на режење зависи од пресекот на струганицата, видот на материјалот на алатот и обработуваниот предмет.

**Сили при рендисување** – при обработка со рендисување се јавува отпор на материјалот кој се обработува. Тоа е просторна сила која може да се разложи на три меѓусебно нормални компоненти (слика 4.15), и тоа: главен сила на режење  $F_1$ , сила на продирање  $F_2$  и сила на помошно движење  $F_3$ .



Слика 4.15: Компонети на отпорот на режење

Компонентите на силите на режење кои се јавуваат во текот на рендисувањето се определуваат на ист начин како при обработка со стругање. При обработка на вертикална рендисалка се јавуваат само две компоненти.

#### 4.6. РЕНДИСАЛКИ

Рендисалките се машински алатки кои се наменети за обработка на рамни и профилни површини. Според должината на одот се делат на:

- Кусоодни, главното движење го извршува алатот
- Долгоодни, главното движење го извршува обработуваниот предмет

Главното движење може да биде хоризонтално или вертикално, па според тоа рендисалките можат да бидат:

- Вертикални и
- Хоризонтални

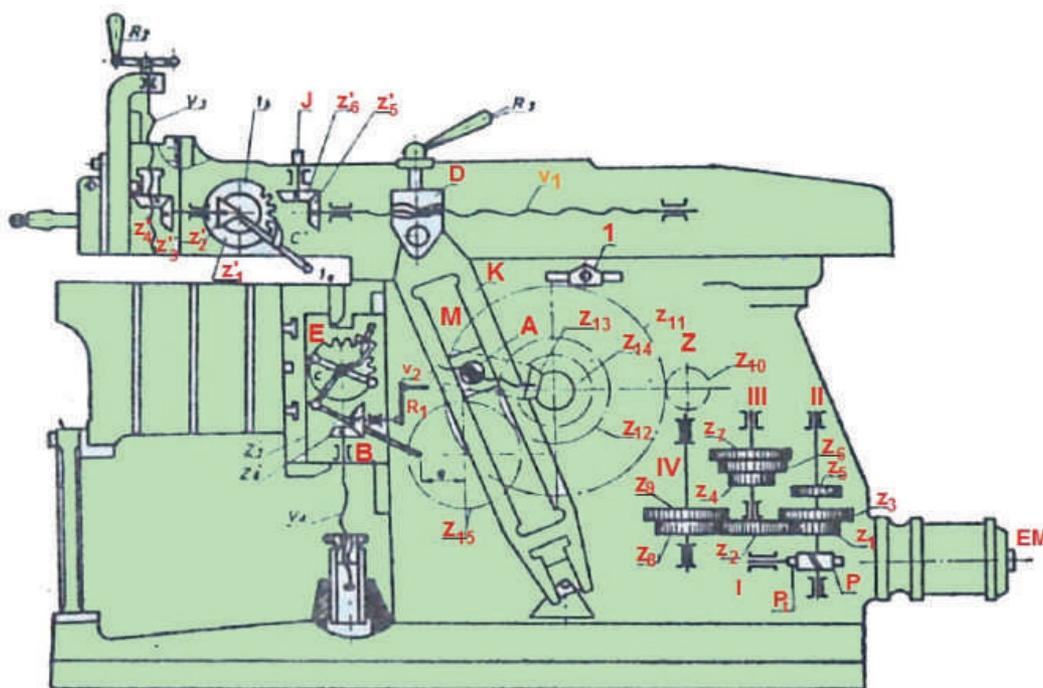
Долгоодните рендисалки се секогаш хоризонтални. Рендисалките можат да бидат и за специјална намена, како на пример за изработка на запченици, запчести летви итн. Кај некои специјални рендисалки алатот го извршува и работното и помошното движење (рендисалки за обработка на рабови на долги лимови).

#### 4.6.1. КУСООДНИ РЕНДИСАЛКИ

Кусоодните рендисалки се употребуваат за изработка на рамни куци површини, хоризонтални и коси жлебови, вертикални рамни површини и жлебови. Работното праволиниско движење го изведува алатот, а помошното праволиниско обработуваниот предмет. Во зависност од правецот на движење на алатот, разликуваме: хоризонтални и вертикални кусоодни рендисалки.

##### Хоризонтални кусоодни рендисалки

Кусоодните рендисалки најчесто се изработуваат со кулисен механизам или хидрауличен погон. Кај рендисалките со кулисен механизам должината на одот изнесува до 700 mm, а кај хидрауличните до 1000 mm. На слика 4.16 е дадена кинематска шема на кусоодна рендисалка.



Слика 4.16: Кинематска шема на кусоодна рендисалка

Праволиниско (главно) движење алатот добива од електромоторот со помош на преносникот за главно движење и кулисниот механизам. Од електромоторот движењето се пренесува на вратилото (I) на кое се наоѓа полжав (P) кој е во спрега со полжавникот (P<sub>1</sub>) поставен на вратилото (II). Вратилото (II) има жлебови по кои се движат групата на изменливи запченици:  $Z_1, Z_3$ , и  $Z_5$ , кои можат да бидат во зафат со запчениците  $Z_2, Z_4$  и  $Z_7$ . На тој начин вратилото (III) добива три различни броеви на вртежи. Од вратилото (III)

вртежното движење се пренесува на вратилото (IV) на кое се наоѓаат група запченици  $z_8$ ,  $z_9$ , и  $z_{10}$ . Запчениците  $z_8$  и  $z_9$  се во зафат со запчениците  $z_2$  и  $z_4$ , со што вратилото (IV) добива 6 различни броеви на вртежи. Запченикот  $z_{10}$  е спрегнат со запченикот  $z_{11}$  (кулисен запченик) кој се наоѓа на исто вратило со кривајата на кулисниот механизам. Кривајата се движи по кулисата на клатното.

Бројот на двојните одови е еднаков на бројот на вртежи на кулисниот запченик може да се одреди од изразот:

$$n_i = n_{EM} \cdot i \text{ (dh/min)},$$

каде:

$n_{EM}$  - број на вртежи на електромоторот,

$i$  - преносен однос на спрегнатите запченици

При различни комбинации на вклучување на запчениците од преносникот за главно движење можат да се добијат 6 различни двојни одови.

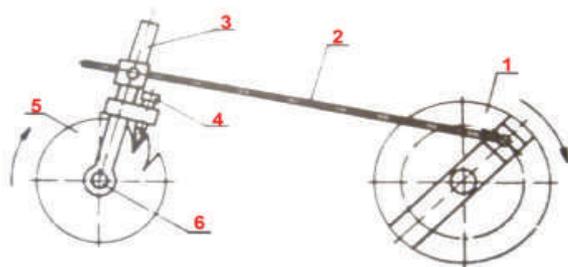
Кулисниот механизам служи за претворање на кружното движење во праволиниско наизменично движење на алатот. Кружното движење на кулисниот запченик преку кривајата и кулисната плоча се пренесува на осцилаторното движење на клатното (K), чиј крај е зглобно врзан за лизгачот (D) поврзан со носачот на алат.

Регулирање на одот на алатот се врши со зголемување или намалување на радиусот на кривајата, што се остварува преку конусниот пар на запченици  $z_{14}$  и  $z_{15}$ , завојното вретено ( $V_2$ ) и навртката (A) сместени на кулисната плоча.

Положбата на крајните мртви точки на алатот се регулираат со помош на лизгач, кој со навртка е поврзан со завојното вретено ( $V_1$ ). Со завртување на рачката (J) преку конусните запченици  $z_5$  и  $z_6$  се завртува завојното вретено ( $V_1$ ).

Помошното движење се остварува по завршување на повратниот од, пред влегување на ножот во обработуваниот материјал.

На слика 4.17 прикажан е механизам за помошно движење кај хоризонталните кусоодни рендисалки.



- 1-ексцентар
- 2-лост
- 3-еднокрак лост
- 4-осовинка
- 5-запченик
- 6-завојно вретено

Слика 4.17: Механизам за помошно движење кај хоризонталните кусоодни рендисалки

Од преносникот за главно движење излегува вратило на чиј крај е

прицврстен ексцентар кој се движи кружно. На него е изработен жлеб по кој може радијално да се поместува еден лизгач, со што се врши промена на големината на поместот (чекорот). Лизгачот е зглобно врзан за лостот (2) кој од другата страна зглобно е поврзан со еднокракиот лост (3). Лостот (3) може да се завртува слободно околу завојното вретено на напречниот супорт. На него е прицврстена една осовинка чиј заострен преден дел влегува во меѓузубјето на запченикот (5). Запченикот (5) е прицврстен на завојното вретено. Со негово завртување, кружното движење од него, преку завојното вретено и навртката, се претвора во периодично праволиниско движење на напречниот супорт.

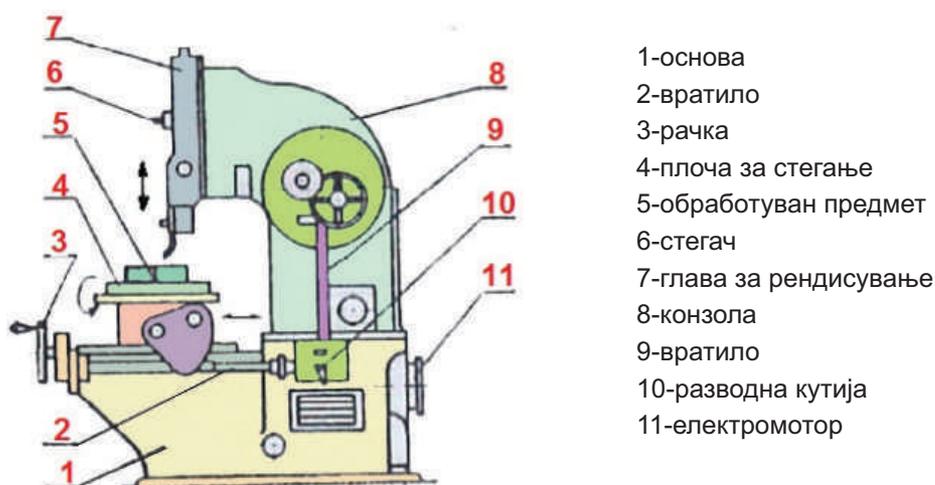
Периодично се вика затоа што кога носачот на алат го изведува работниот од, напречниот супорт не се движи (осовинката прескокнува преку забите на запченикот 5), а кога го изведува повратниот од тој се поместува за определен чекор (осовинката го свртува запченикот за определен број заби).

Вертикалното поместување на работната маса се врши со помош на рачката ( $R_1$ ) преку конусните запченици  $z_7$  и  $z_8$  и завојното вретено ( $V_4$ ).

Вертикалното поместување на алатот може да биде рачно и автоматско. Рачното поместување се остварува со рачката ( $R_2$ ) и завојното вретено ( $V_3$ ).

### Вертикални кусоодни рендисалки

Покрај хоризонтални кусоодни рендисалки постојат и вертикални кусоодни рендисалки. На слика 4.18 е прикажан изглед на вертикална кусоодна рендисалка.



Слика 4.18: Изглед на вертикална кусоодна рендисалка

На основата (1) е поставен столб во облик на конзола (8). Внатре во столбот е сместен електромоторот (11), кој и дава погон на рендисалката. На водилките на конзолата (8) е поставена главата за рендисување (7), која врши периодично движење. На долната страна поставен е држач за кој е прицврстен ножот за рендисување.

Главното движење се остварува со помош на електромотор преку запчест преносник и криваен механизам. Должината на одот се регулира со зголемување или скратување на кривајата, што се остварува со помош на стегачот (6).

Работната маса има механизам за надолжно и напречно движење. На неа се наоѓа и кружна плоча која служи за стегање на обработуваниот предмет. Плочата може да се завртува околу вертикалната оска со што можат да се обработуваат предмети со кружен облик и вертикални жлебови.

Сите движења на работната маса се остваруваат со механизмот за помошно движење кој е составен од вратило (9), разводна кутија (10) и вратило (2). Ова движење може да се оствари и рачно, со помош на рачката (3) поставена на вратилото за помошно движење.

При работа на вертикалните кусоодни рендисалки алатот го извршува главното праволиниско – периодично движење, додека сите помошни движења ги извршува обработуваниот предмет.

За изработка на жлебови или површините на отворите во работниот предмет ножот треба да биде доволно долг за непречено да помине низ целиот отвор. Со помош на посебен механизам се врши периодично оддалечување на ножот од површината која се обработува при повратниот од (за да не се оштети обработената површина).

Вертикалните кусоодни рендисалки служат за обработка на рамни и цилиндрични надворешни и внатрешни површини, разни жлебови и слично.

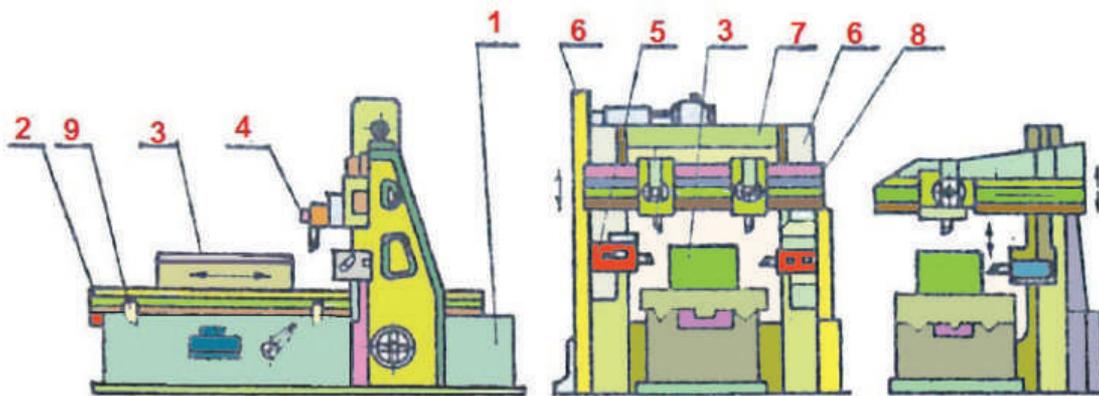
При обработка на коси површини, постои можност за завртување на носачот на алат во лева или десна страна до  $45^{\circ}$ .

Освен со механички погон, постојат и вертикални кусоодни рендисалки со хидрауличен погон.

#### 4.6.2. ДОЛГООДНИ РЕНДИСАЛКИ

Долгоодните рендисалки (слика 4.19) служат за обработка на долги и тешки предмети. При работа на овие рендисалки главното праволиниско движење го врши обработуваниот предмет, додека алатот ги извршува сите помошни движења. По својата конструкција можат да бидат:

- портални и
- конзолни



Слика 4.19: Шема на долгоодна рендисалка:1-основа;2-работна маса; 3-работен предмет; 4-вертикален носач на алатот; 5-хоризонтален носач на алат; 6-столб; 7-сврзник на столбовите; 8-траверза; 9-граничник

На основата (1) поставен е носачот на обработуваниот предмет (2) (работна маса), на која се прицврстува работниот предмет. Работната маса надолжно се поместува по водилките и го извршува главното праволиниско движење. Работната маса се задвижува со хидрауличен погон или со помош на запченици и запчеста летва.

Погонот на главното движење е претходно опишан.

Должината на одот на работната маса може да биде и до 15 метра. На вертикалните столбови (6) поставена е траверзата (8), по која се движи носачот на алат за надолжна обработка. Алатите можат да се движат напречно по траверзата, додека траверзата заедно со носачот на алат може да се поместува во вертикална рамнина. Странично, на столбовите се поставуваат еден или два носача на алат (5) кои служат за бочна обработка на предметите. Овие алати можат да се поместуваат вертикално и хоризонтално - за постигнување на длабочина. Со помош на граничникот (9) се регулира должината на одот.

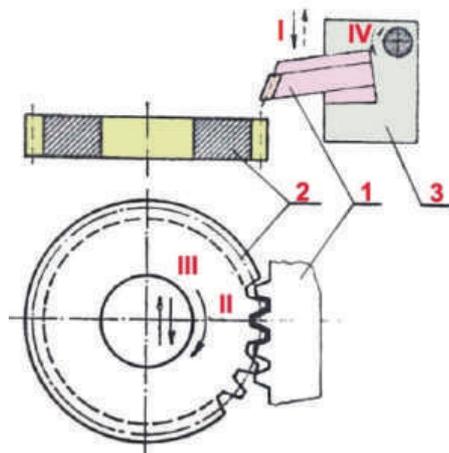
#### 4.6.3. РЕНДИСАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ

Со рендисување можат да се изработуваат цилиндрични запченици со прави и коси заби, запчести летви и конусни запченици со прави и завојни заби. Обработката со рендисување е економична, квалитетна и прецизна. Најстар начин на изработка на цилиндрични запченици со прави заби е режење со профилен нож, чиј профил одговара на профилот на меѓузабјето на запченикот. Бидејќи се изработува едно меѓузабје, со помош на поделбен апарат се врши завртување на обработуваниот предмет со поделбен апарат и процесот се повторува. Овој начин на изработка не дава голема точност на обработката и процесот е многу скап. За ист модул, а за различен број на заби потребен е друг алат. Многу подобри резултати во изработката на запченици со рендисување се постигнува на специјални рендисалки за изработка на запченици. Тука спаѓаат:

- Рендислаки од типот Маг
- Рендисалки од типот Фелоуз
- Рендисалки за изработка на запченици со копирање
- Рендисалки од типот Билграм
- Рендисалки од типот Глизон

#### 4.6.3.1. РЕНДИСАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ ПО МЕТОДАТА НА МАГ

Методата на изработка на запченици по Маг се заснова на принципот на релативно тркалање. Алатот е запчеста летва, чии заби се наострени и представуваат резни сечила. Сите запченици со ист модул, независно од бројот на заби се обработуваат со еден алат. Обработката се врши на специјална вертикална рендисалка од типот Маг. На овие машини можат да се изработуваат цилиндрични запченици со прави и коси заби. На (слика 4.20) е дадена шема на движење на алатот и работниот предмет при изработка на запченици по методата на Маг.



Слика 4.20: Шема на рендисување запченик по метода на Маг, 1-резен алат; 2-предмет; 3-држач на алат

Во процесот на режење, резниот алат (1), прицврстен во држачот (3), го извршува главното праволиниско движење (I) долу – горе, при што движењето надолу е работен од, а движењето нагоре – повратен од. Резниот алат е чешлест нож во форма на запчеста летва.

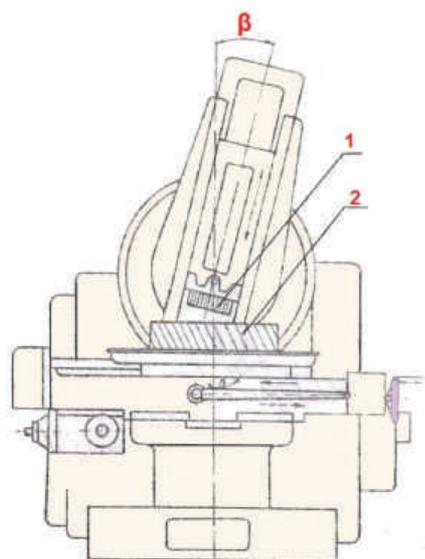
Движењата кои ги изведува предметот одговараат на релативно тркалање. Поради тоа работната маса со предметот остварува две меѓусебно поврзани движења – кружно (II) и праволиниско (III). Запчестата летва е во зафат со работниот предмет само за време на работниот од, додека при повратниот од во горната положба запчестата летва се оддалечува од предметот со помош на држачот на алат (движење IV).

Релативното тркалање се изведува во моментот кога запчестата летва се враќа во горна положба. За време на обработката работната маса,

заедно со предметот е неподвижна. Како резултат на релативното тркалање, намалено е абењето на елементите и се постигнува поголема точност на обработката.

Недостаток на оваа метода е што поради малиот број заби на алатот во однос на обработуваниот предмет, предметот мора да се врати наназад без свртување онолку пати колку што е поголем неговиот број на заби од бројот на забите на алатот (запчестата летва).

Запченици со коси заби се изработуваат со оваа метода со ист алат со тоа што носачот на алат се завртува за агол кој одговара на аголот на наклон на запченикот (слика 4.21).



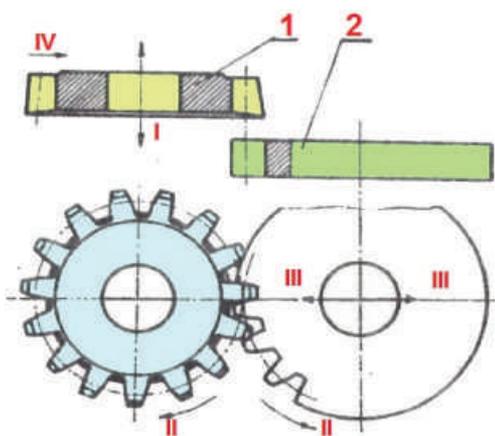
Слика 4.21: Изглед на рендисалка од тип Маг: 1-алат; 2-работен предмет;  $\beta$ -агол на наклон

Запченици со модул до 7 (mm) се изработуваат со еден премин, запченици со модул од 8 до 14 (mm) со два премина, а запченици со модул поголем од 14 (mm) со три и повеќе премини.

Брзината на режење се движи од 10 до 20 m/min, а транслаторното поместување на предметот при еден двоен од на алатот изнесува од 0,1 до 1 (mm).

#### 4.6.3.2. РЕНДИСАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ ПО МЕТОДАТА НА ФЕЛОУЗ

Цилиндрични запченици со прави и коси заби по методата на Фелоуз се обработуваат со помош на повеќесечен алат во форма на запченик. Во процесот на обработка алатот и предметот се спрегнати како два цилиндрични запченици. За да се изврши обработката потребно е еден од спрегнатите запченици – алатот да извршува наизменично праволиниско движење кое доведува до режење. На слика 4.22 дадена е шема на движење при изработка на запченици по Фелоуз.



Слика 4.22: Шема на движење при изработка на запченици по метод Фелоуз

Алатот (1) го изведува главното праволиниско движење (I), помошните кружни движења (II) ги изведуваат алатот (1) и предметот (2) истовремено.

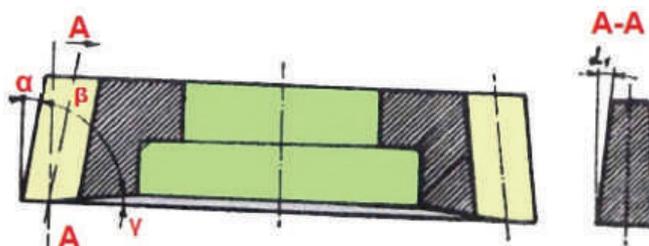
Редоследот на движења е следен: алатот прво го изведува главното праволиниско движење надолу кога се врши режењето. На завршување на работниот од, работниот предмет се оддалечува (движење III) за да не биде алатот во зафат со обработуваниот предмет при повратниот од. По завршување на повратниот од, работниот предмет се приближува кон алатот (движење III). Потоа истовремено алатот и предметот се завртуваат во спротивни насоки (движење II) за дебелина на струганицата. Движењето (движење II) одговара на релативно тркалање. Процесот на изработка се повторува.

Во почетокот на режењето алатот не може да ја зафати целата длабочина на забот, поради што треба да се обезбеди и бавно радијално придвижување на алатот (IV). Полната длабочина на режење се постигнува по завртување на предметот за 2 – 3 заба.

За да се изработи еден запченик потребно е работниот предмет да се заврти за нешто повеќе од еден вртеж, односно за толку повеќе колку е потребно да се постигне полната длабочина на режење.

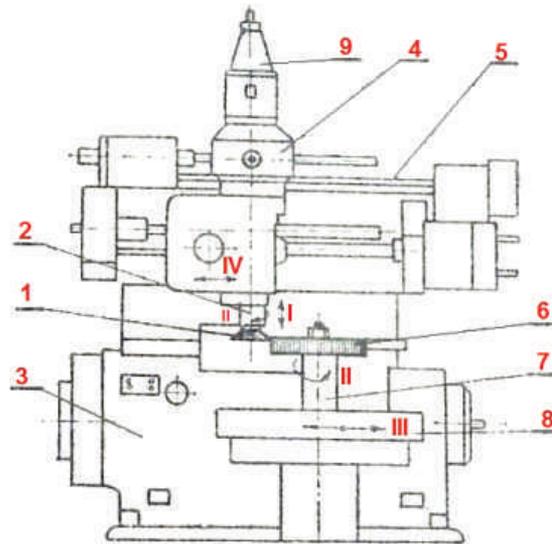
Алатот е кружен запчест нож (слика 4.23). Тој е запченик на кој секој заб претставува едно сечило. Основната геометрија на овој алат е иста како и кај другите алати, постојат исти површини и агли. Предниот агол  $\gamma$  обично изнесува  $5^\circ$ , додека задниот агол  $\alpha$  до  $6^\circ$ .

Бројот на заби на алатот најчесто е 24 или 35.



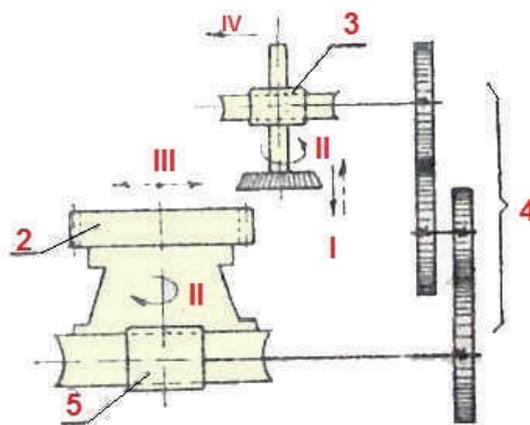
Слика 4.23: Запчест нож за рендисување

На слика 4.24 прикажана е рендисалка од типот на Фелоуз. На основата (3) поставена е работна маса (8), на која со помош на држачи (7) се прицврстува предметот (6). На горниот дел е поставена траверзата (5), која служи за поместување на главата на рендисалката (4) и за радијално поместување на алатот. На горната страна на траверзата поставен е електромотор (9), кој служи за остварување на сите потребни движења.



Слика 4.24: Изглед на рендисалка од тип Фелоуз: 1-алат; 2-работно вретено; 3-основа; 4-глава за рендисување; 5-траверзата; 6-работен предмет; 7-држач; 8-работна маса; 9-електромотор

На следната слика (слика 4.25) е дадена кинематската шема помеѓу потребните движења.



Слика 4.25: Шема на пренос кај рендисалки од тип Фелоуз

Помеѓу бројот на вртежи на предметот (2) и алатот мора да постои однос:

$$i = \frac{n_p}{n_a} = \frac{z_p}{z_a}, \quad \text{каде}$$

$n_a$  - број на вртежи на алатот

$n_p$  - број на вртежи на предметот

$Z_a$  - број на заби на алатот и

$Z_p$  - број на заби на предметот

Овој преносен однос се остварува со помош на полжавестите преносници (3) и (5) и цилиндричните запченици (4).

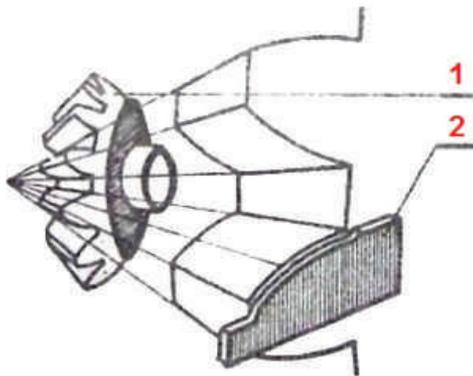
При изработка на конусни запченици со коси заби, алатот исто така има коси заби со ист агол на наклон, само во спротивна насока.

Во зависност од модулот на запченикот кој се обработува, материјалот и квалитетот на обработената површина, обработката може да се врши со еден, два или три премини.

#### 4.6.3.3. РЕНДИСАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА КОНУСНИ ЗАПЧЕНИЦИ СО КОПИРАЊЕ

Конусни запченици можат да се изработуваат со методата на поединечна изработка или по методата на релативно тркалање.

Со методата на поединечна изработка (заб по заб) конусните запченици се обработуваат со копирање. Обработката се извршува со обичен нож за рендисување, чиј профил не одговара на профилот на запченикот. За да се добие еволвентниот профил на запченикот (1) се користи шаблон (2) (слика 4.26) со што се обезбедува движење на алатот по еволвента.



Слика 4.26: Поединечна изработка на конусни запченици

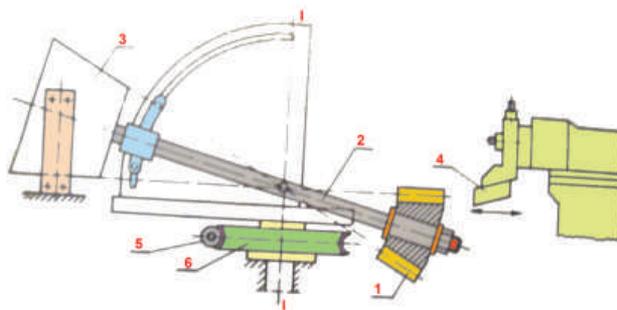
Ваквиот начин на изработка на запченици е неекономичен и ретко се применува. Најчеста примена наоѓа за изработка на големи конусни запченици со прави заби, со модул поголем од 20 mm.

Шаблонот се изработува во облик на плоча со еволвентна површина.

За да се зголеми продуктивноста новите конструкции на рендисалки користат два ножа. Едниот нож ја обработува едната страна на профилот, а другиот – другата страна на истиот заб.

#### 4.6.3.4. РЕНДИСАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ ПО МЕТОДАТА НА БИЛГРАМ

Иако машините што работат по овој метод се релативно бавни (нископроизводни), тие се одликуваат со голема прецизност. Рендисалките по методата на Билграм работат по принципот на релативно тркалање и на нив се изработуваат конусни запченици. Шема на рендисалка по методата на Билграм е прикажана на (слика 4.27).



Слика 4.27: Изработка на конусни запченици по метода на Билграм

На двата краја на оската (2) се прицврстени обработуваниот предмет (1) и конусот (3) чиј агол е ист со аголот на обработуваниот запченик. На носачот на алат е прицврстен ножот (4) со кој се врши обработка на една иста изводница, но секојпат на друг заб. Затоа обработуваниот предмет со помош на поделбен апарат се завртува за еден чекор. Откако ќе се изработи една иста изводница на сите заби, оската (2) се завртува околу својата оска (I – I) преку полжавест преносник (5 и 6). Ова завртување предизвикува тркалање на конусот (3) по подлогата. Така се доведува во работна положба следната изводница на профилот на забот. Тркалањето на конусот по подлогата го овозможуваат две пружини кои наизменично се навиткуваат или одвиткуваат (едната се навиткува, другата се одвиткува и обратно).

Алатот го изведува работното праволиниско движење, додека другите две движења кои се кружни ги изведува обработуваниот предмет, околу оската (2) и околу оската (I – I).

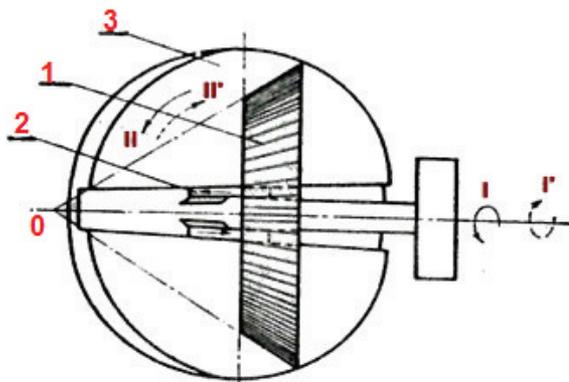
Со еден конус можат да се изработат повеќе конусни запченици, доколку имаат ист агол како и конусот. Во спротивно се менува и самиот конус.

#### 4.6.3.5. РЕНДИСАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ ПО МЕТОДАТА НА ГЛИЗОН

Изработката на конусни запченици по методот на Глизон е заснована на принципот на релативно тркалање. По овој принцип можат да се изработуваат запченици со прави и коси заби.

Обработката се изведува со два ножа кои се движат по изводниците на конусните запченици кои се обработуваат. Движењето на ножевите е

главно праволиниско движење – наизменично, при што ножевите се движат во спротивни насоки. Според тоа, еден нож обработува една страна на забот, а другиот нож другата. На слика 4.28 дадена е шема на рендисување на конусни запченици со прави заби по методот на Глизон.



Слика 4.28: Шема на рендисување на конусни запченици по принцип Глизон:  
1-обработуван предмет; 2-алат; 3-плоча

Релативното тркалање настанува при истовремено кружно движење на обработуваниот предмет (1) и плочите по чии водилки се движат ножевите (2) – движење (I и II). Кружното движење се врши во иста насока. Кога ќе заврши изработката на едно меѓузубје, плочата (3) и обработуваниот предмет се враќаат во првобитна положба – движење (I' и II'). По завршување на движењата, со помош на поделбен апарат обработуваниот предмет се завртува за еден заб, сè до потполна обработка на запченикот.

Кружното движење на предметот и плочата со ножеви се остварува со помош на изменливи запченици.

При изработка на конусни запченици со коси заби, принципот е сличен, само што машината има само еден нож кој го изведува главното праволиниско движење.

Прашања за повторување:

1. Кои се битните разлики помеѓу кусоодната и долгоодната рендисалка?
2. Кои работи се изведуваат на рендисалките?
3. Кои работи најчесто се изведуваат на специјални рендисалки?
4. Кои се алати за рендисување? Наброј неколку!
5. Кои параметри влијаат на процесот на рендисување?
6. Што претставува машинско време при рендисување?
7. Набројте ги и објаснете ги методите за изработка на запченици со рендисалки!

# 5

## ТОЧИЛКИ (БРУСИЛКИ)

### 5.1. КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРОЦЕСОТ НА ОБРАБОТКА СО ТОЧЕЊЕ (БРУСЕЊЕ)

Брусењето е најчеста постапка на завршна обработка со режење, но се користи и како груба обработка (слика 5.1). Како завршна обработка се јавува во случаи кога е потребно да се зголеми квалитетот на обработената површина, по груба обработка ако деловите се термички обработени. Како груба обработка брусењето се користи за чистење на одливките и отковките (симнување на оксидниот слој). Денес брусењето често се изведува како единствена обработка при обработка на одливки и отковки, како и при обработка на машинските делови од полн материјал без претходно стругање или глодање (т.н. длабоко брусење).

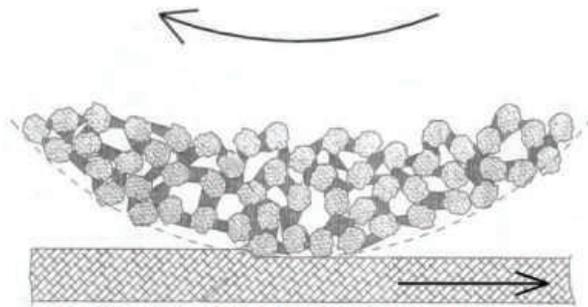


Слика 5.1: Брусење

Посебна карактеристика на брусењето е тоа што со него можат да се обработуваат сите материјали без оглед на нивната тврдост. Освен тоа, со брусење можат да се обработуваат надворешни и внатрешни површини (цилиндрични и конусни), рамни и профилни (сложени) површини, а се користи и за острење на алат при негова изработка и експлоатација.

Брусењето се врши со алати кои се викаат **брусни плочи или точила**. Тие претставуваат повеќесечен алат без дефинирана геометрија на сечилата. Брусните плочи се составени од голем број на абразивни зрна кои меѓусебе се поврзани со сврзувачки материјал во една целина со одреден облик и димензии. Абразивните зрна имаат по својот обем поголем број на остри сечила кои во допир со материјалот симнуваат струганица од обработуваниот предмет. Притоа во режењето истовремено учествуваат голем број на абразивни зрна и со нивна помош се симнуваат голем број ситни струготини.

На слика 5.2 прикажано е режењето при брусење, од која се уочува дека поголем број на абразивни зрна зафаќаат дел од обработуваниот материјал и симнуваат струготина (слично како забите кај глодалото). Притоа, брусната плоча го изведува главното кружно движење, додека помошното движење е сложено движење од кружно и праволиниско, а може да го изведува или алатот или обработуваниот предмет.



Слика 5.2: Процес на обработка со брусене

Финото брусене е најфина постапка на завршна обработка која се изведува со помош на абразиви. Обработката се врши со многу ситни зрнца во вид на прав или паста. Постапката на обработка со паста се вика **лепување**, а постапката на обработка со прав се вика **хонување**.

Важна карактеристика на процесот на брусене е тоа што абразивните зрна имаат многу голема тврдост, два и повеќе пати поголема од тврдоста на материјалот кој се обработува, со што се постигнува ефикасна обработка.

## 5.2. ГРАДБА И КАРАКТЕРИСТИКИ НА АЛАТОТ ЗА ТОЧЕЊЕ (БРУСЕЊЕ)

### Градба на алатот за точење (брусене)

Алатот за брусене (брусна плоча) е составен од абразивен материјал (средства за брусене) и сврзувачки материјал кој ги поврзува абразивните зрна во една целина. Овие две компоненти меѓусебе се мешаат (во одреден однос), се пресуваат во калапи со одреден облик. Потоа се печат на висока температура за да ја добијат неопходната цврстина. Така добиената структура на алат е многу порозна, а процентот на пори зависи од процентот на абразивот и сврзувачкиот материјал (пр. постојат точила со 50% абразив, 10% сврзувачко средство и 40% пори). На слика 5.3 прикажана е градбата на алат за брусене.



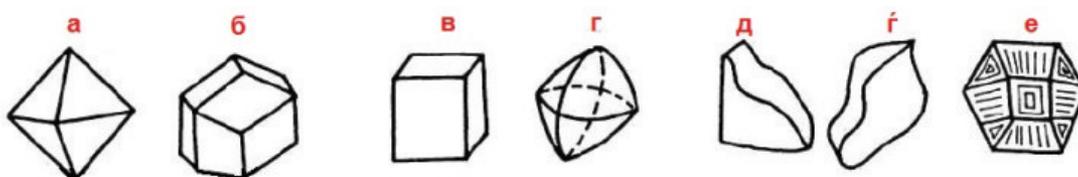
Слика 5.3: Градба на алат за брусене

Абразивниот материјал (средството за брусене) е во облик на зрна со различен облик и димензии. Според начинот на добивање може да биде природен или вештачки. Од природните абразивни материјали најпознати

се корунд, кварц и дијамант. Од вештачките абразивни материјали, кои се добиваат со одредени технолошки постапки се: електрокорунд, силициумкарбид, боркарбид и синтетички дијамант.

Освен видот на абразивното средство, од големо значење се и големината и обликот на зрната на абразивот. Притоа, големината на зрната се означува со броеви. Според тоа, постојат многу груби зрна (8, 10, 12, 16), груби (20, 24, 30, 36), средни (46, 54, 60, 70), фини (80, 90, 100, 120), многу фини (150, 180, 220, 240) и особено фини (280, 320, 400, 600).

Обликот на зрната зависи од видот на абразивното средство. Притоа, зрната на одделните видови абразивни средства се разликуваат: по бројот на сечила, по односот на должината и ширината, радиусот на заоблување и аголот на врвовите. На слика 5.4 се прикажани неколку облици на абразивни зрна.



Слика 5.4: Облик на абразивни зрна: октаедар (а); ромбоедар (б); хексаедар (в); октаедрод (г); неправилен облик (д,ф); сложен облик (е)

Сврзувачкиот материјал кој се користи кај брусните плочи може да биде од органско или неорганско потекло. Неорганскиот сврзувачки материјал може да биде на база на глина (керамички), стакло и метал. Органскиот сврзувачки материјал најчесто е на база на природни и вештачки смоли. Органскиот сврзувачки материјал поседува поголема цврстина и жилавост, поради што се користи кај брусни плочи кои работат со поголеми резни брзини и при завршно брусење. Најчесто се користи бакелитно органско врзивно средство и се означува со В.

Керамичкиот сврзувачки материјал (се означува со V) е најчесто употребуван материјал. Има добра отпорност на топлина и обезбедува добро одржување на профилот на брусната плоча. Се користи кај брусни плочи кои работат со брзина на режење до 65 m/s.

Силикатниот сврзувачки материјал (се означува со S) е на база на течно стакло и се одликува со помала цврстина во однос на керамичките.

Магnezитниот сврзувачки материјал има мала цврстина и осетлив е на влага. Се користи за брусни плочи кои работат со резна брзина до 20 m/s (пр. при рачно острење на алати).

Металниот сврзувачки материјал е на база на легури на бакар, калај, железо, алуминиум и други метали. Има голема цврстина и се користи за изработка на дијамантски брусни плочи.

Најважни особини на сврзувачкиот материјал се цврстината и фрикционите својства и од нив зависат отпорите при режење и температурата на брусење, трошењето на брусната плоча и квалитетот на обработка.

## Карактеристики на алатот за точење (брусење)

Најважни карактеристики на алатот за брусење се: вид, облик и големина на абразивните зрна, тип на сврзувачкиот материјал, тврдост и структура на брусната плоча. Карактеристиките на абразивниот и сврзувачкиот материјал веќе се опишани, овде ќе бидат објаснети поимите и ознаките за тврдост и структура на брусните плочи.

Тврдоста на брусната плоча е многу важна карактеристика од која зависат нивните резачки способности, точноста и квалитетот на обработка. Тврдоста на брусната плоча се однесува на сврзувачкиот материјал и е пропорционална на силата потребна абразивното зрно да се одвои од сврзувачкиот материјал.

Тврдоста на брусната плоча се означува со латинските букви од Е до Z и се разликуваат: многу меки (Е, F и G), меки (H, I, J, K), средни (L, M, N, O), тврди (P, Q, R, S) и многу тврди брусни плочи (T, V, Z).

Тврдоста на брусните плочи се избира во зависност од материјалот на обработуваниот предмет и точноста на обработката. При брусење на помеките материјали се избираат брусни плочи со поголема тврдост (за абразивните зрна да останат подолго време во сврзувачкиот материјал бидејќи побавно се тапат), а при брусење на потврди материјали треба да се работи со брусни плочи со помала тврдост. Брусните плочи со помала тврдост имаат поголема способност за самоострење (поизразено е трошењето на плочата заради полесно исфрлање на зрната) и бргу го губат обликот на работната површина. Затоа кај фина обработка и обработка на профилни површини се работи со точила со поголема тврдост, кои пак создаваат поголеми отпори на повисоки температури при режењето.

Структурата на брусната плоча зависи од односот на волуменот на абразивниот материјал и порите. Колку е поголем делот на порите, толку брусната плоча е попорозна. Структурата на брусната плоча се означува со броеви (од 1 до 12). Брусните плочи со помала порозност се означуваат со помали броеви, додека брусните плочи со поголема порозност се означуваат со поголеми броеви.

Полната ознака на карактеристиките на брусните плочи содржи податоци за видот на абразивното средство, големината на зрната, тврдоста и структурата на брусната плоча и видот на сврзувачкото средство.

*Пр: A60K6V*

A – нормален електрокорунд; 60 – големина на зрната; K – тврдост на плочата; 6 – структура на брусната плоча; V – керамичко сврзувачко средство (лепак);

Пр:



<b>B</b>	<b>80</b>	<b>M</b>	<b>6</b>	<b>V</b>
благороден корунд	фини зрна	средна тврдост	средна структура	керамичко сврзувачко средство

Освен ова, во ознаката се внесуваат и главните димензии на брусната плоча.

Пр: 400x40x127 значат: надворешен дијаметар, ширина и дијаметар на внатрешниот отвор на брусната плоча

Обликот на брусната плоча може да биде различен во зависност од видот на брусење. Според обликот, брусните плочи можат да се поделат на: стандардни и специјални.

Стандардните брусни плочи се јавуваат во различни форми. На слика 5.5 се прикажани разни облици на брусни плочи.



Слика 5.5: Брусни плочи

Брусните плочи се поставуваат на главното вретено на брусилките на различни начини во зависност од обликот и големината.

На секоја брусна плоча на одредено место за запишуваат основните ознаки.

Брусните плочи се многу осетливи на удари, затоа со нив треба внимателно да се ракува (при пренесување, поставување на работното вретено на брусилката, при работа).

### 5.3. ОСНОВНИ ОПЕРАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКА СО ТОЧЕЊЕ (БРУСЕЊЕ)

Во зависност од обликот на површината која се обработува, сите операции при обработка со брусење можат да се поделат во три групи:

1. брусење на надворешни и внатрешни ротациони површини (тркалезно брусење)
2. брусење на рамни површини (рамно брусење)

3. брусење на сложени површини (брусење на завојни површини, брусење на запченици, профилно брусење, копирно брусење и др.)

Притоа, секоја група може да се подели во зависност од обликот на брусната плоча, положбата на работната површина, начинот на поставување на обработуваниот предмет на машината, правецот на помошното движење, длабочината на брусење, додатокот за брусење итн.

Рамното брусење се применува за обработка на рамни површини. Во зависност од обликот на обработуваните површини, разликуваме рамно брусење на призматични површини и рамно брусење на кружни површини. Во зависност од површината на точилото со која се врши обработката, разликуваме: периферно и челно глодање.

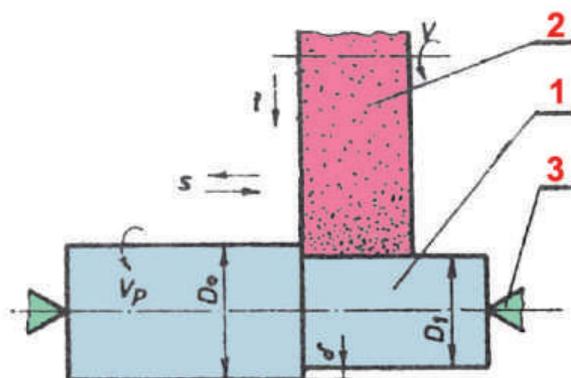
Во зависност од правецот на помошното движење, брусењето може да биде надолжно или напречно брусење.

Во зависност од начинот на потпирање и стегање на обработуваниот предмет постои брусење помеѓу шилци, со стегање на работниот предмет во стегачка глава или со стегање на работниот предмет на работната маса на машината.

Спрема длабочината на брусење во однос на додатокот за обработка, се разликува брусење со повеќе премини (при мала длабочина на режење) и брусење со еден премин (длабоко брусење).

Подолу ќе бидат опишани неколку примери на различни видови на брусење.

На слика 5.6 е дадена шема на тркалезно надворешно брусење. Предметот (1) кој се обработува е стегнат помеѓу шилци (3). Брусењето се остварува со брусната плоча (2).

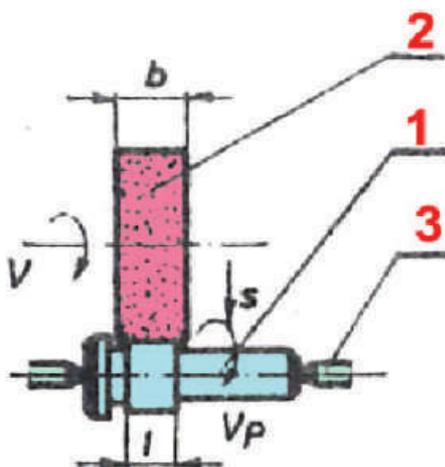


Слика 5.6: Шема на тркалезно надворешно брусење: 1-предмет; 2-брусна плоча; 3-шилци

За да може да се оствари обработката потребно е да се остварат следните движења: кружно движење на брусната плоча (2), кружно движење на предметот (1), надолжно движење на брусната плоча или работниот предмет и напречно движење на работниот предметот или брусната плоча. Главното движење е кружното движење на брусната плоча. Кружното движење на предметот, надолжното движење на брусната плоча или работниот предмет и напречно движење на работниот предмет или брусната плоча се помошни

движења.

Предмет со кружен пресек и мала должина се обработува со радијално брусење. На слика 5.7 прикажана е шема на радијално брусење.



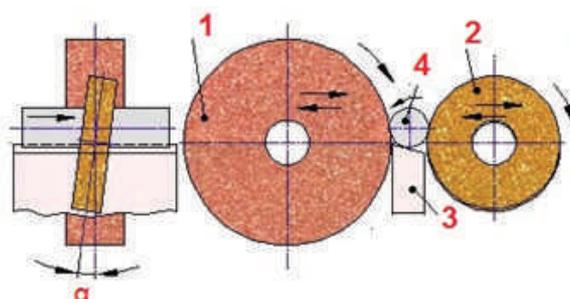
Слика 5.7: Шема на радијално брусење:1-предмет; 2-брусна плоча; 3-шилци

Ширината на брусната плоча е поголема од должината на обработуваниот предмет. При оваа обработка брусната плоча изведува главно кружно движење и помошното радијално движење, додека обработуваниот предмет изведува помошно кружно движење.

При обработка на кратки вратила во сериското и масовното производство се применува брусење без шилци (слика 5.8). Шемата на брусење без шилци е прикажана на слика 5.9.



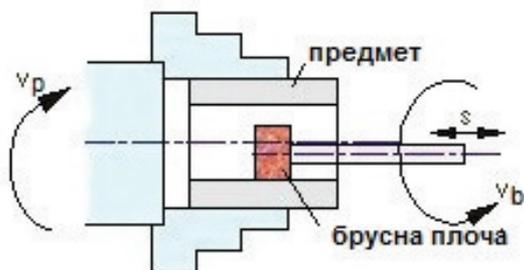
Слика 5.8: Брусење без шилци



Слика 5.9: Шема на брусење без шилци:1-работна брусна плоча; 2-втора брусна плоча;3-држач; 4-предмет

Предметот кој се обработува (4) слободно е потпрен на држачот (3), кој се наоѓа помеѓу две брусни плочи. Работната брусна плоча (1) врши обработка, додека другата брусна плоча (2) го завртува работниот предмет и му дава надолжен помест. За да може да се оствари надолжниот помест на предметот, брусната плоча (2) е закосена под агол од  $1^{\circ}$  до  $5^{\circ}$ . Главното движење го изведува брусната плоча, додека помошните движења обработуваниот предмет.

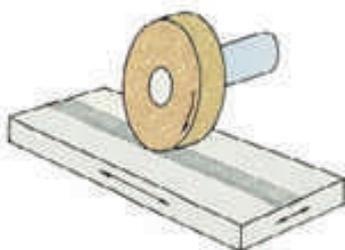
При брусене на внатрешни тркалезни површини, движењата се исти како кај надворешното тркалезно брусене (слика 5.10).



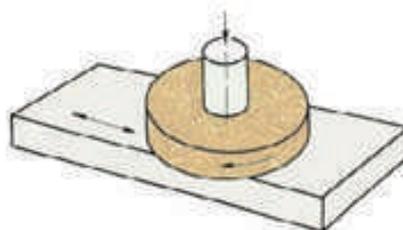
Слика 5.10: Брусене на внатрешна тркалезна површина

При брусене на тешки и гломазни предмети, двете кружни движења ги изведува брусната плоча. Обработуваниот предмет во овој случај се прицврстува на работната маса на машината. Во процесот на брусене обработуваниот предмет мирува. Алатот го изведува главното кружно движење, помошното кружно движење околу оската на предметот и помошното праволиниско движење. Во некои случаи надолжниот помест го изведува работната маса заедно со обработуваниот предмет.

Како што претходно е напоменато, рамното брусене во зависност од површината на брусната плоча со која се врши обработката, може да биде: периферно (слика 5.11) и челно брусене (слика 5.12).

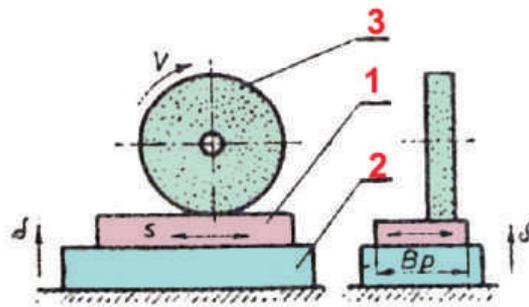


Слика 5.11: Периферно брусене



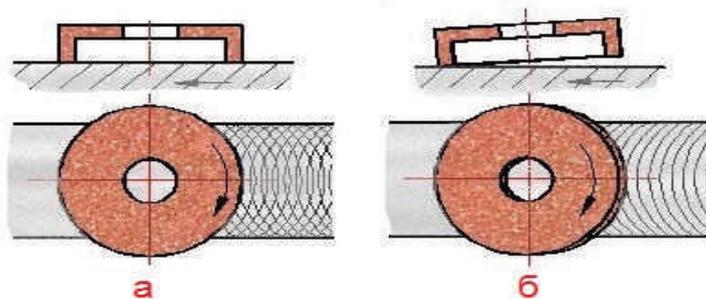
Слика 5.12: Челно брусене

Периферно рамно брусене е дадено и на слика 5.13. Главното движење во овој случај е кружно движење на брусната плоча (3), додека помошното движење го изведува работниот предмет. Работниот предмет е прицврстен на магнетна плоча (2) и го изведува надолжното помошно движење. За да се изврши брусене по цела ширина на обработуваниот предмет, потребно е по завршување на секој предмет напречно да се помести за големина на чекорот. Кога ќе заврши симнувањето на еден слој, работниот предмет мора да се помести по вертикала за длабочина на режењето.



Слика 5.13: Периферно рамно брусеење

При челно брусеење на рамни површини се разликуваат два случаја. Во првиот случај (а) оската на брусната плоча стои нормално на обработената површина, додека во вториот случај (б) е закосена под мал агол (слика 5.14).



Слика 5.14: Челно брусеење на рамни површини

Во првиот случај кога оската на брусната плоча стои нормално на обработената површина, брусната плоча остава вкрстени трагови на обработената површина и затоа ова брусеење се вика вкрстено.

Во вториот случај кога оската на брусната плоча е закосена под мал агол, брусеењето се врши со еден дел од брусната плоча, која на обработената површина остава лачни трагови и затоа ова брусеење се нарекува лачно челно брусеење.

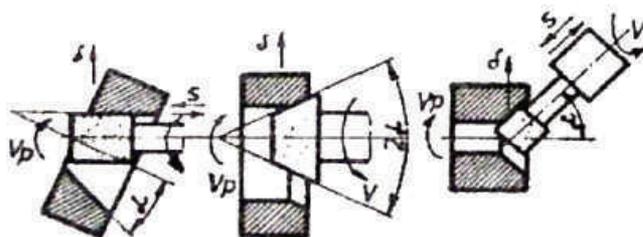
Во двата случаја главното движење е кружно и го изведува брусната плоча, а помошното движење е прволиниско и го изведува работниот предмет.

Вкрстеното челно брусеење најчесто се применува при груба обработка, а лачното челно брусеење при фина обработка.

Конуси можат да се брусат на три начини:

1. со завртување на предметот за половина од аголот на конусот
2. со конусна брусна плоча
3. со завртување на оската на брусната плоча половина од аголот на конусот

На слика 5.15 се прикажани начини на брусеење на внатрешен конус.

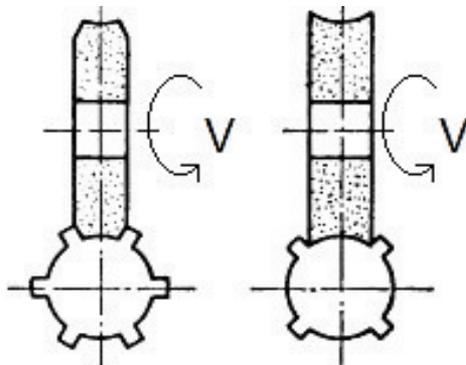


Слика 5.15: Брусење на внатрешен конус

Во сите случаи брусната плоча го врши главното кружно движење. Помошното кружно движење го изведува обработуваниот предмет, додека надолжното помошно движење го врши или обработуваниот предмет или брусната плоча.

Профилно брусење се изведува со помош на специјално профилирани брусни плочи за таа намена. Со профилно брусење се обработуваат нажлебени вратила, навои, запченици и др.

На слика 5.16 е прикажана шема на изработка на нажлебено вратило.



Слика 5.16: Шема на изработка на нажлебено вратило

Главното кружно движење го изведува алатот (брусната плоча), додека предметот врши надолжен помест. По завршување на брусењето на еден жлеб, предметот се завртува со поделбен апарат со што се доведува другиот жлеб во работна положба.

#### 5.4. ТОЧИЛКИ (БРУСИЛКИ)

Брусилките се машини наменети за завршна обработка на машинските делови. Работното движење е кружно и го изведува алатот (брусната плоча).

Основната поделба на брусилките е иста како и поделбата на основните операции на обработката со брусење. Според тоа се разликуваат следните видови брусилки:

- брусилки за брусење на надворешни кружни површини (брусилки за надворешно кружно брусење со поставување на работниот предмет

- помеѓу шилци)
- брусилки за брусење на надворешни кружни површини без шилци
- брусилки за надворешно и внатрешно брусење (универзални брусилки)
- брусилки за рамно брусење
- брусилки за острење алати (универзални и специјални)
- специјални брусилки (за брусење навој, за брусење на запченици, профилни брусилки и др.)

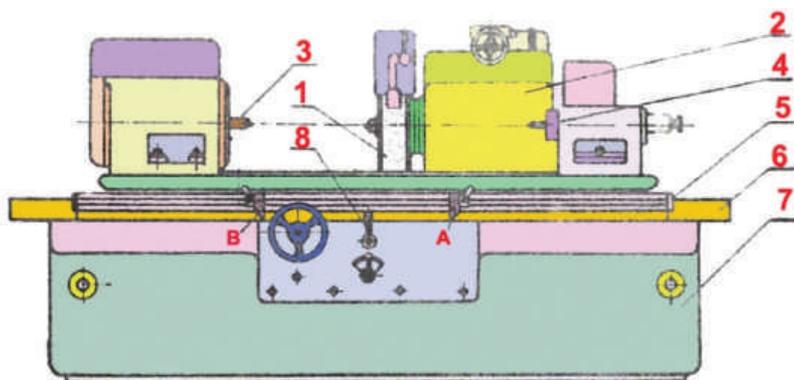
#### 5.4.1. БРУСИЛКИ ЗА ТРКАЛЕЗНО БРУСЕЊЕ

Во групата на брусилки за тркалезно брусење спаѓаат брусилките за надворешно тркалезно брусење помеѓу шилци, брусилките за брусење без шилци, брусилките за внатрешно брусење, како и универзалните брусилки (за внатрешно и надворешно брусење) и специјалните брусилки.

#### 5.4.2. БРУСИЛКИ ЗА НАДВОРЕШНО ТРКАЛЕЗНО БРУСЕЊЕ СО ШИЛЦИ

На брусилките за надворешно тркалезно брусење се обработуваат надворешни цилиндрични и конусни површини. Цилиндричните и конусните површини со поголема должина се обработуваат со надолжно поместување на работната маса на машината заедно со обработуваниот предмет, а предметите со помала должина се обработуваат со напречен помест на брусната плоча (напречно брусење). Во сите случаи брусната плоча го изведува главното кружно движење и помошното напречно движење, а обработуваниот предмет помошните (кружни и аксијални) движења.

На слика 5.17 прикажана е брусилка за надворешно брусење со шилци.

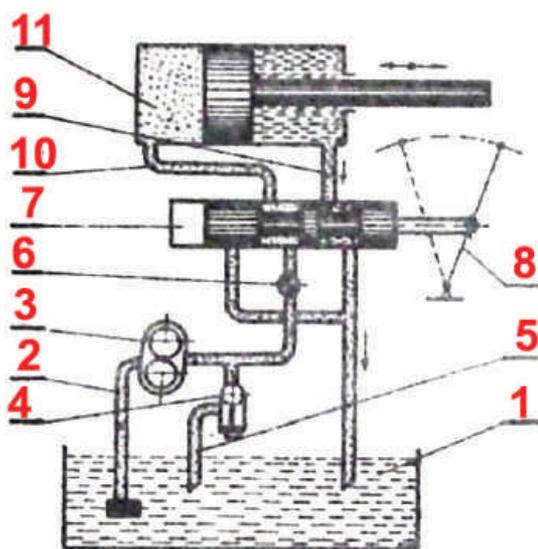


Слика 5.17: Брусилка за надворешно брусење со шилци: 1-брусна плоча; 2- преносник за главно движење; 3,4-шилци; 5, 6-надолжен супорт; 7- основа; 8-лост; А,В-граничници

Предметот е прицврстен помеѓу шилци (3 и 4), при што во носачот на левиот шилец има вграден преносник кој служи за промена на бројот на вртежи на обработуваниот предмет. Преносникот има посебен погон. Брусната плоча (1) е поставена во главното вретено, кое добива вртежно движење од преносникот за главно движење (2). Посебен електромотор му дава погон на преносникот за главно движење.

Овој преносник најчесто има мал број на промени на броевите на вртежи. Брзината се регулира со погоден избор на дијаметарот на брусната плоча. Освен главно кружно движење, брусната плоча има можност радијално да се поместува во однос на оската на обработуваниот предмет. На надолжниот супорт (5) на кој се наоѓаат носачите на шилци (3 и 4) има можност да се завртува во хоризонтална рамнина за неколку степени, што овозможува и брусење на конуси. Обработуваниот предмет со помош на надолжниот супорт (6) може аксијално или надолжно да се задвижува. Поместувањето најчесто се врши по хидрауличен пат.

На слика 5.18 е дадена шема на хидрауличниот погон за надолжен помест.



Слика 5.18: Шема на хидрауличен погон: 1-резервоар; 2-цевовод; 3-запчеста пумпа; 4-сигурносен вентил; 5-цевка; 6-регулатор; 7-разводник; 8-лост; 9,10-цевки; 11-клип

Маслото од резервоарот (1) со помош на запчеста пумпа (3) и цевоводи (2) низ регулаторот (6) се доведува во разводникот (7). Со помош на цевките (9 и 10) маслото се доведува во работниот цилиндар во кој се движи клипот (11). Низ која цевка ќе поминува маслото зависи од разводникот (7). Во положбата прикажана на сликата маслото се доведува преку цевката (10) од левата страна на цилиндарот и го потискува клипот (11) кој е поврзан со надолжниот супорт (позиција 6) на работната маса. Маслото од десната страна повторно се враќа во резервоарот (1) што е прикажано со стрелки.

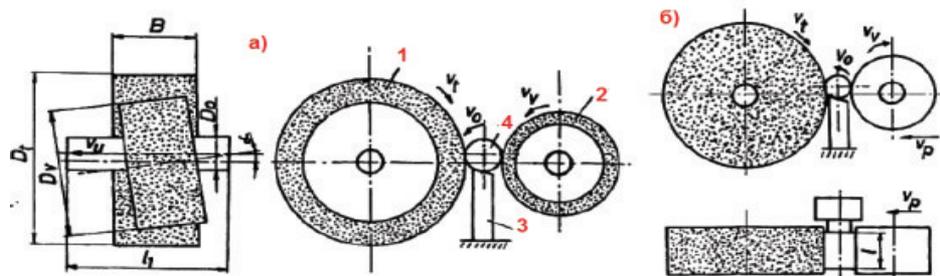
Разводникот е врзан зглобно за лостот (8). Лостот се поместува на левата и десната страна под дејство на граничните А и В според слика 17. Кога граничникот А ќе најде на лостот (8), ја потискува и лостот го поместува разводникот (7) во лево. Тогаш маслото поминува низ цевката (9) во десната страна на работниот цилиндар и го поместува клипот (11) во лево. Маслото од левата страна на клипот низ цевоводот (10) се враќа во резервоарот (1). Со натамошно движење на надолжниот супорт граничникот В удира во лостот (8) со што работната маса се враќа во спротивен правец.

Регулаторот (6) служи за контрола на количината на масло која доаѓа во работниот цилиндар и на тој начин се регулира брзината на надолжното

движење на работната маса. Сигурносниот вентил (4) служи за заштита од преоптоварување на хидрауличниот уред. Ако притисокот во уредот се покачи, сигурносниот вентил (4) се отвора и вишокот на масло преку цевката (5) се враќа во резервоарот (1).

### 5.4.3. БРУСИЛКИ ЗА НАДВОРЕШНО ТРКАЛЕЗНО БРУСЕЊЕ БЕЗ ШИЛЦИ

Брусењето на надворешни цилиндрични површини со ист дијаметар и поголема должина обично се врши на брусилки без шилци. На слика 5.19 е прикажан принципот на брусење на брусилка без шилци. Под (а) е прикажан принципот на обработка на подолги предмети при што се користи надолжно брусење, под (б) принципот на обработка на покуси предмети со напречно брусење.

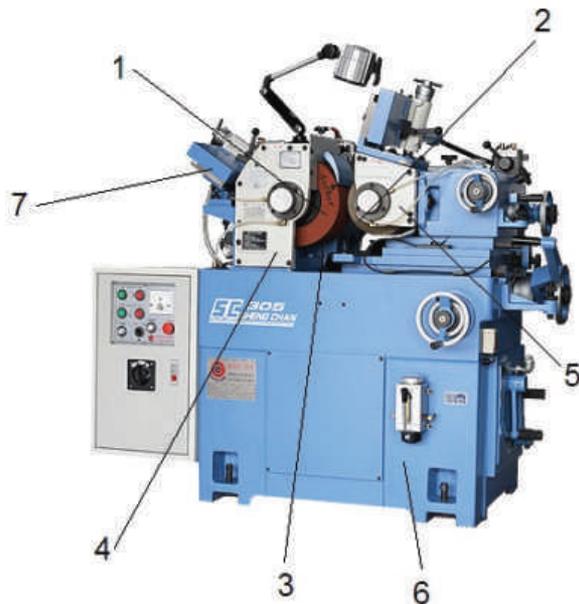


Слика 5.19: Шема на надворешно кружно брусење без шилци: а) надолжно, б) напречно брусење

Во првиот случај обработуваниот предмет (4) се наоѓа на потпирачот (3) помеѓу работната брусна плоча и помошната брусна плоча и тркалото (2). При вртење на помошната брусна плоча се врти и обработуваниот предмет, додека работната брусна плоча се врти со брзина на режењето. За да се оствари надолжно движење на обработуваниот предмет оската на помошната брусна плоча е закосена за агол  $\alpha$  во однос на оската на обработуваниот предмет и работната брусна плоча.

Во случај на напречно брусење без шилци оската на работниот предмет и помошната брусна плоча се паралелни, а при брусење помошната брусна плоча се приближува кон работната брусна плоча.

На слика 5.20 е прикажан изглед на брусилка за надворешно брусење без шилци: (1) работно точило; (2) помошно точило; (3) потпирач на работниот предмет; (4) носач на работното точило; (5) носач на помошното точило; (6) основа на машината; (7) уреди за нивелирање на работната брусна плоча.

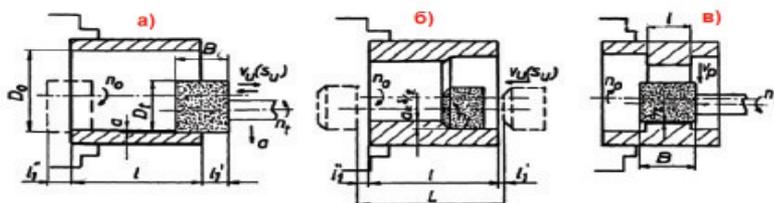


Слика 5.20: Брусилка за надворешно брусење без шилци

#### 5.4.4. БРУСИЛКИ ЗА ВНАТРЕШНО БРУСЕЊЕ

Брусилките за внатрешно брусење се применуваат за обработка на цилиндрични, конусни и профилни внатрешни површини. Внатрешното брусење може да биде со надолжно помошно движење на обработуваниот предмет (надолжно брусење) или со напречно помошно движење на брусната плоча (напречно брусење). Притоа, обработуваниот предмет се поставува во соодветен стегачки прибор (стегачка глава, стегачка чаура). Брусната плоча е поставена на главното вретено. Брусењето може да се извршува со повеќе премини при мала длабочина на режење или со еден премин при длабоко брусење.

На слика 5.21 се прикажани шеми на внатрешно надолжно брусење (а), длабоко брусење (б) и внатрешно напречно брусење (в). Во првиот и вториот случај одот на брусната плоча е подолг од должината на отворот, додека во третиот случај ширината на брусната плоча  $B$  е поголема од должината која се обработува.



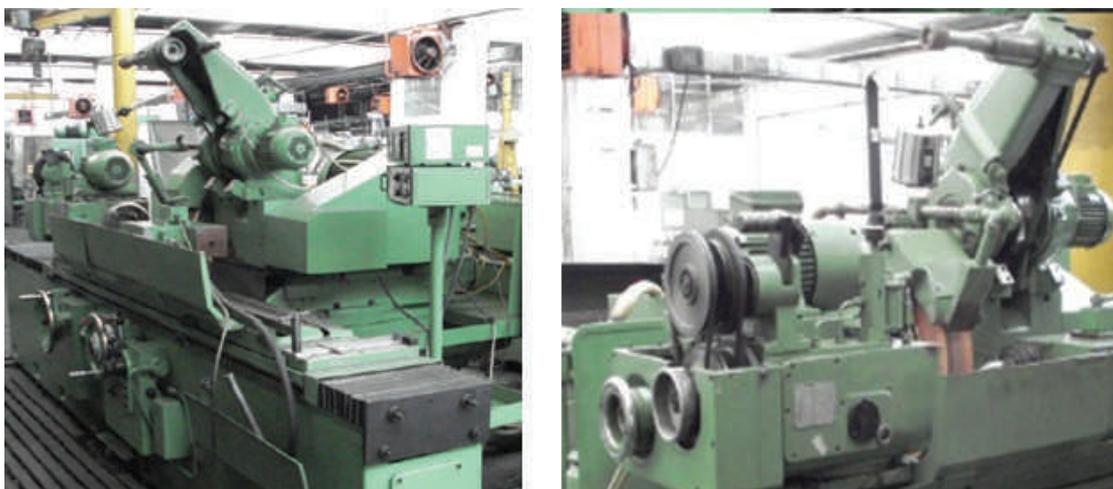
Слика 5.21: Шеми на внатрешно надолжно брусење (а), длабоко брусење (б) и внатрешно напречно брусење (в).

Внатрешното брусење се врши на брусилки за внатрешно брусење кои се користат во сериското производство. На слика 5.22 прикажана е полуавтоматска брусилка за внатрешно брусење.



Слика 5.22: Полуавтоматска брусилка за внатрешно брусење

Внатрешно брусење може да се врши и на универзални брусилки кои претставуваат брусилки за надворешно тркалезно брусење со дополнително вретено за внатрешно брусење (слика 5.23). Притоа, внатрешното брусење на универзалните брусилки се изведува обично во случаи на поединечно и малосериско производство.



Слика 5.23: Универзална брусилка

Вретената за внатрешно брусење можат да се менуваат така што да можат да имаат различна должина во зависност од должината на отворот кој се обработува. Овие вретена на левиот крај имаат носач на точилото, а на десниот ременица. Вретената за внатрешно брусење можат да бидат изведени со посебен погон вграден во самото вратило.

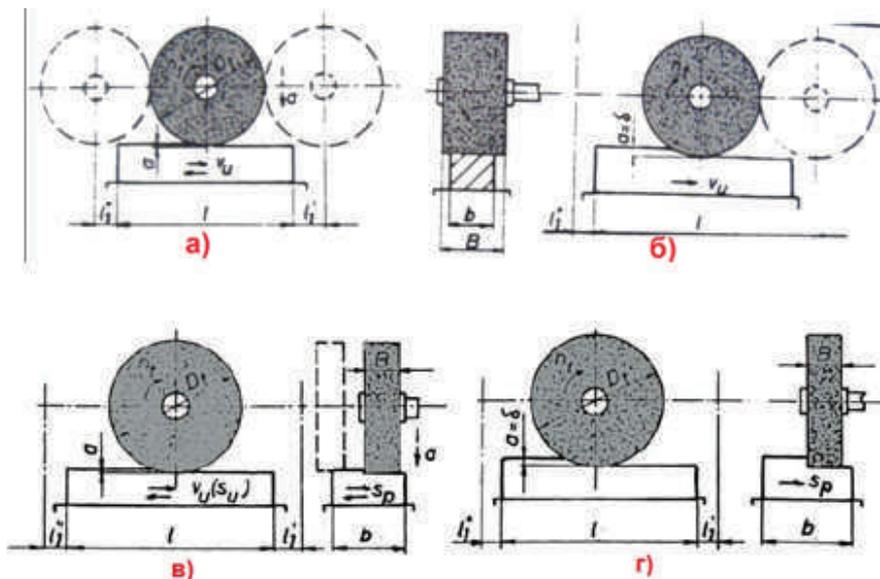
На слика 5.24 се прикажани неколку типови на вратила за внатрешно брусење со различна должина.



Слика 5.24: Пример на вретена за внатрешно брусење

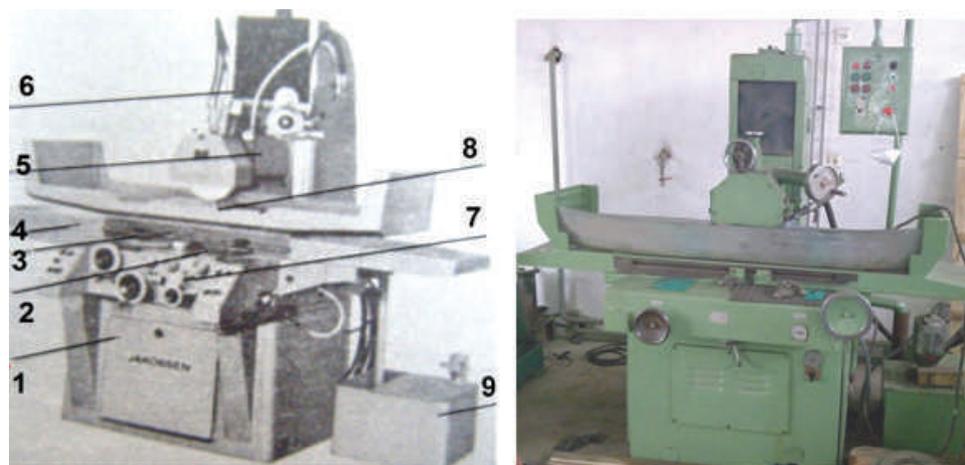
#### 5.4.5. БРУСИЛКИ ЗА РАМНО БРУСЕЊЕ

Брусење на рамни површини може да се врши со периферната површина на брусната плоча или со челната површина. Рамно брусење може да се врши на брусилки со кружна работна маса, како и на брусилки со правоаголна работна маса. На слика 5.25 прикажани се шеми на брусење на рамни површини со периферно брусење и тоа: кога ширината на брусната плоча е поголема од ширината на површината која се обработува, а брусењето се изведува со повеќе премини при мала длабочина на режење (а) и при длабоко брусење (б), односно кога ширината на брусната плоча е помала од ширината на обработуваниот предмет, т.н. рамно брусење со напречен помест при мала длабочина на брусење (в) и длабоко брусење (г). Во првиот случај, кога ширината на брусната плоча е поголема од обработуваната површина, обработуваниот предмет изведува помошно аксијално движење. Во вториот случај, при помала ширина на брусната плоча од обработуваната површина, обработуваниот предмет изведува помошно напречно движење.



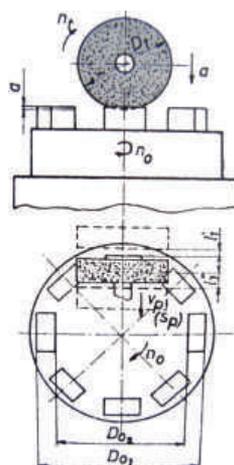
Слика 5.25: Шеми на брусење на рамни површини со периферно брусење со правоаголна работна маса

На слика 5.26 е прикажана брусилка со правоаголна работна маса за рамно брусење која се состои од следните делови: основа (1) во која е сместен хидрауличен преносник, работна маса (2), напречен супорт (3), надолжен супорт (4), носач на главното вретено со брусна плоча (5), столб (6), командна табла (7) со рачки за задвижување на надолжниот и напречниот супорт, мотор за погон на брусната плоча и хидрауличниот преносник. Работниот предмет се прицврстува со магнетни плочи (8), додека средството за ладење се потиснува од резервоарот (9) со помош на пумпи.



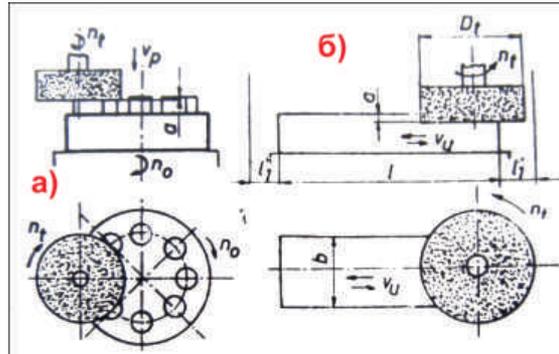
Слика 5.26: Брусилка со правоаголна работна маса за рамно брусење

Периферно рамно брусење може да се врши и на брусилки со вртлива кружна работна маса, како што е прикажано на слика 5.27. Притоа, обработуваните предмети (обично повеќе предмети се поставуваат на работната маса) изведуваат помошно кружно движење, додека точилото го изведува главното работно движење и помошното напречно движење.



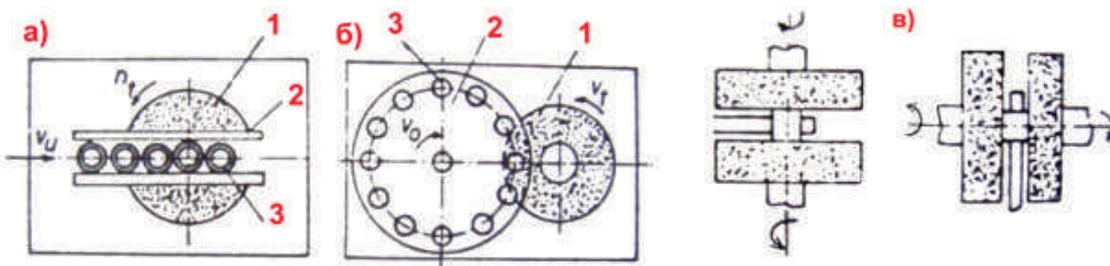
Слика 5.27: Шеми на брусење на рамни површини на брусилка со кружна работна маса

Како што е веќе споменато, брусењето на рамни површини може да се извршува и со челната површина на брусната плоча. Притоа, се користат брусилки со вртлива и правоаголна работна маса. На слика 5.28 се прикажани шеми на рамно челно брусење на брусилка со кружна (а), односно правоаголна работна маса (б). Во првиот случај обработуваниот предмет на работната маса изведува кружно помошно движење, а точилото главно кружно движење и вертикален помест, додека во вториот случај се користи точило со поголем дијаметар, така што со еден премин се обработува целата ширина на предметот.



Слика 5.28: Шеми на рамно челно брусење на брусилка со кружна (а) и правоаголна работна маса (б)

Посебна постапка на рамно брусење претставува двостраното рамно челно брусење кое се применува за истовремено брусење на меѓусебно паралелни површини на предмети со призматичен или цилиндричен облик во сериското производство. Машините за двострано брусење можат да бидат со аксијално или кружно помошно движење според шемите на слика 5.29, каде (1) е брусна плоча, (2) прибор за задвижување на работниот предмет, (3) обработуван предмет. Оската на брусната плоча може да биде хоризонтална и вертикална.



Слика 5.29: Шема на постапката за двостраното рамно челно брусење на рамни паралелни површини (1-брусна плоча; 2-прибор за задвижување на работен предмет; 3-обработуван предмет)

#### 5.4.6. БРУСИЛКИ ЗА ОСТРЕЊЕ НА РЕЗНИ АЛАТИ

Обработката со брусење е многу важна операција во процесот на изработка на резни алати, бидејќи со брусење се врши завршна обработка на алатите при нивна изработка, како и острење при нивна експлоатација.

Притоа, во процесот на изработка на поедини типови на резни алати најчесто се користат (посебно во сериското производство) специјални брусилки за острење на алати (за острење на ножеви, бургии, глодала, провлекувачи и други видови алати).

На слика 5.30 е прикажан изглед на една специјална брусилка за острење на стругарски ножеви. Работните маси се нагонуваат и на нив се наоѓа стегачкиот прибор за поставување на ножот во работна положба, така што може да се оствари потребната геометрија на врвот на ножот при острење.



Слика 5.30: Специјална брусилка за острење стругарски ножеви

На слика 5.31 е прикажана брусилка за острење на спирални бургии, која исто така овозможува остварување на елементите на геометријата на врвот на бургијата во одредени граници.



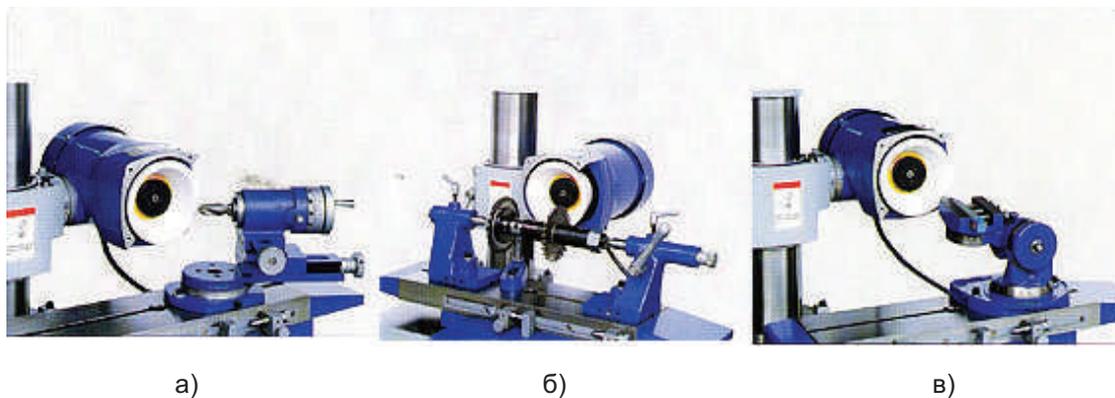
Слика 5.31: Специјални брусилки за острење спирални бургии

За острење на различни резни алати во текот на нивната експлоатација (повторно острење по нивно затапување) најчесто се применуваат универзални брусилки за острење на алати (слика 5.32). Тие се снабдени со различни прибори кои овозможуваат поставување на поедини типови алати во работна положба во однос на точилото и остварување на потребната геометрија на резниот дел на алатот при острење. Универзалните брусилки се опремени и со голем број на прибор за поставување на алатите во работна положба при острење.



Слика 5.32: Универзален уред за брусење алат

На слика 5.33 се прикажани примери на користење на ваков прибор и тоа: при острење на стругарски нож со примена на универзални менгемиња, при острење на спирални бургии со помош на уреди за острење на бургии (б) и пример на острење на глодало поставено во стегачки трн помеѓу шилецот на поделбениот апарат и носачот на шилец (в).



Слика 5.33: Пример на острење на спирална бургија (а), (б) стругарски нож и глодало (в) на универзална брусилка за острење алати

На универзалните брусилки за острење на алати може да се врши и операции на надворешно тркалезно, внатрешно и рамно брусење со примена на соодветен прибор за стегање на обработуваниот предмет (стегачки глави, стегачки маси, вретено за внатрешно брусење и др.).

#### 5.4.7. СПЕЦИЈАЛНИ БРУСИЛКИ

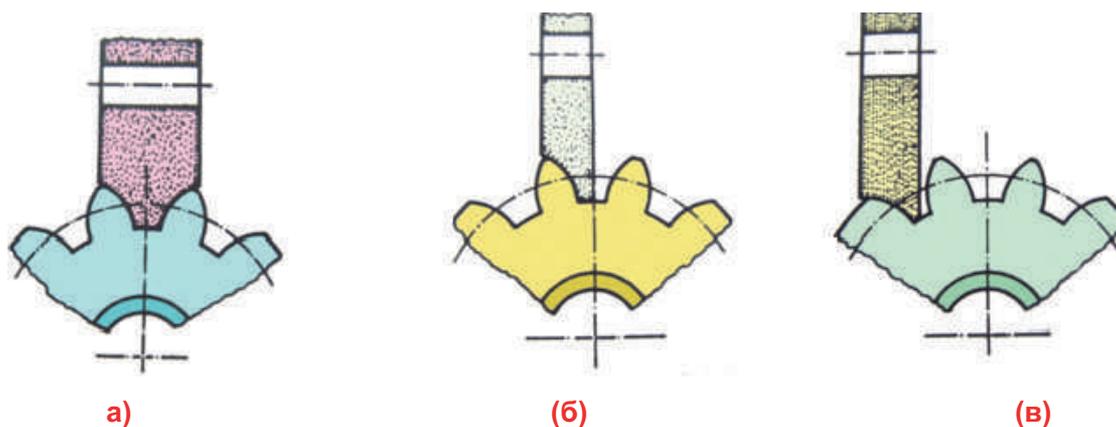
##### 5.4.7.1. БРУСИЛКИ ЗА ТОЧЕЊЕ НА ЗАПЧЕНИЦИ

По извршена термичка обработка, на забите на запчениците доаѓа до извесни деформации. Со цел да се отстранат тие деформации и да се зголеми точноста и квалитетот на обработка на запчениците по термичката обработка се врши нивно точење. Најчесто се точат цилиндричните запченици со прави и завојни заби, а поретко конусните.

Постојат две методи на точење на запченици. Разликата е во меѓусебните движења на точилото и обработуваниот предмет.

Според првата метода точењето се врши со помош на копирање со посебни профилни точила, додека втората работи според методата на релативно тркалање.

Постојат различни конструкции на брусилки кои работат со профилни точила. На слика 5.34 а, б, в се прикажани принципи на работа на повеќе брусилки кои работат по методот на копирање.



Слика 5.34: Точење со профилно точење по метода на Гар-Гриндинг (а); Шведр (б); Минерва (в)

Од сликата под а се гледа дека профилот на точилото одговара на профилот на меѓузубјето на запченикот. Главен недостаток на оваа обработка е тоа што има нерамномерно истрошување на точилото по должина на профилот со што се намалува точноста на обработката и зголемено триење поради голема допирна површина. За да се постигне потребната длабочина на режење, точилото радијално се поместува во однос на работниот предмет.

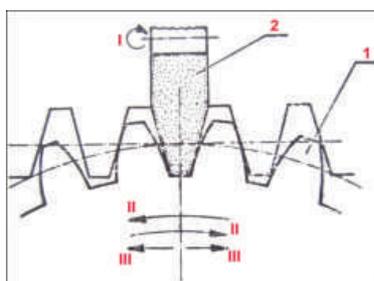
За да се избегнат претходно наведените недостатоци се преминало на користење на еднострано профилно точило (слика 34 б и в). И во двата

случаја прво се изработува едниот профил на сите заби на запченикот, а потоа другиот профил. По точење на профилот на еден заб запченикот се завртува за определен чекор со помош на поделбен апарат. Длабочината на точењето се постигнува со радијално поместување на точилото. Оптоварувањата кои се јавуваат кај двостраното профилно точење овде се значително помали со што се зголемува точноста и квалитетот на обработената површина.

Со користење на две профилни точила се добива значително поекономична обработка бидејќи се намалува потребното време за изработка. Кога запченикот ќе направи еден вртеж тој ќе биде комплетно обработен, бидејќи паралелно се обработуваат двата спротивни профила. Завртувањето на работниот предмет за потребниот чекор и овде се врши со помош на поделбен апарат.

Многу поголема точност во изработката на запченици со точење од досега опишаните се добива со помош на методите кои работат на принципот на релативно тркалање.

Постојат многу различни методи кои се темелат на овој принцип. Заедничко за сите е тоа што користат точило чиј профил е ист со профилот на забите кај запчестиот лост.

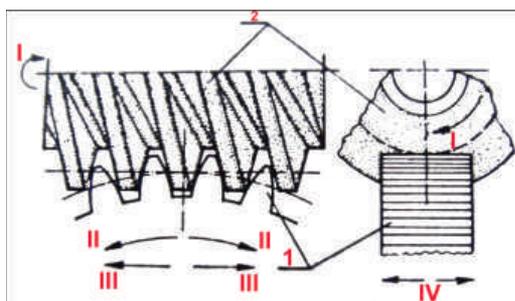


Слика 5.35: Точење на запченици со релативно тркалање по метода на Нилес

Од сликата 5.35 се гледа алатот за точење има форма на двострано конусно точило (2). Алатот е прицврстен на носачот на алат заедно со главното вретено и го извршува главното кружно движење (I) и помошно праволиниско движење (може да се поместува нагоре и надолу). Обработуваниот предмет (1) е прицврстен на вертикално вратило и изведува две помошни движења со кои се остварува принципот на релативно тркалање - кружно (II) и праволиниско (III). Овие две движења на предметот се спротивни. Кога запченикот се завртува налево тој истовремено се поместува праволиниски надесно, односно ако запченикот се завртува надесно тој истовремено се поместува праволиниски налево. Движењето се повторува сè додека не се обработат двата профила од меѓузубјето на запченикот по кое тој се завртува за потребниот чекор со поделбен апарат.

Заедничко за сите опишани методи е тоа што по изработката на секое меѓузубје точењето се прекинува за да може поделбениот апарат да го заврти работниот предмет за определен чекор. Загубите кои притоа настануваат се значителни.

Затоа е конструирана брусилка на која точењето на забите кај запчениците е континуирано. Како алат за точење кај оваа точилка се користи полжавесто точило (2), кое е во зафат со обработуваниот запченик (1) и го изведува главното кружно движење (I). Обработуваниот предмет врши помошно кружно движење (II). Со истовремено кружно движење на точилото и помошно кружно движење на запченикот се остварува принципот на релативно тркалање (слика 5.36).



Слика 5.36: Точење на запченици со полжавесто точило по методата на Рајсхауер

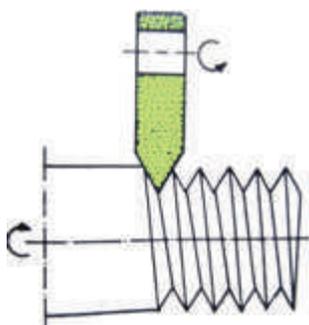
Освен овие две, запченикот изведува уште две движења (III и IV), со кои се овозможува обработка на забите на запченикот по целата должина. Воедно и трошењето на точилото е порамномерно.

Оваа метода има многу поголема продуктивност, меѓутоа дава многу помала точност и квалитет на обработената површина.

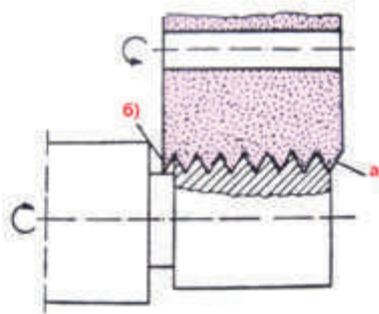
#### 5.4.7.2. БРУСИЛКИ ЗА ТОЧЕЊЕ НА ЗАВОЈНИЦИ

За да се добие прецизна навојница со висок квалитет на нејзината површина, честопати по претходната обработка на струг или глодалка или без претходна обработка на некоја друга машина, се врши нејзино брусење или нејзина комплетна обработка со брусење.

И во двата случаја брусењето на завојниците се врши со профилно точило, кое може да биде: еднопрофилно (слика 5.37) и многупрофилно (чешлесто) точило (слика 5.38). Профилот на точилото потполно одговара на профилот на завојницата.



Слика 5.37: Точење на завојници со еднопрофилно точило



Слика 5.38: Точење на завојници повеќепрофилно точило

За брусење на завојни вретена со поголема должина во полн материјал со чекор помал од 3 mm се применува еднопрофилно точило, додека за брусење на коси завојници со чекор поголем од 3 mm се применува повеќепрофилно точило.

#### 5.4.7.3. БРУСИЛКИ ЗА ФИНО БРУСЕЊЕ

При изработка на современите машини, кои работат со големи брзини и под големи оптоварувања, од поедини делови во нивната конструкција се бараат посебни услови врзани за квалитетот на обработената површина и точноста на обработката. Обично таков квалитет не може да се постигне со досега опишаните постапки на обработка.

Испитувањата покажале дека по обработката, кај која висината на нерамнините е помала од 1 $\mu$ m, површината дозволува поголемо оптоварување на единица површина, при останати исти услови на работа. Притоа, и траењето на површината значително се зголемува. Така, на пример, при намалување на висината на нерамнините за 6 пати при изработка на лизгачки површини на цилиндар и клипни прстени кај моторите со внатрешно согорување абењето се намалува 9 пати, а со тоа и траењето на допирните се зголемува за 9 пати. Од овој пример се гледа колку е важна точноста и квалитетот на обработената површина за векот на траење.

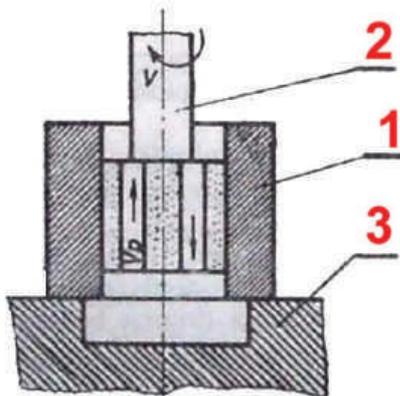
За да има точни мерки, мали отстапувања од одреден облик и добар квалитет на обработената површина обработуваниот предмет, потребно е операциите на завршна обработка да се извршуваат со симнување на многу тенок слој на материјал. Ова се постигнува со специјални методи на завршна обработка и тоа:

- фина обработка на внатрешни цилиндрични површини – хонување
- фина обработка на надворешни цилиндрични површини – лепување
- најфино брусење на внатрешни и надворешни цилиндрични површини – суперфиниш-обработка
- полирање на надворешни површини

#### 5.5. МАШИНИ ЗА ХОНУВАЊЕ

Хонување е постапка на фина обработка на цилиндрични отвори со дијаметар поголем од 2 mm. Со хонување се обработуваат челици, леано железо, обоени и тврди метали. Најмногу се применува при обработка на цилиндри кои служат за мотори во автомобилската и авионската индустрија, цевки за оружја, цилиндри за компресори и др. Со хонување можат да се обработуваат и конусни отвори. Големината на додатокот за хонување се движи во граници од 0,02 до 0,2 mm, при што помали вредности се бираат за отвори со помали дијаметри.

Шемата на машината за хонување е дадена на слика 5.39.

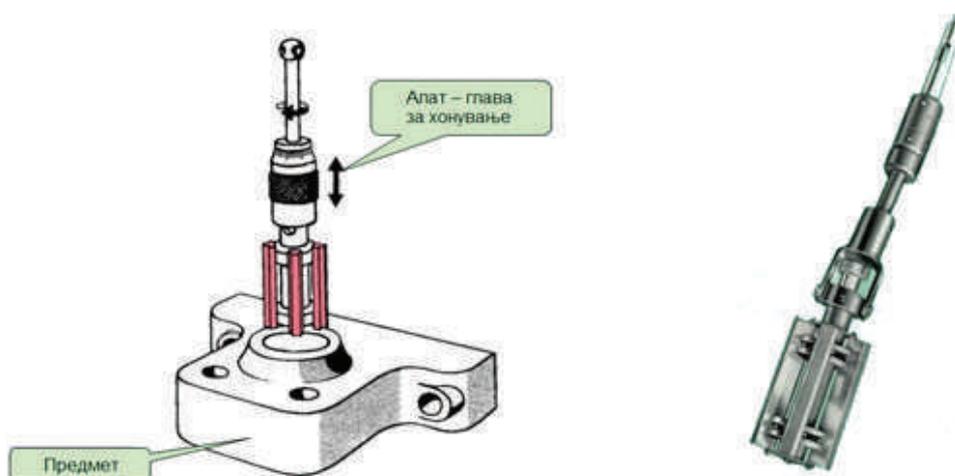


Слика 5.39: Шема за хонување: 1- предмет; 2-глава за хонување; 3-работна маса

Предметот (1) се прицврстува на работната маса (3) на машината и во текот на обработката останува неподвижен. Алатот (глава за хонување) (2) го извршува главното кружно движење и помошното праволиниско движење.

Брзината на главното движење зависи од видот на обработуваниот материјал.

За хонување се користи специјален алат – глава за хонување (слика 5.40), која е составена од три или повеќе брусни елементи во форма на стапчиња. Брусните елементи се вметнати во главата за хонување чиј дијаметар е приспособен на дијаметарот на отворот. За време на обработката брусните елементи се потиснуваат кон обработената површина со константна сила или се поместуваат радијално за 0,25 до 1  $\mu\text{m}$  за секој двоен од на алатот.

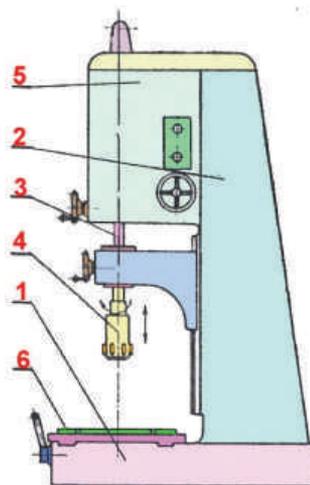


Слика 5.40: Алат – глава за хонување

Брусните стапчиња се изработени од корунд со керамичко сврзувачко средство. Големината на абразивните зрна се движи од 120 до 600, што зависи од големината на квалитетот кој треба да се добие. Тврдоста на брусните стапчиња се избира во зависност од видот на обработуваниот материјал на обработуваниот предмет, слично како и кај обработката со брусење.

При хонување на предмети од челик и леано железо потребно е да се врши ладење и подмачкување со петролеум или смеса од петролеум и масло.

На слика 5.41 е прикажана шема на машина за вертикално хонување.



Слика 5.41: Машина за хонување: 1-основа; 2-столб; 3-главно вретено; 4-глава за хонување; 5-преносник за главно и помошно движење; 6-работна маса

На основата (1) на машината е поставена работна маса (6), на која се прицврстува обработуваниот предмет и столб (2). Во столбот се сместени преносникот за главно и помошно движење (5), кој на главното вретено (3) за кое е прицврстена главата за хонување (4) му соопштува кружно и праволиниско движење.

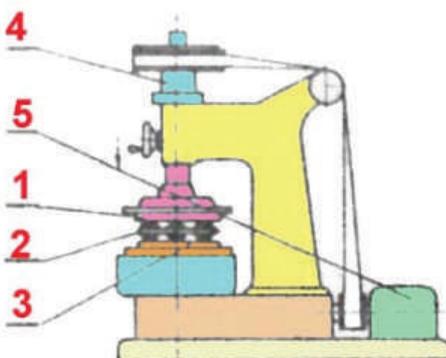
При хонување посебно внимание треба да се обрне на поставувањето на предметот, при што оските на предметот и алатот да се поклопуваат.

Освен вертикални, постојат и хоризонтални машини за хонување, а според бројот на вретена можат да бидат едновретени и повеќевретени. Хоризонталните машини за хонување се применуваат при обработка на длабоки отвори.

## 5.6. МАШИНИ ЗА ЛЕПУВАЊЕ

Лепување е постапка на завршна обработка која овозможува постигнување на голема точност. Тоа е постапка на хемиско-механичка обработка.

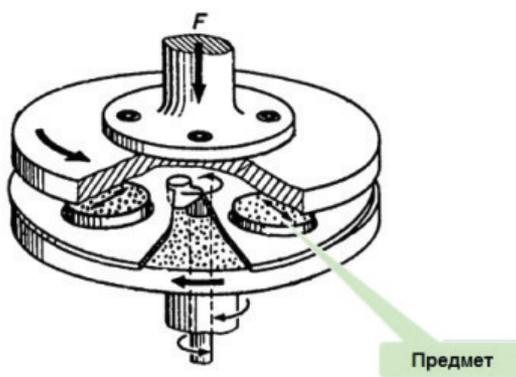
Лепувањето се врши на специјални машини или рачно. Како средство за обработка служи ситнозрнесто брусно средство помешано со масло или специјални пасты. Средството се нанесува во тенок слој на полир-плочи, помеѓу кои се поставуваат предметите. На сликата 5.42 е прикажана шема на машина за лепување.



Слика 5.42: Машина за лепување: 1 и 3 полир-плочи; 2-сепаратор; 4-вертикално вретено; 5-електромотор

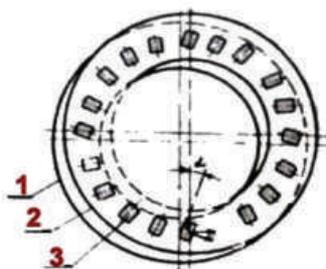
Предметите кои се обработуваат со лепување се поставуваат во гнездото на сепараторот (2) и се сместуваат помеѓу две полир-плочи (1 и 3). Горната полир-плоча (1) изведува кружно движење кое го добива од вертикалното вретено (4). Вртежното движење на главното вретено се остварува со помош на ремен преносник. Долната полир-плоча добива кружно движење од електромоторот (5) преку конусни запченици.

Поли-плочите се движат во спротивен правец со различни брзини (слика 5.43).



Слика 5.43: Движење на полир-плочи

На слика 5.44 е прикажан распоредот на цилиндричните предмети кои се обработуваат со лепување.



Слика 5.44: Шема на распределба на предмети кај лепување: 1-долна полир-плоча; 2-сепаратор; 3- предмет

Цилиндричните предмети со ист дијаметар се поставуваат под агол  $\alpha$  во однос на дијаметарот на сепараторот. При вртежно движење на полир-плочите предметите добиваат вртежно движење околу својата оска. Брзината на движење на дисковите може да се разложи на две компоненти: брзина на движење на предметот околу својата оска и брзина на лизгање на предметот.

Пролизгување на предметот во однос на полир-плочата го овозможува процесот на лепување. Од големината на аголот на наклон  $\alpha$  зависи и брзината на лепувањето. Поголеми агли го скратуваат времето на обработка, но се добива полош квалитет.

Лепувањето може да биде грубо и фино. При грубо лепување брзината на движење на плочите изнесува од 30 до 40 m/min, а при завршна од 25 до 30 m/min.

Ако се користат брусни средства помешани со масло, тогаш лепувањето се врши по механички пат. При користење на паста со хемиски активни материјали кои влегуваат во нивниот состав, лепувањето се врши по хемиско-механички пат. Под дејство на хемиските средства на површината се создава тенок и мек оксиден слој, кој лесно се симнува со брусните средства.

Со лепување можат да се обработуваат рамни и цилиндрични предмети кои претходно се изработени со брусење.

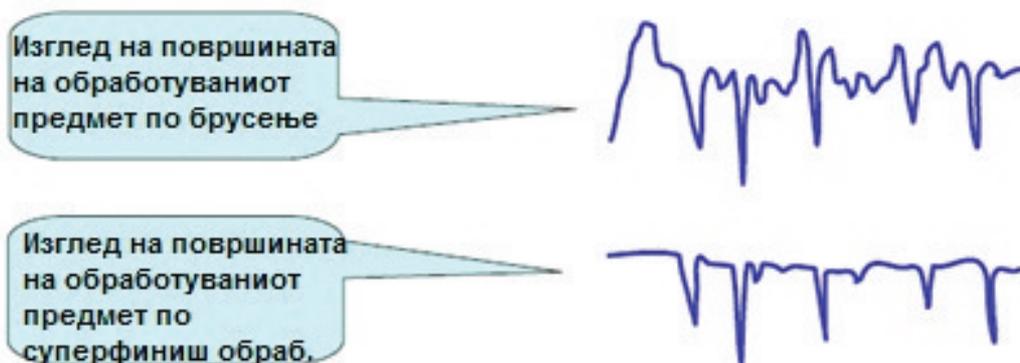
На слика 5.45 се прикажани машини за лепување.



Слика 5.45: Машини за лепување

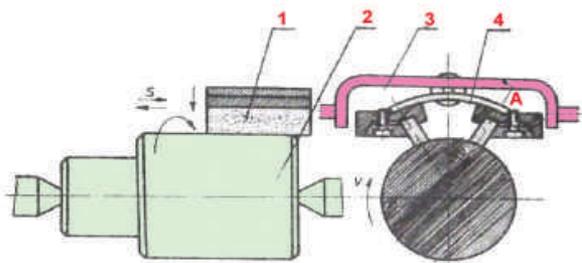
## 5.7. МАШИНИ ЗА СУПЕРФИНИШ-ОБРАБОТКА

Машините за суперфиниш-обработка се користат за најfino точење како на надворешни така и на внатрешни цилиндрични, конусни и рамни површини. Освен тоа суперфиниш-обработката често се користи и за поправање на грешки во обликот на обработуваниот предмет. На слика 5.46 е прикажан изгледот на површина на обработуван предмет по брусење и по суперфиниш-обработка.



Слика 5.46: Изглед на површина на обработуван предмет по брусење и по суперфиниш-обработка

При суперфиниш-обработката (слика 5.47) се остваруваат следните движења: главно кружно движење на обработуваниот предмет, надолжно помошно движење на алатот или предметот и осцилаторно движење на алатот.



Слика 5.47: Шема на суперфиниш-постапка: 1-брусен стап; 2-предмет; 3-држач; 4-пружина

Брзината на главното движење изнесува од 40 до 90 m/min. Помали вредности за брзината се бираат при обработка на челик, а поголеми за обоени метали и нивни легури.

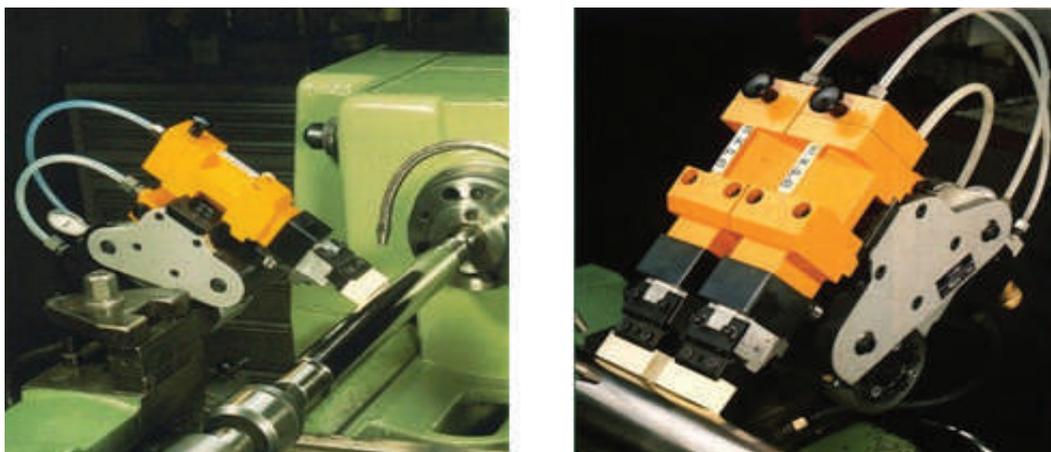
Алатот во текот на обработката изведува осцилаторно движење со цел да се обезбеди квалитетна обработка. Бројот на двојни одови изнесува од 250 до 1500 во минута. При тоа никогаш едно исто зрно не доаѓа на исто место на површината на предметот. Ова е потребно за подобро ладење на зрната за брусење.

Алатот кој е во облик на брусни стапчиња е притиснат за обработуваниот предмет со помош на пружини (4).

Големо влијание врз квалитетот на обработената површина има средството за ладење и подмачкување. За таа цел се користат течности

со мала вискозност како што е петролеум или петролеум помешан со 10% масло за вретена.

Во процесот на обработка интензивно се симнуваат врвовите на нерамнините, поради што оваа постапка се применува за симнување на многу тенок слој (0,0005 – 0,001 mm). На слика 5.48 е прикажана машина за суперфиниш-обработка.

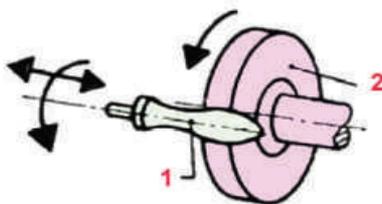


Слика 5.48: Машина за суперфиниш-обработка

## 5.8. МАШИНИ ЗА ПОЛИРАЊЕ

Полирање е завршна обработка со која се изработуваат предмети со различен облик, лопатки од турбини, плочи, делови на автомобили, разни прибори и сл. Полирањето се применува и за обработка на декоративни површини. Со полирање површините се поотпорни на корозија. На слика 5.49 е прикажана шема на процесот на полирање.

Конструкцијата на машините кои се користат за полирање имаат едноставна конструкција. На основата е поставено работното вретено на чии краеве се прицврстени еден или два диска. Работното вретено добива погон од електромотор, директно или преку ремен-преносник.



Слика 5.49: Полирање: 1-обработуван предмет; 2-полирна плоча од мек материјал (кожа, дрво или гума) со смеса

Полирањето се врши со меки брусни средства кои се наносуваат на еластични дискови изработени од дрво, кожа, филц и ткаенина. Дисковите се движат со брзина од 10 до 40 m/s. Честопати дисковите можат да се заменат со четки.

Во зависност од барањата полирањето може да се изведува со еден или повеќе премини. Ако се изведува со повеќе премини, тогаш првите

полирања можат да се извршуваат на суво, па потоа следуваат полирања со подмачкување. Секое следно полирање се врши со поситно брусно средство.

По завршување на обработката со полирање, обработената површина е мазна и сјајна како огледало.

Прашања за повторување:

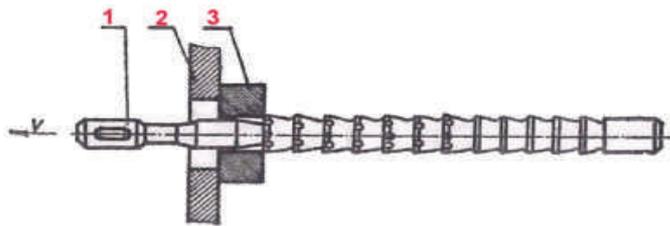
1. По што се разликува обработката брусење од останатите постапки на обработка со режење?
2. Какви можат да бидат брусилките за рамно брусење?
3. Како се врши внатрешно кружно брусење на универзална брусилка?
4. Опиши ја градбата на алатот за точење!
5. Кои се карактеристиките на алатот за точење?
6. Кои се основните операции при обработка со брусење?
7. Што е хонување и кои се машини за хонување?
8. Што е лепување и како се врши?
9. Што е суперфиниш-обработка и како се изведува?
10. Што е полирање и кога се применува?

# 6

## ПРОВЛЕКУВАЛКИ

### 6.1. ОПШТИ ПОИМИ ЗА ОБРАБОТКА СО ПРОВЛЕКУВАЊЕ

Обработката со провлекување е обработка со симнување на струганица при што алатот го изведува главното праволиниско движење, додека предметот мирува. На слика 6.1 е дадена шема на обработка со провлекување.



Слика 6.1: Шема на обработка со провлекување: 1-провлекувач; 2-работна маса; 3-предмет

Ако со провлекување се изработуваат завојни жлебови, алатот покрај праволиниско, извршува и кружно движење.

Провлекувањето може да биде: внатрешно и надворешно. При внатрешно провлекување, претходно се изработува отвор низ кој поминува провлекувачот чии сечива го формираат потребниот облик на предметот.

Провлекувањето спаѓа во групата на продуктивни процеси на обработка.

Иако обработката со провлекување е проста, машините за провлекување имаат едноставна конструкција, сепак оваа обработка се применува само во сериското и масовното производство, бидејќи алатот е многу сложен и тешко се изработува.

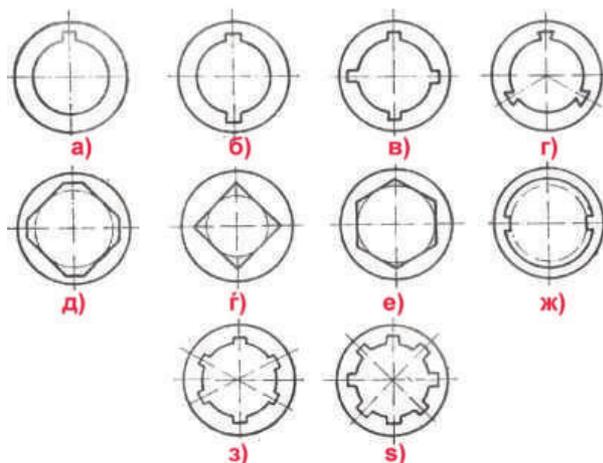
Со оваа обработка најчесто се изработуваат делови од тврди метали, како што се: челик, лиено железо, бронза и др.

### 6.2. ПРОФИЛНИ ПОВРШНИ КОИ СЕ ИЗРАБОТУВААТ СО ПРОВЛЕКУВАЊЕ

Со провлекување можат да се изработуваат различни жлебови и профилни површини. На слика 6.2 дадени се карактеристичните профили кои се изработуваат со внатрешно провлекување.

Во сите случаи потребно е претходно да се изработи отвор низ кој

поминува алатот, кој воедно служи и за негово правилно водење.

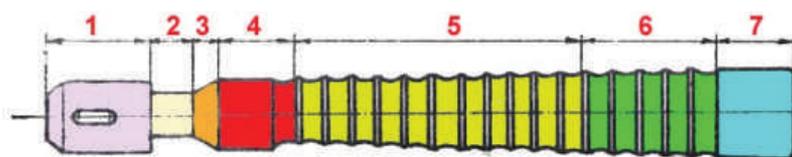


Слика 6.2: Профили кои се изработуваат со внатрешно провлекување

Внатрешното провлекување се применува многу повеќе од надворешното, бидејќи предметите кои би можеле да се обработат со надворешно провлекување, можат многу побрзо и поточно да се обработат на некои други машини алатки.

### 6.3. АЛАТИ ЗА ОБРАБОТКА СО ПРОВЛЕКУВАЊЕ

Алатот за обработка со провлекување претставува повеќерезен алат со правилна геометрија на сечила, линиски распоредени. При обработката со провлекување се разликуваат алати (провлекувачи) за внатрешно (слика 6.3) и алати за надворешно провлекување. Обликот на алатот зависи од профилот на предметот кој се обработува. Постојат провлекувачи за груба и провлекувачи за фина обработка.



Слика 6.3: Алат за внатрешно провлекување: 1-дршка, 2-врат, 3-преоден конус, 4-водилка, 5-резен дел, 6-калибриран дел, 7-завршеток

Провлекувачот за внатрешно провлекување, слика 6.3, се состои од следните елементи: дршка (1), врат (2), преоден конус (3), водилка (4), резен дел (5), калибриран дел (6) и завршеток (7).

Секој од елементите на провлекувачот има свои конструктивни карактеристики, кои зависат од условите на работа и во текот на провлекувањето.

Дршката (1) служи за прицврстување на провлекувачот во машината за провлекување. Дијаметарот на провлекувачот е помал за 0,5 до 1 (mm) од дијаметарот на отворот кој се провлекува.

Водилката (4) служи за водење на провлекувачот и нејзиниот дијаметар одговара на дијаметарот на отворот во предметот.

Резниот дел (5) е конусен. На него се изработени заби – првите за грубо, а последните за завршно провлекување.

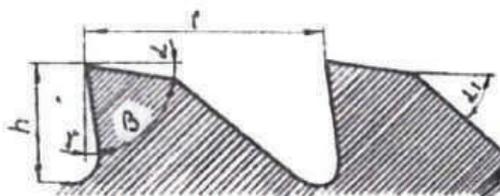
Калибрираниот дел (6) е цилиндричен и го дава завршниот облик на профилот. Овој дел не врши режење, туку со пластична деформација го дотерува профилот.



Слика 6.4: Провлекувачи

Профилот на забите на провлекувачот мора да биде правилно изведен за да се обезбеди добро одведување на струганица и квалитетна обработка. На слика 6.5 е даден карактеристичен профил на забите на провлекувачот.

Слика 6.5: Профил на заби на провлекувач



Грбниот агол ( $\alpha$ ) на забите за режење се движи во граници од  $2^\circ$  до  $3^\circ 30'$ , а грбниот агол на калибрираните заби од  $0^\circ 30'$  до  $1^\circ$ .

Предниот агол ( $\gamma$ ) се одредува во зависност од видот на обработуваниот материјал.

Аголот на задната грбна површина ( $\alpha_1$ ) се движи во граници од  $40^\circ$  до  $60^\circ$ .

Висината на забите ( $h$ ) зависи од дебелината на струганицата по еден заб и должината на провлекувањето.

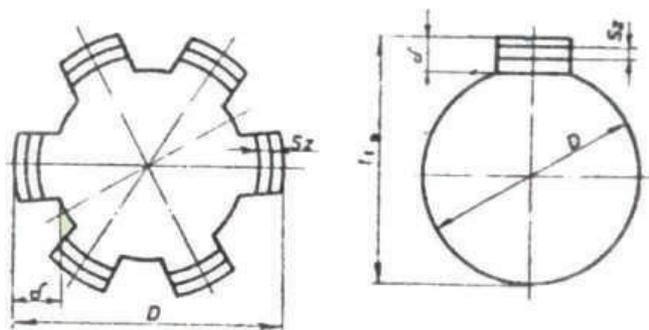
Чекорот на забите се одредува во зависност од висината на забите, според образецот:

$$t = (од 2,5 до 2,8) \cdot h$$

#### 6.4. ДЛАБОЧИНА И БРЗИНА НА РЕЖЕЊЕ ПРИ ПРОВЛЕКУВАЊЕ

Сите профили кои се обработуваат со провлекување, претходно треба да се подготват со други технолошки операции. За провлекување се остава одреден слој на материјал кој провлекувачот треба да го симне. Постепено, секој заб на провлекувачот симнува одреден слој од материјалот.

На слика 6.6 е дадена шема на изработка на жлебови во главчињата на еден запченик.



Слика 6.6: Длабочина на режење

Од сликата се гледа распоредот на одредени слоеви кои треба да се симнат по заб ( $S_z$ ), додека ( $\delta$ ) е вкупната длабочина која треба да се симне со провлекување.

Вкупната длабочина на провлекувањето ( $\delta$ ) се дели на длабочините ( $S_z$ ) кои ги симнуваат поедини заби.

Дебелината на струганицата по еден заб ( $S_z$ ) се избира од табела. Со избирање на поголема дебелина на струганицата се смалува машинското време, провлекувачот е покус, но растат отпорите при режењето.

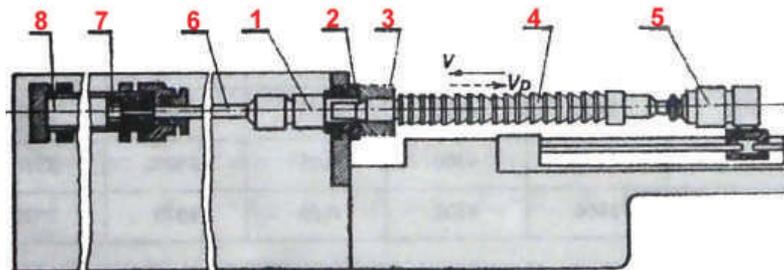
Брзината на режење при провлекување претставува брзина на праволиниско движење на провлекувачот. Брзината на провлекување зависи од материјалот на предметот и материјалот на резниот раб на провлекувачот. Според тоа, брзината на провлекување зависи од аглите на алатот (геометријата на алатот), длабочината на провлекување, дијаметарот на предметот кој се обработува со провлекување, профилот на предметот, начинот на ладење и подмачкување, од тоа дали провлекувањето е надворешни или внатрешно, и од машината за провлекување.

Кај машините за внатрешно провлекување, со механички погон брзината на режење се движи од 1 до 4 (m/min) при работен од, додека за повратен од 3 до 5 (m/min). За машини со хидрауличен погон брзината на режење при работен од изнесува до 14 (m/min), а за повратен од од 15 до 30 (m/min).

Современите машини за провлекување овозможуваат и многу поголеми брзини на режење, и до 60 (m/min).

## 6.5. ХОРИЗОНТАЛНИ МАШИНИ ЗА ПРОВЛЕКУВАЊЕ

На слика 6.7 е дадена шема на хоризонтална машина за провлекување.

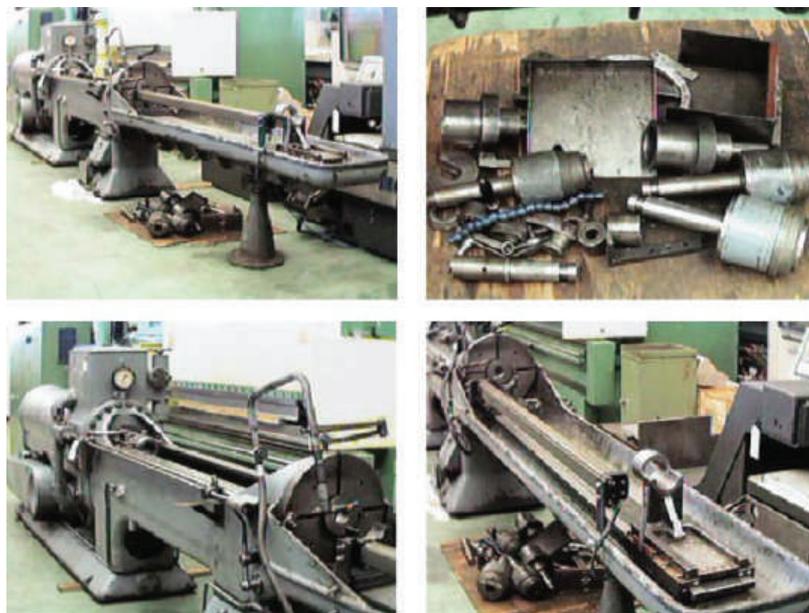


Слика 6.7: Шема на машина за хоризонтално провлекување: 1-стегач; 2-потпирач; 3-предмет; 4-провлекувач; 5-стегач; 6-лост; 7-клип; 8-цилиндар

Предметот (3) се прицврстува во потпирачот (2), кој е прицврстен на работната маса на хоризонталната машина за провлекување. Провлекувачот (4) поминува низ отворот и е поставен во стегачот (1), го извршува главното движење во правец на брзината на режење. Стегачот (1) е врзан за лостот (6), на чиј крај се наоѓа клипот (7) во цилиндарот (8). При вклучување на работниот од, провлекувачот се движи праволиниски во однос на предметот кој се обработува и го остварува процесот на режење.

По завршување на работниот од провлекувачот се враќа во почетна положба со брзина  $V_p$ . Повратниот од се остварува по симнување на обработуваниот предмет.

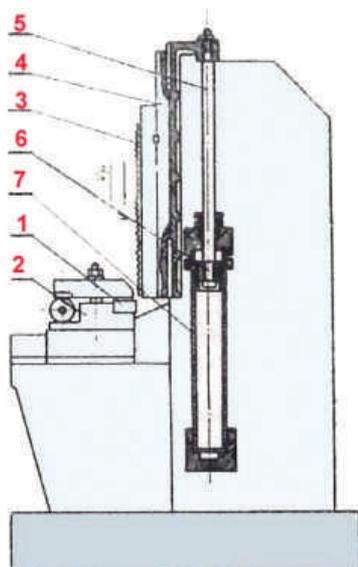
Хоризонталните машини за провлекување бараат посебно стегање и центрирање на работниот предмет. На слика 6.8 прикажана е хоризонтална машина за провлекување.



Слика 6.8: Хоризонтална машина за провлекување

## 6.6. ВЕРТИКАЛНИ МАШИНИ ЗА ПРОВЛЕКУВАЊЕ

На слика 6.9 е дадена шема на машина за вертикално провлекување со хидрауличен погон.



Слика 6.9: Шема на машина за вертикално провлекување: 1-работен предмет; 2-работна маса; 3-провлекувач; 4-носач; 5-лост; 6-клип; 7-цилиндар

Работниот предмет (1) се прицврстува на работната маса (2). Провлекувачот за надворешно провлекување (3) прицврстен е на носачот (4) кој се движи по водилки. Носачот е поврзан со помош на лост (5) за клипот (6) кој може да се движи во цилиндарот (7).

Движењето на провлекувачот во правец на брзината на режење  $V$  се остварува работниот од, а при движење во правец на повратната брзина  $V_p$  се остварува повратниот од.

Вертикалните машини за провлекување можат да бидат за внатрешно и надворешно провлекување.

Освен со хидрауличен погон, хоризонталните и вертикалните машини за провлекување можат да бидат и со механички погон.

Прашања за повторување:

1. Што е провлекување и какво може да биде?
1. Какви профилни површини се изработуваат со провлекување?
2. Кои се елементите на еден провлекувач?
3. Опиши ја хоризонталната и вертикалната машина за провлекување!

# 7

## МАШИНИ ЗА ОБРАБОТКА СО ПЛАСТИЧНА ДЕФОРМАЦИЈА

### 7.1. ОСНОВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ОБРАБОТКАТА СО ПЛАСТИЧНА ДЕФОРМАЦИЈА

Обработката со пластична деформација претставува промена на формата на телото под дејство на надворешни сили. Притоа се менуваат и својствата и структурата на металот.

Една од важните особини на металите и легурите на кои се врши обработка со деформација е пластичноста. Само пластични материјали под влијание на надворешни сили го менуваат обликот и трајно го задржуваат доколку притоа биле оптоварени над границата на еластичност.

Металите и легурите се тела со кристална градба – атомите се поставени во правилен просторен распоред во јазлите на кристалната решетка. Со поместување на атомите, односно со деформација на решетката, под дејство на надворешни сили, доаѓа до пластична деформација на материјалот, а притоа не доаѓа до појава на пукнатини и пори во материјалот. Потребните сили ги создаваат машините на кои се врши обработката. Алатот кој се приклучува на машината има за задача да му даде на предметот определен облик и димензии. Предноста на овој вид на обработка на металите се состои во изработка на многу сложени делови со само еден од на машината, т.е. со само едно дејствување на алатот. По обработката деловите имаат подобри механички својства. Бидејќи се потребни големи сили за обработка, машините кои се користат за обработка со пластична деформација се големи и тешки, алатите се скапи, така што оваа обработка е економична само во масовното и сериското производство.

При обработката со пластична деформација под дејството на силата преку соодветни алати врз работниот предмет се врши промена само врз обликот на предметот, а не и на неговиот волумен, за разлика од обработката со режење каде доаѓа и до промена на волуменот на предметот поради симнувањето на струганица како отпаден материјал. Условите за обработка се подобруваат со загревање на материјалот на одредена температура, бидејќи во тој случај доаѓа до намалување на отпорите со кои материјалот се спротивставува на деформацијата.

Пластичноста на материјалот зависи од повеќе фактори, како што се: хемискиот состав, температурата на која се врши обработката, обликот и димензиите на почетниот материјал, начинот на обработка и правилниот избор и водењето на обработката.

Обработката со пластична деформација најчесто се врши во топла состојба. Но, некои метали како што се злато, сребро, олово и др. можат да се обработуваат и во ладна состојба.

Температурите на загревање на материјалите за пластична обработка се различни, не само за различни материјали туку и за исти материјали со различен состав. Од голема важност е материјалот да биде загреан на соодветната температура. Загревањето на пониски температури од пропишаните доведува до зголемување на потребната сила за обработка и постои поголема веројатност да дојде до појава на пукнатини во материјалот. Загревање на повисоки температури од пропишаните може да доведе до ослабнување на механичките особини, па и до прегревање на материјалот, особено на површинските слоеви.

Во обработка на материјалите со пластична деформација се вбројуваат повеќе постапки, од кои најмногу се применуваат: ковање, пресување, валање и извлекување.

## 7.2. ЕЛАСТИЧНИ И ПЛАСТИЧНИ ДЕФОРМАЦИИ

Обработката со деформација се врши под дејство на надворешни сили на збивање или истегање. Обработуваниот предмет со внатрешни сили се спротивставува на деформацијата. Внатрешните сили се стремат честичките во материјалот да ја задржат првобитната положба. Големината на внатрешните сили, во зависност од видот на материјалот, се вика напон и се изразува со ( $N/m^2$ ). Обработуваниот предмет ќе се деформира ако со надворешните сили кои дејствуваат врз предметот се совладаат внатрешните напони при истегање или збивање.

Деформациите можат да бидат линиски, површински, волуменски, нормални или аголни, и тоа *еластични* и *пластични*.

Ако телото по престанокот на силата се врати во првобитна положба, се смета дека телото претрпело еластична деформација. Доколку телото го задржува добиениот облик, се смета дека телото претрпело пластична деформација.

При деформација доаѓа до појава на измолкнување на атомите по рамнините во кристалната решетка, односно доаѓа до промена на распоредот на атомите во однос на рамнината на деформирање. При тоа кристалните зрна го менуваат обликот и големината, поситните зрна се издолжуваат, се насочуваат во правец на деформацијата и образуваат влакнеста структура.

Деформацијата предизвикува микрупукнатини во структурата на материјалот, при што натамошното зголемување на силата може да предизвика и разорување на материјалот. За секој материјал постои гранична вредност на пластичните деформации, која може да се одреди со испитување, за секој вид на материјал.

### 7.3. ЗАГРЕВАЊЕ НА МАТЕРИЈАЛОТ ЗА ОБРАБОТКА СО ДЕФОРМАЦИЈА

Со зголемување на температурата на пластичноста на чистите метали и легури се зголемува, а отпорот на деформацијата, со тоа и силите на деформацијата се смалува. Отпорот на деформација е за 10 до 15 пати помал во загреана состојба, од оној при ладна пластична деформација. Притоа треба да се води сметка за висината на температурата во зависност од видот на материјалот.

Во текот на загревањето во материјалот се одвива процес на рекристализација, се формираат нови положби на атомите и се елиминираат внатрешните напони создадени со претходниот начин на обработка.

Со рекристализацијата не се менува влакнестата структура, но се подобрува структурата, се појавуваат нови кристали, односно зрна како замена за деформираниите. Новоформираните зрна имаат правилна форма.

Според тоа, обработката со пластична деформација при покачени температури е следена од два спротивни процеса: деформација на зрната и нивна рекристализација. Температурата на загревање е околу половина од температурата на топење на материјалот.

Загревањето се одвива според одреден редослед, и тоа: предгревање во загреана печка, загревање на печката и обработуваниот предмет до потребната температура и задржување на обработуваниот предмет на таа температура за да се изврши загревање на материјалот по целиот волумен на обработуваниот предмет.

Секој метал има своја горна и долна гранична температура при која се врши деформацијата. Горната и долната гранична температура го формираат температурниот интервал на обработка со пластична деформација. Горната граница е температурата на почетокот на деформацијата, а долната граница ја покажува температурата до која смее да се олади материјалот до крајот на деформацијата.

При загревање треба да се внимава да не дојде до појава на оксидација, одземање на јаглеродот, како и до промени во структурата и механичките својства. Овие појави настануваат како последица на грешки при загревањето. Тоа можат да бидат:

- Недогреаност се јавува ако загревањето е извршено на пониска температура или ако предметот не е доволно загреан. Материјалот во средишниот дел е помалку пластичен, па при обработка може да дојде до појава на пукнатини
- Оксидација на површинскиот слој настанува под дејство на киселините од околината во печката. Со појавата на оксидација доаѓа до намалување на јаглеродот на површинските слоеви
- Прегревање, односно загревање над одредена температура, предизвикува раст на кристалните зрна и појава на крупнозрнеста структура на материјалот, што предизвикува смалување на механичките особини на материјалот

- Прегревање настанува во случај кога материјалот подолго време се држи во печка на висока температура, при што доаѓа до појава на оксиди во внатрешната структура на материјалот. Делот е неупотреблив.

Загревањето на материјалот се врши во печки, кои според начинот на загревање можат да бидат: пламени и електрични. Пламените користат течни и гасовити горива, а електричните електрична енергија.

Според технолошките карактеристики печките можат да бидат: печки со обично загревање и печки со безоксидациско загревање. Безоксидациски печки се обично електрични од кои најпрво се вакуум-пумпа се извлекува воздухот. Потоа се уфрла инертен гас со што е оневозможена оксидација на материјалот.

Според конструкцијата печките можат да бидат: ковачки огништа, коморни, длабински, потисни, карусел (ротациони) и др. Најзастапени се потисните и карусел-печките.

## 7.4. ВИДОВИ ОБРАБОТКИ СО ПЛАСТИЧНА ДЕФОРМАЦИЈА

### 7.4.1. КОВАЊЕ И ПРЕСУВАЊЕ

#### Основни поими за ковање и пресување

Ковањето е еден од најстарите начини на обработка на металите, кое заедно со пресувањето, зазема значајно место во производството на многу сложени и важни делови во металната индустрија (автомобилската, авионската, железничката и др.).

Материјалот при ковање и пресување не го менува само обликот, доаѓа до промена и на структурата, што влијае на подобрување на механичките особини. Деловите изработени со режење имаат влакнеста структура, но на одредени места влакната се испрекинати. Деловите изработени со ковање и пресување имаат влакнеста структура, која не само што не е испрекината туку тие се најзбиени на местата кои се изложени на најголеми напрегања.

Значи деловите добиени со ковање и пресување имаат хомогена структура, поголема цврстина и поголема отпорност на корозија.

Пластичното обликување се врши со удар (при ковање) или со притисок (при пресување) со соодветен алат врз работниот предмет. Основни разлики меѓу ковањето и пресувањето се: брзината со која се врши обработката, јачината на притисокот и времетраењето на притисокот на алатот. При ковање времетраењето на допир на алатот и предметот трае многу кратко, особено при помала тежина на алатот и поголема висина на паѓање. При обработката со пресување, притисокот на алатот врз работниот предмет временски трае многу подолго и се пренесува врз целиот пресек на работниот предмет.

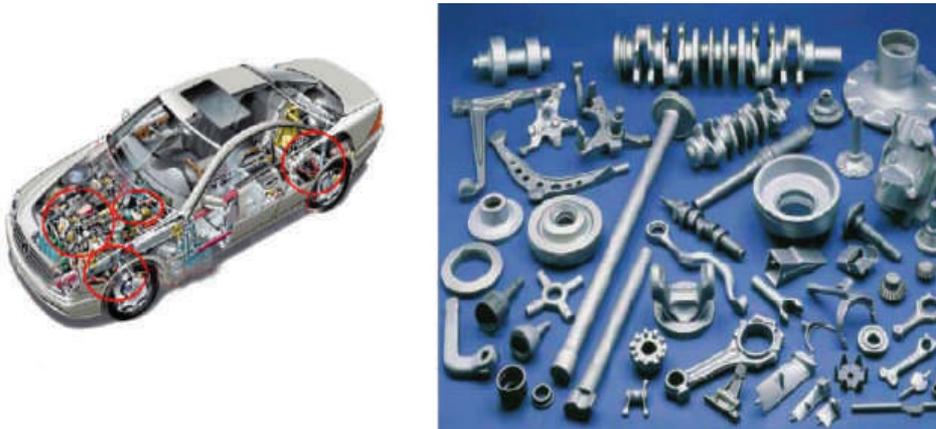
#### 7.4.1.1. ОБРАБОТКА СО КОВАЊЕ

Ковање е постапка на обликување на материјалот под дејство на ударна сила со соодветен алат (чекан или преса) при што предметот го добива потребниот облик и димензии.

Најголемиот број на метали и легури се коваат во загреана состојба. Во процесот на ковање претходно загреаното парче се поставува на неподвижниот дел на чеканот (наковална) или пресата и со горниот подвижен дел (удирач) се нанесуваат удари при што парчето ја менува својата форма.

Деловите добиени со ковање се нарекуваат **отковки**. Со ковање се добиваат отковки со различни форми и димензии. Можат да бидат со рамни површини или во облик на степенести вратила, лостови итн. (слика 7.1).

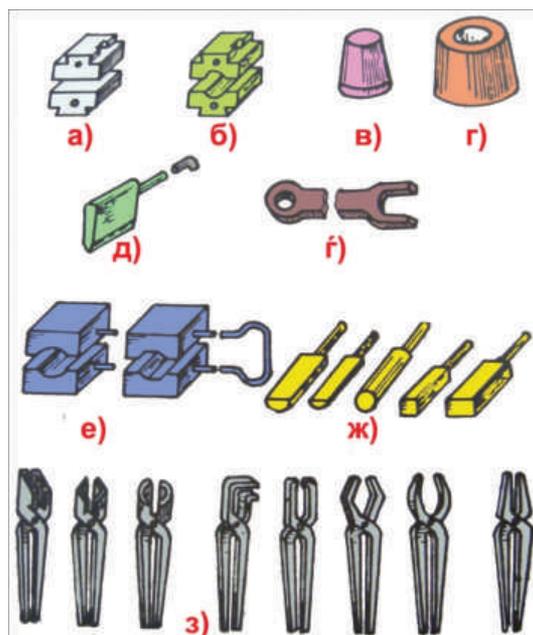
Ковањето може да биде рачно и машинско. Рачното ковање денес во индустријата не се применува. Машинското ковање може да биде слободно ковање или ковање во алат и може да се изведува на чекани или преси.



Слика 7.1: Типични делови на автомобил изработени со ковање во алат

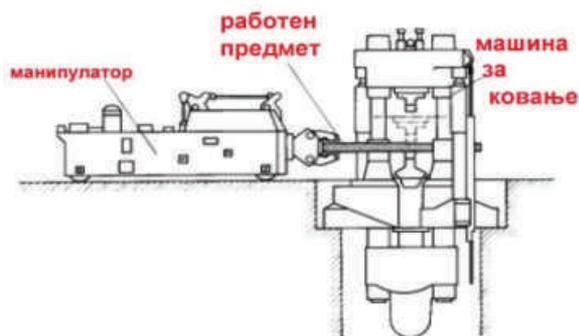
**Слободното ковање** се користи како подготвителна операција пред ковањето во алат. Процесот се состои во загревање на работниот предмет, обликување, контрола и дополнително загревање за понатамошна обработка.

Промената на формата со ковање се извршува со примена на ковачки алат (слика 7.2). Основен алат се удирачите. Некои операции бараат и примена на други помошни алати.



Слика 7.2: Ковачки алат (прибор): а-бојници со рамни површини; б-бојници со вдлабнати површини; в-протупчувач; г-шуплив протупчувач; д-секач; е-виљушка за увивање; е-оформувачи; ж-помагала за расковување на длабнатини и радиуси; з-ковачки клешти

На слика 7.3 е прикажана шема на слободно ковање. Основни операции на слободното ковање се: *збивање, издолжување, свиткување, засечување, завиткување, протупчување на отвори и др.*



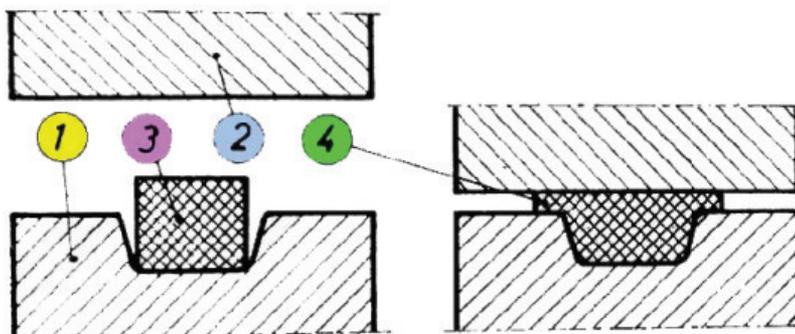
Слика 7.3: Слободно ковање на отковка со големи димензии

**Ковање во алат** - ковањето во алат се применува во сериското производство. Процесот е побрз, поекономичен и полесен од процесот на слободно ковање. Искованите делови се поевтини и имаат поголема точност во изработката.

Ковањето во алат се остварува во специјални алати за ковање, кои можат да бидат: дводелни (раздвојливи) и затворени (калапи). Калапите се изработуваат од легиран алатен челик, отпорен на високи температури со голема цврстина и тврдост. По изработката се обработуваат термички.

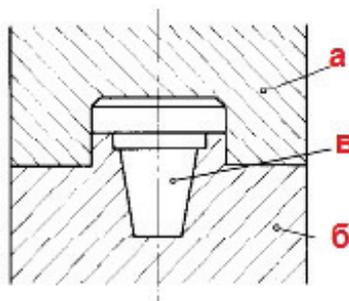
При ковањето во отворени алати (слика 7.4) во текот на деформирањето двата дела на алатот остануваат отворени, приближувајќи се постепено. Материјалот ја пополнува централната шуплина во која се

дефинира геометријата на обработуваното парче, а вишокот на материјал истекува странично преку канал. На тој начин формира венец кој со посебна операција (просекување) треба да се отстрани. За добивање на конечен облик на отковката се користат повеќе операции при што за секоја операција се користи посебен алат.



Слика 7.4: Ковање во отворен алат: 1-долна половина на капап; 2-горен алат (се врзува за машина); 3-материјал; 4- вишок на материјал

Ковањето во затворени алати (слика 7.5) е посовремен метод на обработка. Материјалот е затворен во алатот и изложен на притисок. Во овој случај сиот материјал останува во шуплината на алатот.



Слика 7.5: Ковање во затворен алат: а-горен алат; б-долен алат; в-работно парче

Вишокот на материјал нема можност да се излева во венец. Затоа точноста на отковката зависи од точноста на појдовното парче.

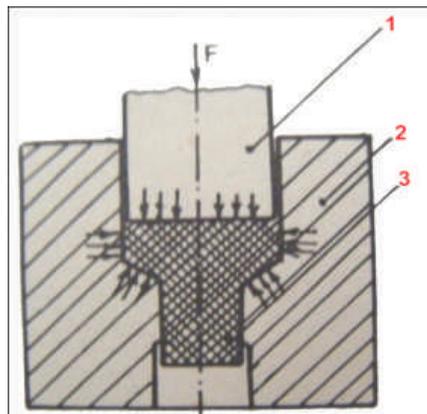
Во текот на обработката алатот за ковање е изложен на оптоварување (термичко, механичко). За правилна конструкција и изработка на капапите за ковање од исклучително значење е изборот на материјалот од кој е направен. На слика 7.6 е прикажан разорен капап поради оптоварување.



Слика 7.6: Капап разорен поради оптоварување

#### 7.4.2. ИСТИСНУВАЊЕ

Истиснувањето (слика 7.7) е процес на обработка на металите со пластична деформација, при што материјалот е затворен во алат и под дејство на сила се принудува да истече низ отвор чија конфигурација ја дефинира геометријата на добиениот предмет. Алатот е составен од два дела: приемник и истиснувач или матрица. Обработката може да се врши во ладна и во загреана состојба.



Слика 7.7: Процес на истиснување: 1-истиснувач; 2-матрица; 3-истиснат материјал

Силата ( $F$ ) потребна за истиснување се пренесува преку истиснувачот (1). Материјалот е изложен на притисок во правец на дејство на силата.

Во зависност од правецот и насоката на истечување на материјалот во однос на правецот и насоката на дејство на силата разликуваме: истиснување со право истечување, истиснување со спротивно истечување и комбинирано.

При истиснување со право истечување, правецот и насоката на дејството на силата е ист со правецот и насоката на течење на материјалот. Појдовниот материјал има цилиндрична форма со дијаметар за малку помал од дијаметарот на приемникот. На крајот на истиснувањето главата останува во приемникот и делот треба да се извади од алатот со исфрлувач во спротивна насока од насоката на течење на материјалот.

При истиснување со спротивно истечување, правецот и насоката на дејството на силата е спротивна со правецот и насоката на течење на материјалот. Појдовниот материјал е во вид на рамна плоча. Во овој случај материјалот се деформира на начин што металот истечува нагоре меѓу сидовите на матрицата и истиснувачот. Со спротивно истечување се изработуваат шупливи делови со кружен, квадратен и друг сложен пресек.

Комбинирано истечување се применува за изработка на делови со посложен изглед.

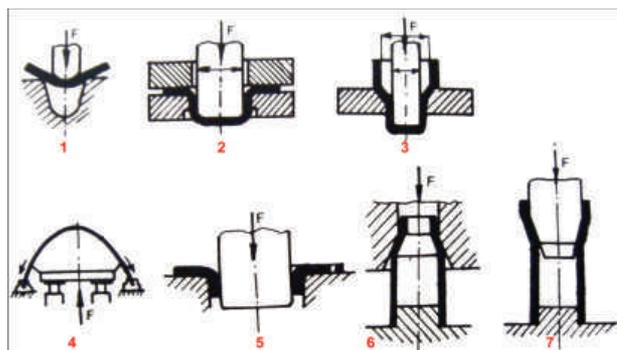
## 7.5. ОСНОВНИ ОПЕРАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКА НА ЛИМОВИ

Обработката на лимови со пластична деформација наоѓа широка примена во современата индустрија. Обработката на лимови овозможува добивање на тенки ѕидни делови со сложен изглед и доволна крутост.

Основните операции на обработка на лимови можат да се поделат во две групи:

- Оформувачки операции при кои се врши просторно обликување на лимот: свиткување, развлекување, обработка со стеснување и проширување
- Операции при кои се врши раздвојување на еден дел на материјалот од друг: просечување, пробивање, сечење, засечување, фино просечување и др.

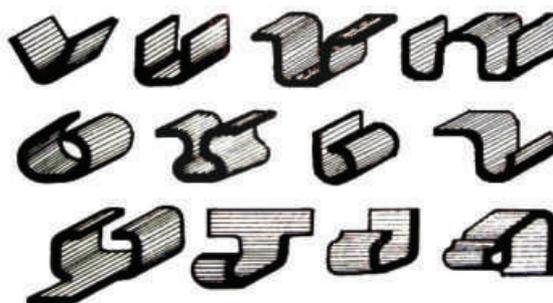
На слика 7.8 се прикажани основните операции при обликување на лимови.



Слика 7.8: Основни операции при обликување лимови: 1-свиткување; 2-извлекување; 3-извлекување во втора операција; 4-развлекување; 5-провлекување; 6-стеснување; 7-проширување

При обработка со свиткување (1) се врши промена на кривината на средишната површина на материјалот во една рамнина наречена рамнина на свиткување.

Примери на обработки добиени со свиткување се прикажани на следната слика (слика 7.9).



Слика 7.9: Пример на обработки добиени со свиткување

При извлекување (2 и 3), појдовниот материјал во облик на рамна плоча се протерува низ отворот на матрицата и се претвора во дел со облик на сад, кутија и сл.

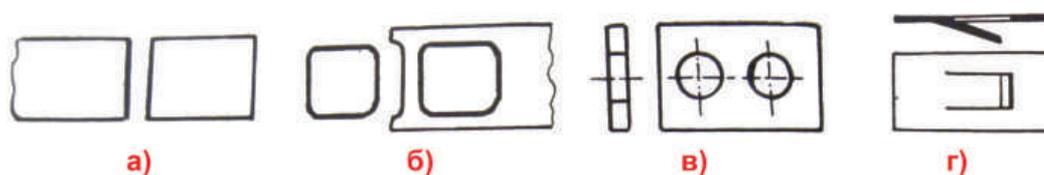
Развлекувањето (4) е обработка со пластична деформација при која материјалот стегнат на двата краја се истегнува и ја добива формата на моделот.

Провлекувањето (5) е операција при која се добива обвивка на претходно пробиеен отвор.

Обработка со стеснување (6) се применува кај предмети со цевчест облик. Матрицата се навлекува на цевчестиот дел, при што доаѓа до смалување на напречниот пресек на делот.

Обработка со проширување (7) е обратен процес од стеснувањето. Матрицата со поголем дијаметар од цевчестиот дел се провлекува во отворот при што се зголемува напречниот пресек на делот.

Основните операции при раздвојување на материјалот се прикажани на слика 7.10.



Слика 7.10: Основни операции со раздвојување на материјалот: а-сечење; б-просекување; в-пробивање; г-засекување

Сечењето (а) претставува операција со која се добиваат делови со одвојување на материјалот по отворена контура.

Просекувањето (б) претставува одвојување на материјалот по затворена контура.

Пробивањето (в) претставува изработка на отвори по затворена контура од внатрешноста на делот.

Засекувањето (г) претставува делумно одвојување на материјалот по отворена контура без отфрлање на засечениот дел.

## 7.6. МАШИНИ ЗА ОБРАБОТКА СО КОВАЊЕ

Сите ковачки машини според нивните конструктивни карактеристики и начинот на работа можат да се поделат во три основни групи:

- Чекани
- Преси
- Хоризонтални ковачки машини и специјални машини за ковање

### 7.6.1. ЧЕКАНИ

Ковање на поголеми предмети и отковки во поголеми серии не може да се врши рачно, бидејќи е потребна многу поголема сила од јачината на ударот кој може да се постигне со рачното ковање. Затоа ковањето на таквите отковки се врши на машини – чекани (слика 7.11). Принципот на работа на чеканите се состои во подигање на удирачот на одредена висина, од каде се пушта да паѓа врз работниот предмет и при тоа врши деформација. Кај чеканите е многу важно да имаат голема можност за регулирање на јачината на ударот и бројот на удари во единица време, како и можност за запирање и задржување на удирачот на одредена висина при поставување на предметите или проверување на неговите димензии.

Работниот дел на чеканот треба да е изработен од квалитетен челик и кален. По потреба може да се заменува. Водилките по кои се движи треба да бидат стабилни и квалитетно изработени.

Наковалната на чеканот мора да има голема тежина и треба да биде поставена на масивна и сигурна основа. Правилна изведба на темелите го смалува пренесувањето на штетните потреси и вибрации од околината.

Изведбата на основата зависи од видот на чеканот и местото на кое тој е поставен.

Работата на чеканите има динамичен карактер и се заснова на користење на кинетичката енергија на масата на подвижните делови. Кинетичката енергија добиена од забрзувањето на подвижните делови се троши за добивање на корисна деформациона работа.

Според технолошките карактеристики, чеканите можат да се поделат во три групи: чекани за слободно ковање, чекани за ковање во алат и чекани за обликување на делови од лим.

Според начинот на задвижување на удирачот чеканите можат да се поделат на: паравоздушни, пневматски, чекани со механички погон, хидраулични чекани и гасни.

Според начинот на дејство на силата, чеканите се делат на чекани со единечен или двоен погон. Кај чеканите со единечен погон енергијата се доведува само за подигање на подвижните делови. Работниот од се извршува под дејство на силата на гравитација. Кај чеканите со двоен од, енергијата се доведува и при подигање и при извршување на работниот од. Затоа расположливата кинетичката енергија кај овие чекани е поголема, за ист од и маса на подвижните делови.

Чеканите можат да се поделат и на прости, чија наковална мирува и противударни, чија наковална се движи наспроти подвижните делови.



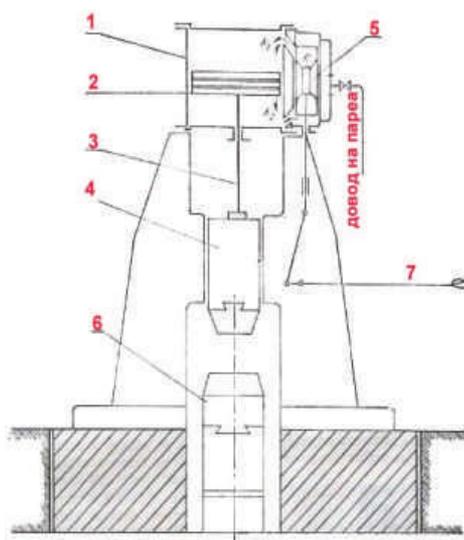
Слика 7.11: Чекан со електро-хидрауличен погон

#### 7.6.1.1. ПАРАВОЗДУШНИ ЧЕКАНИ

Паравоздушните чекани како погонско средство користат пареа. За довод на пареата потребен е парен котел (за производство на пареата) и инсталација за довод на пареата од парниот котел до чеканот. Се изведуваат како простодејствувачки, при што пареата се користи само за подигање на удирачот и како двојно дејствувачки, при што енергијата на пареата се користи и при работниот од.

Кај простодејствувачките паравоздушни чекани пареата за подигање на удирачот се доведува под клипот. Под дејство на сопствената тежина удирачот слободно паѓа и удира врз предметот што се кова. Се користат за ковање на големи откови.

Шема на паравоздушен чекан со двојно дејство е даден на слика 7.12.



Слика 7.12: Шема на паравоздушен чекан со двојно дејство: 1-цилиндар; 2-клип; 3-клипен лост; 4-удирач; 5-разводник на пареа; 6-наковална; 7-команден лост

Во цилиндарот (1) се наоѓа клипот (2) кој преку клипниот лост (3) е поврзан за удирачот (4). Од десната страна на цилиндарот се наоѓа разводник на пареата (5) со кој се регулира одведувањето на пареата и работата на чеканот.

Работниот предмет се поставува на наковалната (6). Со командниот лост (рочно или автоматски) се регулира движењето на разводникот на пареата во разводната комора.

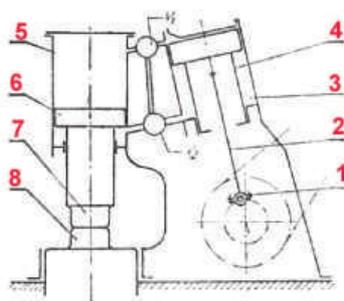
Кога разводникот на пареата се наоѓа во својата горна положба, отворен е долниот разводен канал ( $\kappa_2$ ), така што пареата влегува во цилиндарот од долната страна на клипот и го подига нагоре при што се подига и удирачот (4). По доаѓањето на клипот во предвидената горна положба и удирачот е подигнат до потребната висина, разводникот на пареата, со од надолу, го отвора горниот разводен канал ( $\kappa_1$ ). Свежата пареа во тој случај дејствува врз клипот од горната страна, додека искористената пареа, од долната страна на клипот, преку посебен канал се одведува во атмосферата.

Преку регулирање на притисокот се нагодува јачината на ударот на удирачот и можно е негово запирање во која било положба.

Недостаток на парните чекани е потребата од посебна постројка за производство на пареа, како и голема потрошувачка на пареа.

### 7.6.1.2. ПНЕВМАТСКИ ЧЕКАНИ

Пневматските чекани за погон користат компримиран воздух кој се доведува до чеканот со посебен цевен довод од едно централно место или пак самите чекани имаат вграден компресор. Пневматскиот чекан прикажан на слика 7.13 има два цилиндра.



Слика 7.13: Шема на воздушен чекан

Цилиндарот од десната страна има улога на компресор (обезбедува компримиран воздух).

Со движење на коленестото вратило (1) надолу, клипниот лост (2) го повлекува клипот (4) во компресорскиот цилиндар (3). Клипот при ова движење го компресира воздухот, компримираниот воздух со помош на вентилот ( $V_2$ ) и разводниот канал доаѓа во цилиндарот на чеканот (5) под клипот (6) за кој е поврзан удирачот (7). Со подигање на клипот се подига и удирачот до соодветната висина.

При работниот од, со движење на коленестото вратило (1) нагоре, клипниот лост го подига клипот во компресорскиот цилиндар, со што компримираниот воздух со посредство на вентилот ( $V_1$ ) се одведува во цилиндарот (5) и го потиснува клипот (6) со удирачот надолу.

Со помош на вентилите се регулира: висината на удирачот, силата со која удирачот го притиска работниот предмет и јачината на ударот на удирачот.

И пневматските чекани се погодни, како за слободно ковање така и за ковање во алат. На слика 7.14 е прикажан пневматски чекан.



Слика 7.14: Пневматски чекан

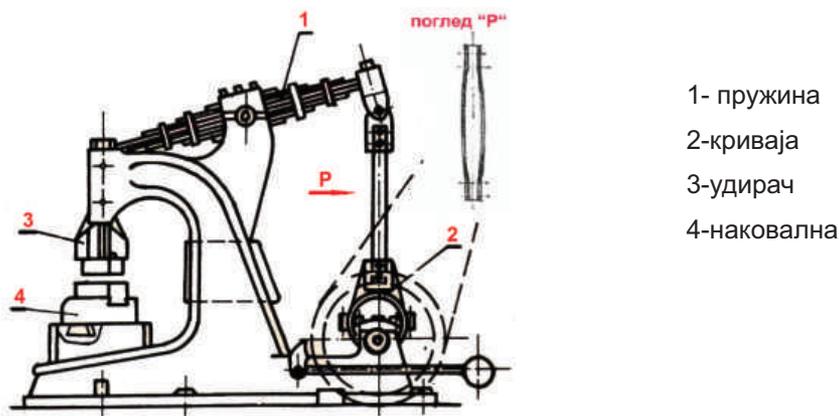
### 7.6.1.3. МЕХАНИЧКИ ЧЕКАНИ

Енергијата од погонскиот електромотор кај механичките чекани се предава на подвижните елементи на чеканот со помош на различни механички врски. Според видот на механичката врска чеканите се делат на: чекани со пружина, чекани со штица, чекани со ремен итн.

**Чекани со пружина** (слика 7.15) - името го добиле по еластичната пружина која е многу важна за работата на овие чекани. Пружината (1) е составена од повеќе листови поврзани меѓу себе. На едниот крај на пружината е прицврстен удирачот на чеканот (3), а на другиот крај криваен механизам. За секој вртеж на кривајното вратило се остварува по еден удар.

Со промена на бројот на вртежи на кривајното вратило се регулира јачината на удар. Кривајното вратило добива различни броеви на вртежи со повеќебрзински мотор или со промена на должината на кривајата.

Тежината на ударот кај овие чекани се движи од 0,3 – 0,5 (kN), висината на одот од 150 до 400 (mm) и бројот на одови во минута од 150 до 400.



Слика 7.15: Шема на чекан со пружина

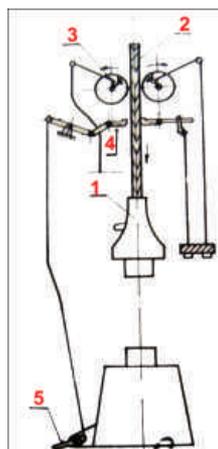
Погодни се за слободно ковање, како и ковање во алати за помали отковки.

Современите чекани со пружина имаат конструкција која овозможува мирен притисок на удирачот на работниот предмет поставен на наковалната.

**Чекани со штица** - спаѓаат во групата чекани се единечно дејство. Тоа значи дека погонот се вклучува само за подигање на удирачот, додека спуштањето на удирачот надолу се врши под дејство на сопствената тежина. Подвижните делови на чеканот (удирачот) (1) се поставени на штица (2). Штицата стои вертикално помеѓу два или четири валјаци (3) и две сопирни педали. Подигањето на штицата се врши со помош на валјациите кои добиваат погон од електромотор. Валјациите се поставени од двете страни на штицата. При притискање на валјациите врз штицата се појавува сила на триење, која при вртење на валјациите ја подигнуваат штицата нагоре. Некаде пред горната положба, валјациите се одвојуваат од штицата и натамошното движење на удирачот се остварува под дејство на акумулираната кинетичка енергија.

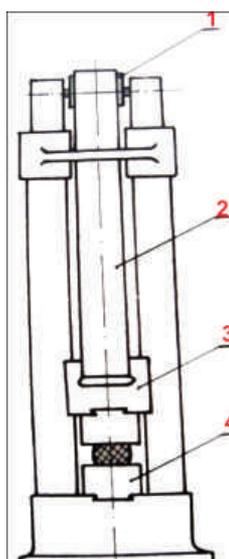
По постигнување на највисоката точка удирачот може да се задржи во таа положба со помош на сопирачки. Висината се избира во зависност од потребата и се движи во граници од 900 до 1500 (mm).

Механичките чекани со штица (слика 7.16) се користат за ковање во алат и се изработуваат со големина на масата на удирачот од 500 до 1000 (kg).



Слика 7.16: Чекан со штица:1-удирач; 2-штица; 3-валјаци; 4-папучи; 5-педала

**Чекани со витка врска** (слика 7.17) - овие чекани се изведуваат со ремен или синџир. Ременот (2) или синџирот на едниот крај е поврзан со удирачот (3). Со намотување на ременот околу ременик (1) или синџирник околу синџирникот подвижните елементи (удирачот) се подигаат нагоре. Ременикот или синџирникот добива погон од електромоторот. Со команда ременикот се ослободува од врска со електромоторот и под дејство на сопствената тежина удирачот се движи надолу. Значи и чеканите со витка врска спаѓаат во чекани со единечно дејство.



Слика 7.17: Чекан со ремен:1-ременик; 2-ремен; 3-удирач; 4-наковална

#### 7.6.1.4. ПРОТИВУДАРНИ ЧЕКАНИ

Противударни чекани се чекани кај кои наковалната се движи спроти удирачот. Се нарекуваат уште и чекани со двојно дејство.

Недостаток на чеканите чија наковална е неподвижна (чекани со просто дејство) е тоа што дел од енергијата на ударот се пренесува на фундаментот предизвикувајќи потреси на околните машини.

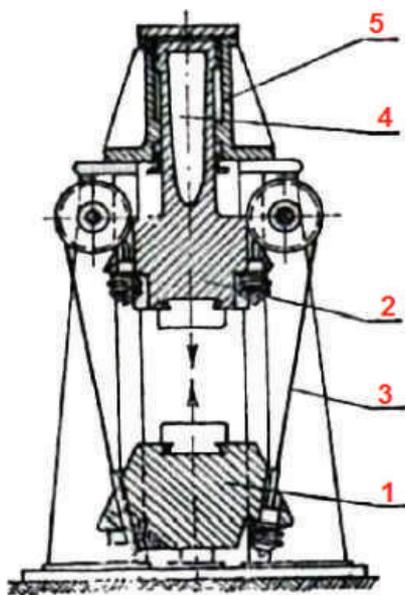
Овој недостаток е надминат кај противударните чекани. Затоа противударните чекани се посавршени машини. Движењето на наковалната може да се постигне преку: механичка врска, со хидраулична врска и чекани со независно дејство.

**Противударни чекани со механичка врска** (слика 7.18) се паравоздушни чекани кај кои истовремено се движат и удирачот и наковалната еден спроти друг, така што ковањето се извршува околу средината на нивните крајни положби во мирување.

Наковалната (1) и удирачот (2) се поврзани со челични јажиња или ленти (3). Удирачот е изработен од еден дел со клипот (4) кој се движи во цилиндарот (5) под дејство на параа или компримиран воздух. Спуштањето на удирачот предизвикува истовремено подигање на наковалната бидејќи се движат по заеднички водилки, така што при ковањето кинетичката енергија се претвора во деформациона работа.

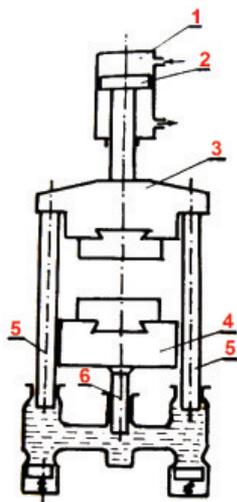
Челичните јажиња и наковалната, односно удирачот се поврзани со гумени амортизери, кои ги ублажуваат ударите на наковалната при повратниот од.

Овие чекани не бараат многу јаки темели, но недостаток им е тоа што челичните јажиња многу бргу се расипуваат.



Слика 7.18: Противударни чекани со механичка врска: 1-наковална; 2-удирач; 3-челично јаже или лента; 4-клип; 5-цилиндар

**Чекани со хидраулична врска** (слика 7.19) - за зголемување на сигурноста во работењето кај противударните чекани се употребува хидрауличен систем за врска помеѓу двата удирачи.

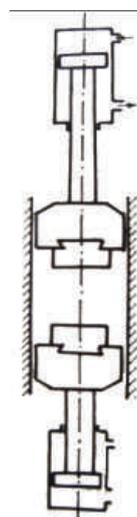


Слика 7.19: Противударен чекан со хидраулична врска: 1-цилиндар; 2-клип; 3-горен удирач; 4-долен удирач; 5-клипни стапови; 6-централен клип

На горниот удирач се прицврстени два стапа кои на долниот дел се поврзани со два хидраулични цилиндра. Стаповите претставуваат клипови. Со движење на горниот удирач надолу, стаповите со цилиндрите се спуштаат надолу при што ја истиснуваат течноста кон централниот цилиндар. Централниот цилиндар е во врска со долниот удирач (наковалната). Под дејство на надојдената течност централниот цилиндар се подига нагоре, а заедно со него и наковалната.

Овие чекани се изработуваат со поголема енергија на ударот, бидејќи се посигурни во работата.

**Противударни чекани со независно дејство** (слика 7.20) - овозможуваат при иста количина на движење да се постигне помало движење на долниот удирач, кој има толку пати поголема маса колку што горниот удирач има поголема брзина. Според тоа и растојанието што ќе го помине долниот удирач ќе биде за толку покусо од растојанието на горниот удирач.



Слика 7.20: Противударни чекани со независно дејство

## 7.6.2. ПРЕСИ

Освен на разни видови чекани кои претходно беа разгледани, ковањето се изведува и на одредени видови преси. Меѓутоа, на пресите се извршуваат и други видови обработки, како што се: сечење, просекување, извлекување, свиткување и др.

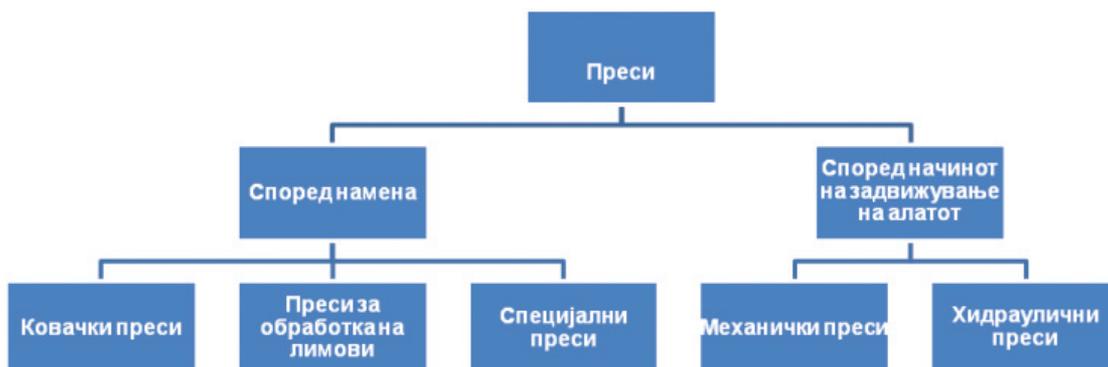
Постојат значителни разлики помеѓу механичките чекани и пресите, како во конструктивен поглед, така и по начинот на работа.

Кај механичките чекани удирачот паѓа со голема брзина, а неговите удари по предметот се јаки и краткотрајни. Затоа деформациите на материјалот, при ковање се најголеми во горниот и долниот површински слој и се смалуваат кон внатрешните слоеви на материјалот кој се кова.

При ковањето на преси одот на удирачот е лесен, без удари. Притисокот врз работниот предмет е силен, временски е подолг (во однос на чеканите) и се пренесува низ целиот пресек на работниот предмет.

Меѓутоа, немаат сите преси мирен од, без удари, што зависи од преносот на движење, односно начинот на пренос на погонската сила од изворот до удирачот.

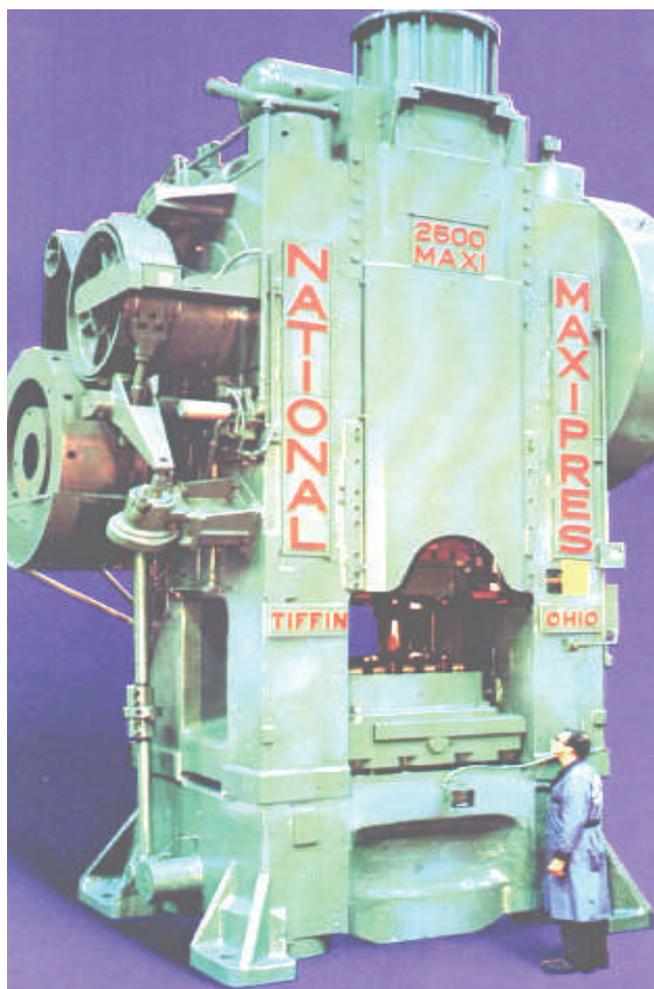
Можни се повеќе различни поделби на пресите и тоа:



### 7.6.2.1. МЕХАНИЧКИ ПРЕСИ

Кај механичките преси (слика 7.21) задвижувањето на притиснувачот, односно делот за кој е прицврстен горниот дел на алатот се врши преку крут механизам. Се делат на:

- фрикциони преси и
- кривајни преси



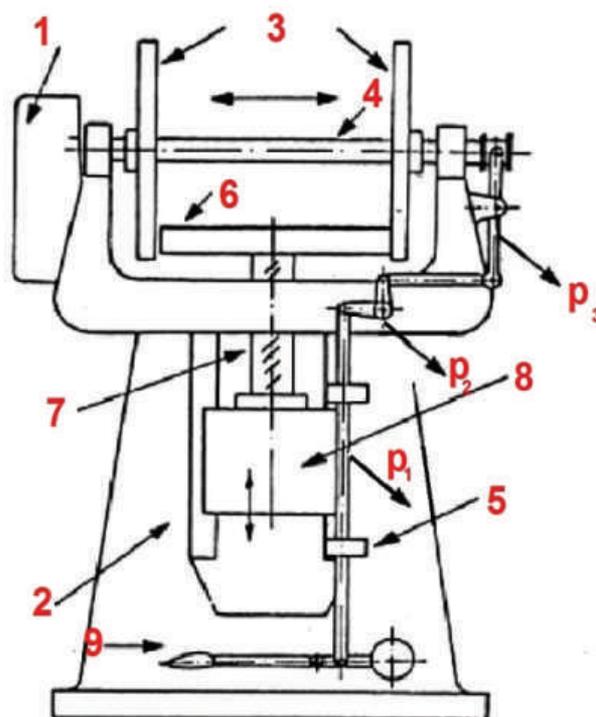
Слика 7.21: Механичка ковачка преса

#### 7.6.2.1.1. ФРИКЦИОНИ ПРЕСИ

Фрикционите преси според принципот на работа и конструкцијата, се наоѓаат меѓу ковачките чекани и кривајните преси. Работат со ударно дејство, но многу помало од ударното дејство на чеканите. Притиснувачот на пресата работи со брзина од 1,5 m/s.

Фрикционите преси се употребуваат за ковање на помали делови во алати.

Најголема примена има фриксионата преса со два фриксиони диска (слика 7.22).



Слика 7.22: Шема на фриксиона преса: 1-електромотор; 2-столб; 3-фракциони дискови; 4-вратило; 5-граничник; 6-замаец; 7-завојно вретено; 8- притиснувач; 9-рачка

Оваа преса добива погон од електромоторот (1). Вртежното движење преку ремен преносник се доведува до хоризонталното вратило (4) на пресата на кое се наоѓаат два фриксиона диска (3) кои можат аксијално да се поместуваат со помош на системот за управување (систем на лостови  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$ ). При поместување на вратилото лево или десно, едниот или другиот диск го допира замаецот (6). Движењето се пренесува на завојното вретено (7). На завојното вретено е прицврстен притиснувачот на пресата (8). Во зависност дали замаецот го допира левиот или десниот фриксионен диск, се остварува работен или повратен од. За да се зголеми коефициентот на триење, замаецот обично е обложен со кожа.

Допирот меѓу погонскиот диск и замаецот трае до моментот на удар на притиснувачот врз обработуваниот предмет, а потоа подвижните делови на пресата се движат од силите на инерција, притоа предавајќи ја енергијата на телото на кое се врши обработката.

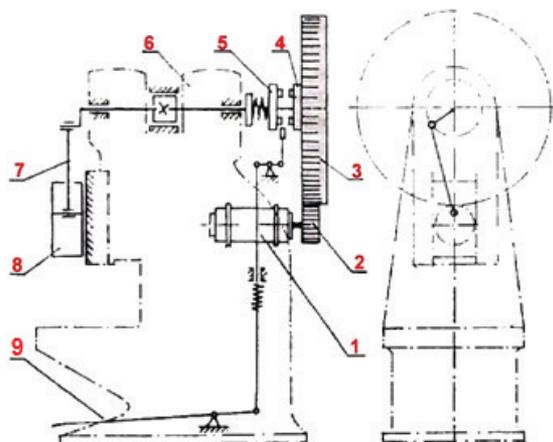
Со помош на рачката (9) одот, по потреба, може да се регулира рачно.

Главен недостаток на овие преси е малата брзина со која движат, бидејќи бројот на одови изнесува 20 во минута.

#### 7.6.2.1.2. КРИВАЈНИ ПРЕСИ

Кај кривајните преси како погонски механизам за задвижување на подвижните елементи се користи простиот криваен механизам. На слика

7.23 прикажана е шема на една преса со погонски механизам во вид на криваја.



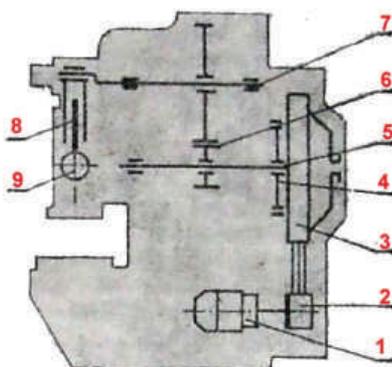
Слика 7.23: Шема на кривајна преса: 1-електромотор; 2-запченици; 3-замаец; 4,5-спојка; 6-вратило; 7-лост; 8-преса; 9-папуча

Од погонскиот електромотор (1) движењето се пренесува преку запченици (2) на замаецот (3). Спојката од нејзината десна страна (4) е поврзана со замаецот, а од левата страна (5) е поврзана преку клин со вратилото (6). Замаецот и десната страна на спојката се поставени слободно на вратилото и кога двата дела на спојката се раздвоени, вратилото (6) не се врти. Со вклучување на спојката, движењето се пренесува на вратилото (6), лостот (7) и притиснувачот на пресата (8). Спојката се вклучува со помош на папучата (9).

Ваков начин на директно поставување на замаецот на вратилото на пресата се применува само кај брзоодни преси. Кај бавноодните преси меѓу вратилото на погонскиот електромотор и вратилото на пресата се поставуваат одреден број на запченици заради смалување на бројот на вртежи.

Замаецот се поставува на помошно вратило кое се наоѓа помеѓу вратилото на електромоторот и вратилото на пресата.

Кривајните вратила можат да бидат изведени и како ексцентарски или кривајни. На слика 7.24 е прикажана кинематска шема на една **ексцентар-преса**.



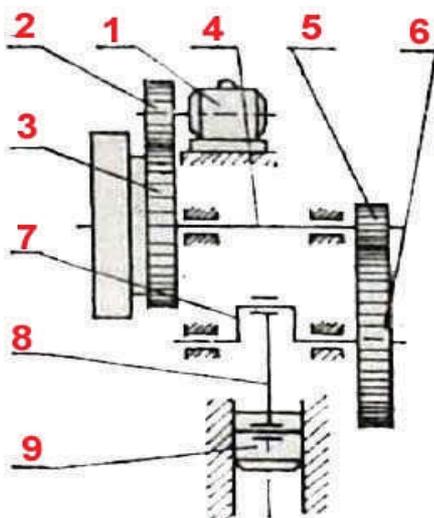
Слика 7.24: Кинематска шема на ексцентар-преса

Вртежниот момент од електромоторот (1) се пренесува преку клинест ремен (2) на замаецот (3) со спојка и кочница (4), односно на погонското вратило (5). На ова вратило се наоѓа запченикот (6), кој е во постојан зафат со запченикот (7) на ексцентарското вратило (8). Лостот (9) со горниот крај е поврзан со ексцентарското вратило, а со другиот крај е поврзан со притиснувачот на пресата.

Со нагудување на големината на ексцентарот се приспособува движењето на притиснувачот на пресата на конкретната потреба.

Многу важни елементи на пресата се спојката, со чија помош се остварува врската помеѓу вратилото и замаецот, и кочницата, со која се запира вртежното движење на вратилото и движењето на притиснувачот на пресата. Современите преси имаат спојки и кочници кои се потполно синхронизирани.

**Коленестите преси** како погонски механизам имаат прост механизам на криваја во вид на колено (слика 7.25).



Слика 7.25: Коленестите преси

Погонот од електромоторот (1) преку запченикот (2) се пренесува на запченикот (3) кој има улога на замаец. Овој запченик е цврсто поврзан со вратилото (4) на чиј крај се наоѓа запченикот (5). Со овој запченик во постојан зафат е запченикот (6) кој го пренесува вртливото движење на коленестото вратило (7). Вртежното движење на коленестото вратило (7) преку лостот (8) се пренесува на притиснувачот на пресата (9).

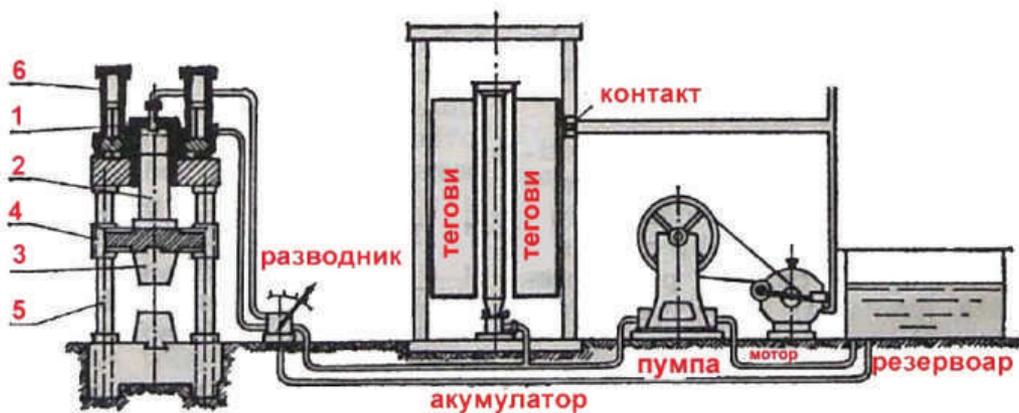
Коленестите преси се погодни за различни лимарски работи, како што се: сечење, пробивање, свиткување и извлекување на лим.

### 7.6.2.2. ХИДРАУЛИЧНИ ПРЕСИ

Хидрауличните преси имаат голема примена при слободно ковање на машинските делови, ковање во алат и при длабоко извлекување на лимови.

Карактеристика на овие преси е малата и рамномерна брзина на подвижните делови, работата без бучава и потреси и деформацијата на материјалот е рамномерна по целиот пресек.

На слика 7.26 е дадена шема на комплетната постројка на хидрауличната преса.



Слика 7.26: Шема на комплетната постројка на хидраулична преса

Погонскиот електромотор ја задвижува пумпата која црпи течност од резервоарот, ја компримира и под одреден притисок ја доведува течноста до работниот цилиндар (1). Во цилиндарот течноста го потиснува клипот (2) којшто се задвижува надолу. На долниот крај, клипот е поврзан со траверзата (4) која се движи по столбовите (5). На траверзата (4) е прицврстен горниот дел од алатот. На тој начин се остварува работниот од на пресата и тогаш притиснувачот врши притисок на материјалот поставен на работната маса на пресата.

По завршување на работниот од на притиснувачот на пресата, течноста навлегува во цилиндриите (6) под повратните клипови со значително понизок притисок. Течноста во инсталацијата на пресата се состои од вода и масло со цел да се спречи појавата на корозија.

Бидејќи клиповите се поврзани со подвижната траверза (4), а таа е поврзана со притиснувачот (3), при задвижување на клиповите нагоре и притиснувачот се подига. Течноста која се наоѓа во работниот цилиндар се враќа преку долниот цевовод во резервоарот. На тој начин работниот и повратниот од наизменично се менуваат.

Телото на пресата се состои од две неподвижни траверзи, долна и горна кои се меѓусебно поврзани со столбовите (5). Столбовите имаат улога:

да ги држат траверзите во една целина и служат како водилки на подвижната траверза. Пресата обично има четири столба, но има и хидраулични преси со два столба.

Работниот циклус на пресата се состои од: работен, повратен и празен од.

Празниот од се остварува при доближување на подвижната траверза на која е прицврстен горниот дел на алатот до обработуваното парче. Работниот од се остварува како продолжение на празниот од, односно од почетокот до крајот на процесот на деформација. Повратниот од се остварува при подигање на подвижната траверза до горната положба.

Работниот и повратниот од се остваруваат со помош на течноста под висок притисок (од 20 до 40 МПа), а празниот од со помош на течноста под низок притисок (од 0,4 до 0,8 МПа). Течноста со висок притисок се добива од системот за напојување, кој може да се подели во две групи: со директно и со индиректно напојување.

Кај системот со директно напојување со течноста под висок притисок директно од пумпата преку цевоводи се доведува во цилиндарот на пресата. Овој систем се нарекува пумпно-безакумулаторски.

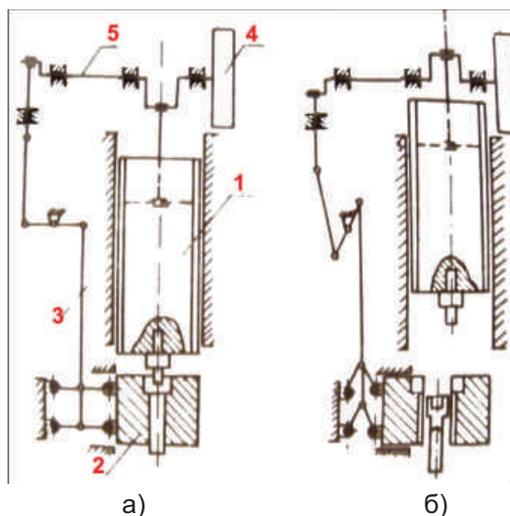
Кај системот со индиректно напојување со течноста под висок притисок е акумулаторскиот систем. Кај овој начин течноста од пумпа оди во акумулатори каде се собира, а потоа по потреба се доведува до работниот цилиндар на пресата.

И кај двата система се вклучуваат т.н. мултипликатори - уреди во кои се зголемува притисокот на течноста пред да се доведе до работниот цилиндар. Мултипликаторите обично се составени од два цилиндра со различни пречници. Во поголемиот цилиндар течноста навлегува од цевоводите, па потоа во цилиндарот со помал пречник од каде влегува директно во цилиндарот на пресата.

### 7.6.2.3. ХОРИЗОНТАЛНИ КОВАЧКИ МАШИНИ

Хоризонталните ковачки машини претставуваат кривајни преси со специјална конструкција, кои имаат уред за држење на обработуваното парче во текот на деформацијата. Држењето се врши со дводелна матрица која со помош на лостови се отвора и затвора.

Хоризонталните ковачки машини се најпогодни за изработка на отковки од метални прачки. На слика 7.27 е прикажана шема на хоризонтална ковачка машина при затворена и при отворена матрица.



Слика 7.27: Шема на хоризонтална ковачка машина (а-положба при затворена матрица, б-положба при отворена матрица)

Главниот притиснувач (1) и напречниот притиснувач (2) добиваат погон од заеднички електромотор, преку замаецот (4) и коленестото вратило (5).

За правилно извршување на операциите потребна е синхронизација на движењата помеѓу главниот притиснувач, на кој е прицврстен алатот и напречниот притиснувач - носач на подвижниот дел на матрицата.

Овие машини работат како полуавтомати. Затоа се користат во големосериското производство.

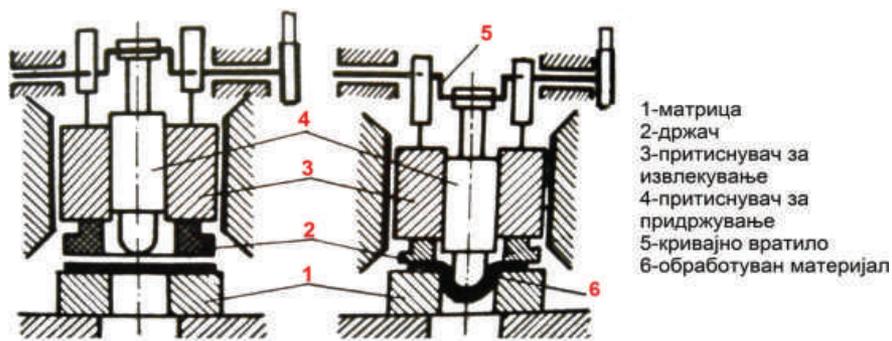
#### 7.6.2.4. ПРЕСИ ЗА ИЗВЛЕКУВАЊЕ НА ЛИМОВИ

##### 7.6.2.4.1. КРИВАЈНИ ПРЕСИ ЗА ИЗВЛЕКУВАЊЕ НА ЛИМОВИ

Деловите од лим се изработуваат со извлекување на механички и хидраулични преси. Од механичките преси најчесто се применуваат кривајни преси, кои погон за задвижување на притиснувачот добиваат преку криваен механизам. Кривајните преси можат да бидат со ексцентар или коленести.

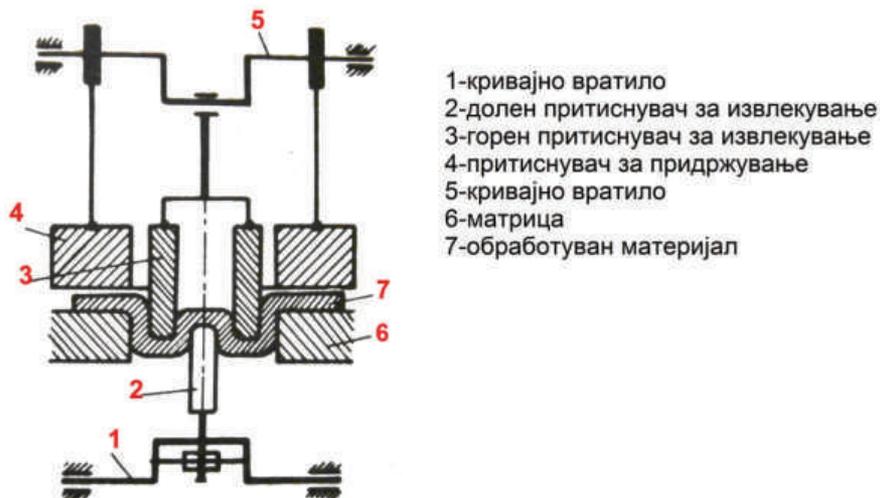
За да може на една кривајна преса да се извршуваат технолошките операции со извлекување на лимови потребно е претходно да се осигура придржувањето на материјалот. Кривајните преси од овој тип се карактеристични по тоа што придржувањето го вршат со посебен притиснувач. Притиснувачот за придржување се изведува како надворешен, а во неговата внатрешност се движи главниот притиснувач кој го врши извлекувањето.

Пресите за извлекување на лим можат да бидат со двојно или со тројно дејство. Пресите со двојно дејство имаат два притиснувача (слика 7.28): за извлекување (4) и за придржување (3) сместени еден во друг.



Слика 7.28: Шема на преса за извлекување со двојно дејство

Пресите со тројно дејство (слика 7.29) имаат три притиснувачи: еден за придржување (4) и два за извлекување, горен (3) и долен (2). Долниот притиснувач е сместен во масата на пресата.

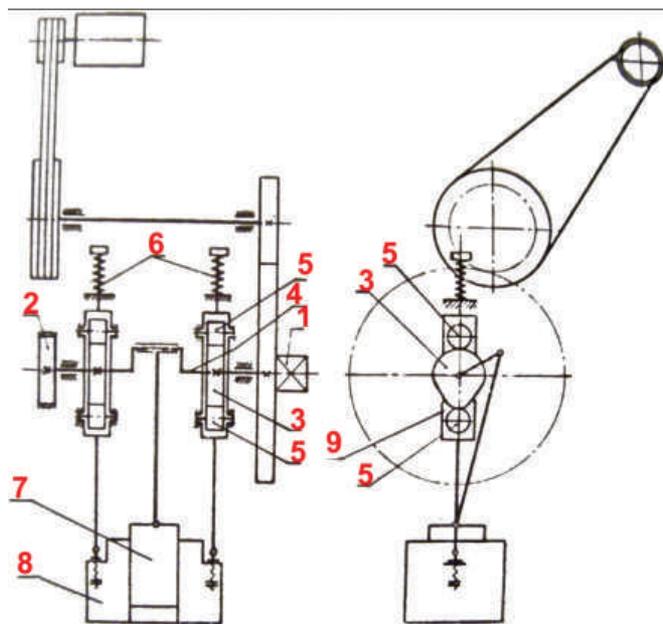


Слика 7.29: Шема на кривајна преса за извлекување со тројно дејство

Кривајните преси со тројно дејство се користат за изработување на многу сложени делови, каде е потребен и помошен извлекувач.

Задачата на надворешниот притиснувач е да го придржува лимот во текот на обработката. Во одредени ситуации со него може да се врши и просекување на материјалот. За да се оствари придржување на лимот, потребно е надворешниот притиснувач во најниската положба да работи со пауза. Придржувањето треба да трае најмалку колку што трае работниот од.

За задвижување на надворешниот притиснувач се користат механизми со бреговити плочи. На слика 7.30 е прикажана кинематска шема на една кривајна преса за извлекување на лимови со бреговити плочи.



Слика 7.30: Кинематичка шема на погонот на преса со двојно дејство со бреговити плочи

На двата краеве на кривајното вратило (4) се прицврстени спојката (1) и сопирачката (2) и бреговитите плочи (3). Врската помеѓу придржувачот и бреговитите плочи се остварува со помош на носачите (9) на кои се поставени тркалиците (5). Пружините имаат улога на урамнотежувачи на системот.

Меѓусебната зависност помеѓу двата притиснувача се дефинира со обликот на бреговитите плочи и нивната положба во однос на кривајата.

Кривајните преси за извлекување на лимови се изработуваат со два или повеќепати поголеми одови на внатрешниот притиснувач. За да се намалат напрегањата кои се јавуваат кај обработуваниот материјал се настојува да се намали брзината на извлекувачот при извршување на работниот од.

#### 7.6.2.4.2. ХИДРАУЛИЧНИ ПРЕСИ ЗА ИЗВЛЕКУВАЊЕ НА ЛИМОВИ

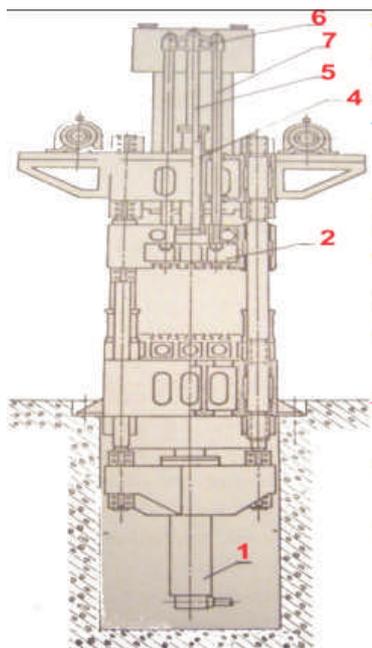
За изработка на делови со поголеми димензии и поголеми длабочини се користат хидраулични преси за извлекување на лимови. Силата на притисокот и должината на одот кај овие преси може да се нагодува, работата на самата преса е многу помирна, а бројот на одови во однос на механичките е помал.

Хидрауличните преси за извлекување на лимови исто како и механичките можат да бидат со просто, двојно или тројно дејство.

Хидрауличните преси со просто дејство можат да се користат за

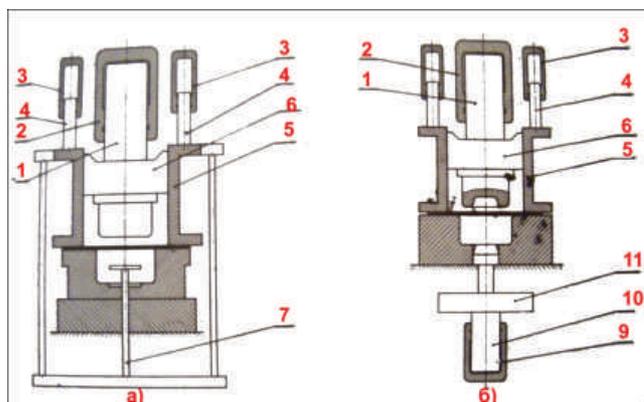
извлекување само под услов ако со специјална конструкција на алатот се обезбеди придржување на лимот или ако на масата на пресата има вградено хидраулична или пневматска перница.

На слика 7.31 е прикажана шема на хидраулична преса за извлекување на лим со просто дејство со вградена хидраулична перница за придржување



Слика 7.31: хидраулична преса со просто дејство со вградена хидраулична перница за придржување: 1-перница за придржување, 2-притиснувач, 4-цилиндар, 5-клип, 6-траверза, 7 – спезни завртки)

Пресите се двојно дејство освен притиснувач за извлекување (6) имаат и притиснувач за придржување (5), кој добива погон од цилиндрите (3) во кои се движат клиповите (4). Како и кај механичките, прво се задвижува придржувачот, а потоа извлекувачот. По завршување на операцијата, исфрлувачот (7) го исфрла извлечениот дел од долниот дел на алатот. На слика 7.32(а) е прикажана шема на хидраулична преса за извлекување на лим со двојно дејство, а на слика 7.32(б) е прикажана шема на хидраулична преса за извлекување на лим со тројно дејство.



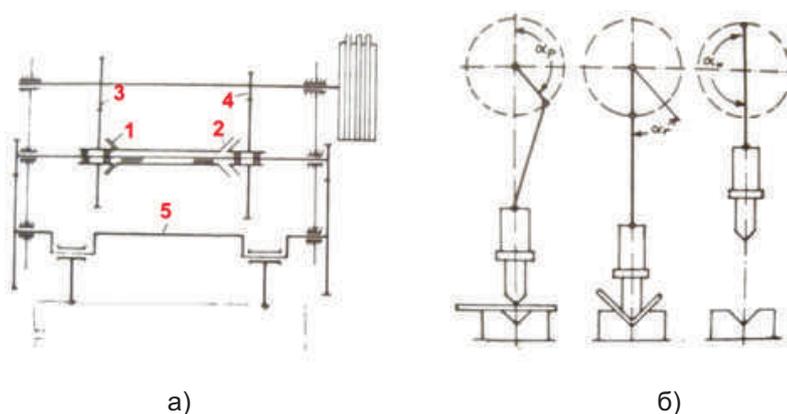
Слика 7.32: Шеми на хидраулични преси со двојно (а) и тројно (б) дејство

Хидрауличните преси за извлекување лим со тројно дејство освен главниот извлекувач (6) и придржувач (5) имаат уште еден извлекувач (11), кој добива погон од цилиндарот (9) и клипот (10).

#### 7.6.2.4.3. ПРЕСИ ЗА АГОЛНО СВИТКУВАЊЕ ЛИМОВИ

Пресите за аголно свиткување се изработуваат со должина на работната маса од 1,6 до 6 (m), но можат да се сретнат и преси со должина до 10 (m).

Бројот на одови на овие преси е многу мал и се движи од 6 до 35 во минута, зависно од големината на пресата. Со цел да се зголеми бројот на одови, а со тоа да се зголеми продуктивноста на машината, конструирани се машини кај кои кривајното вратило добива двостран погон слика 7.33.



Слика 7.33: Двостран погон на преса за свиткување со променливо вртење на вратилото: а- шема на погонот; б- шема на вртењето на кривајното вратило

Во зависност која спојка е вклучена (1 или 2), кривајното вратило (5) добива погон преку запчест пар (3), брз од или (4) спор од. Во текот на еден двоен од на притиснувачот погонот овозможува брз празен од до непосреден допир на материјалот, а веднаш потоа бавен од. Потоа повратниот од повторно се изведува со зголемена брзина.

Прашања за повторување:

1. Кои се основните карактеристики на обработката со пластична деформација?
2. Што е разликата помеѓу еластична и пластична деформација?
3. Наброј ги видовите обработки со пластична деформација!
4. Што е отковка?
5. Наведи алати кои се користат при ковање!
6. Кои се основни операции со раздвојување на материјал?
7. Како се делат ковачките машини?
8. Какви видови чекани постојат и наведи некои нивни карактеристики!
9. Како се делат пресите?
10. Кои се битни разлики помеѓу начинот на работа помеѓу механичкиот чекан и преса?
11. Кои преси спаѓаат во група на преси со директен погон?
12. Објасни ја работата на хидрауличната преса!

## СОДРЖИНА

<b>СТРУГОВИ</b>	<b>5</b>
<b>1.1. ОСНОВНИ ПОИМИ ЗА МЕТАЛОРЕЗАЧКИТЕ МАШИНИ И НИВНАТА НАМЕНА</b>	<b>5</b>
<b>1.2. ПОДЕЛБА НА МЕТАЛОРЕЗАЧКИТЕ МАШИНИ</b>	<b>5</b>
<b>1.3. КЛАСИФИКАЦИЈА НА СТРУГОВИТЕ</b>	<b>7</b>
<b>1.3.1. УНИВЕРЗАЛЕН СТРУГ</b>	<b>8</b>
<b>1.3.1.1. ОСНОВИ И ВОДИЛКИ</b>	<b>9</b>
<b>1.3.1.2. ПОГОНИ ЗА РАБОТНО ДВИЖЕЊЕ</b>	<b>10</b>
<b>1.3.1.3. ПРЕНОСНИЦИ ЗА РАБОТНО (ГЛАВНО) ДВИЖЕЊЕ</b>	<b>11</b>
<b>1.3.1.4. ПРЕНОСНИЦИ СО СТЕПЕНЕСТА ПРОМЕНА НА ВРТЕЖИТЕ</b>	<b>12</b>
<b>1.3.1.5. ПРЕНОСНИЦИ СО КОНТИНУИРАНА ПРОМЕНА НА ВРТЕЖИТЕ</b>	<b>13</b>
<b>1.3.1.6. ПРЕНОСНИЦИ ЗА ПОМЕСТ</b>	<b>13</b>
<b>1.3.1.7. МЕХАНИЗМИ ЗА РАЧНО УПРАВУВАЊЕ СО СТРУГОВИ</b>	<b>18</b>
<b>1.3.1.8. УРЕДИ ЗА ПОДМАЧКУВАЊЕ И ЛАДЕЊЕ КАЈ СТРУГОВИТЕ</b>	<b>20</b>
<b>1.3.1.9. УРЕДИ ЗА СТЕГАЊЕ НА ОБРАБОТУВАНОТО ПАРЧЕ</b>	<b>22</b>
<b>1.3.1.10. УРЕДИ ЗА СТЕГАЊЕ НА СТРУГАРСКИОТ НОЖ</b>	<b>23</b>
<b>1.3.2. РЕВОЛВЕР-СТРУГОВИ</b>	<b>24</b>
<b>1.3.3. ЧЕЛНИ СТРУГОВИ</b>	<b>26</b>
<b>1.3.4. КАРУСЕЛ-СТРУГОВИ</b>	<b>27</b>
<b>1.3.5. ПОЛУАВТОМАТСКИ И АВТОМАТСКИ СТРУГОВИ</b>	<b>28</b>
<b>1.3.6. КОПИРНИ (ШАБЛОНСКИ) СТРУГОВИ</b>	<b>29</b>
<b>1.4. СТРУГАРСКИ НОЖЕВИ</b>	<b>30</b>
<b>1.4.1. АГЛИ И ПОВРШИНИ НА РЕЗАЧКИОТ АЛАТ</b>	<b>30</b>
<b>1.4.2. ВИДОВИ СТРУГАРСКИ НОЖЕВИ</b>	<b>32</b>
<b>Прашања за повторување:</b>	<b>36</b>

<b>ДУПЧАЛКИ</b>	<b>37</b>
2.1. ОБРАБОТКА СО ДУПЧЕЊЕ	37
2.2. ВИДОВИ ДУПЧАЛКИ	37
2.2.1. РАЧНИ (ПРЕНОСНИ) ДУПЧАЛКИ	38
2.2.2. МАШИНСКИ (СТАБИЛНИ) ДУПЧАЛКИ	39
2.2.3. ВЕРТИКАЛНИ ДУПЧАЛКИ	40
2.2.3.1. ЕДНОВРЕТЕНИ ВЕРТИКАЛНИ ДУПЧАЛКИ	40
2.2.3.1.1. ДУПЧАЛКА ПРИЦВРСТЕНА НА РАБОТНА МАСА	40
2.2.3.1.2. СТОЛБНА ДУПЧАЛКА	41
2.2.3.1.3. РАДИЈАЛНИ ДУПЧАЛКИ	42
2.2.3.1.4. УНИВЕРЗАЛНА ДУПЧАЛКА	44
2.2.3.1.5. КООРДИНАТНА ДУПЧАЛКА	45
2.2.3.2. ПОВЕЌЕВРЕТЕНИ ВЕРТИКАЛНИ ДУПЧАЛКИ	47
2.2.4. ХОРИЗОНТАЛНИ ДУПЧАЛКИ	50
2.2.5. СПЕЦИЈАЛНИ ДУПЧАЛКИ	51
2.3. АЛАТИ ЗА ОБРАБОТКА СО ДУПЧЕЊЕ	52
2.3.1. ЗАДУПЧУВАЧИ	52
2.3.2. БУРГИИ	53
2.3.2.1. РАМНА БУРГИЈА	54
2.3.2.2. ЗАВОЈНА БУРГИЈА	55
2.3.2.3. СПЕЦИЈАЛНИ БУРГИИ	59
2.3.4. РАЗВРТУВАЧИ	62
2.3.5. ВРЕЗНИЦИ	64
2.4. ПОМОШЕН ПРИБОР ВО ОБРАБОТКАТА СО ДУПЧЕЊЕ	66
Прашања за повторување:	68

<b>ГЛОДАЛКИ</b>	<b>69</b>
3.1. ОСНОВНИ ПОИМИ ЗА ОБРАБОТКА СО ГЛОДАЊЕ	69
3.2. ВИДОВИ АЛАТ ЗА ОБРАБОТКА СО ГЛОДАЊЕ	72
3.3.ВИДОВИ ГЛОДАЛКИ И НИВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ	76
3.3.1. ХОРИЗОНТАЛНИ ГЛОДАЛКИ	78
3.3.2. ВЕРТИКАЛНИ ГЛОДАЛКИ	80
3.3.3. СПЕЦИЈАЛНИ ГЛОДАЛКИ	82
3.4. ОПИС НА ГЛАВНИТЕ ДЕЛОВИ НА ГЛОДАЛКИТЕ	83
3.5. ПОМОШЕН ПРИБОР ЗА ПОСТАВУВАЊЕ И ПРИЦВРСТУВАЊЕ НА ОБРАБОТУВАНИОТ ПРЕДМЕТ НА ГЛОДАЛКАТА	87
3.6. ПОМОШЕН ПРИБОР ЗА ПОСТАВУВАЊЕ И ПРИЦВРСТУВАЊЕ НА АЛАТОТ НА ГЛОДАЛКАТА	88
3.7. ПОДЕЛБЕНИ АПАРАТИ И НИВНА ПРИМЕНА	89
3.7.1. ПОДЕЛБЕНИ АПАРАТИ ЗА ПРОСТО ДЕЛЕЊЕ	90
3.7.2. УНИВЕРЗАЛНИ ПОДЕЛБЕНИ АПАРАТИ	91
3.7.2.1.ВИДОВИ ДЕЛЕЊА НА УНИВЕРЗАЛНИТЕ ПОДЕЛБЕНИ АПАРАТИ	92
3.7.2.2. ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА БРОЈОТ НА ВРТЕЖИ НА РАЧКАТА НА ДЕЛБЕНИОТ АПАРАТ	93
3.7.2.3. ПРОСТО И ДВОЈНО ДЕЛЕЊЕ	94
3.7.2.4. ДИФЕРЕНЦИЈАЛНА ПОДЕЛБА	99
3.8. ГЛОДАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ	102
3.8.1. МЕТОДИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ	102
3.8.2. ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ СО ГЛОДАЊЕ	102
3.8.2.1. ИЗРАБОТКА НА ЦИЛИНДРИЧНИ ЗАПЧЕНИЦИ	102
3.8.2.2. ИЗРАБОТКА НА КОНУСНИ ЗАПЧЕНИЦИ	106
3.9. ГЛОДАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАВОЈНИЦИ	109
3.10. ДРУГИ СПЕЦИЈАЛНИ ГЛОДАЛКИ	110
Прашања за повторување:	113

## **РЕНДИСАЛКИ 114**

<b>4.1. ОПШТИ ПОИМИ ЗА ОБРАБОТКА СО РЕНДИСУВАЊЕ</b>	<b>114</b>
<b>4.2. ВИДОВИ ДВИЖЕЊА ПРИ РЕНДИСУВАЊЕТО</b>	<b>114</b>
<b>4.3. ОПЕРАЦИИ ПРИ РЕНДИСУВАЊЕ</b>	<b>116</b>
<b>4.4. АЛАТИ ЗА РЕНДИСУВАЊЕ</b>	<b>118</b>
<b>4.5. ПАРАМЕТРИ НА ОБРАБОТКАТА СО РЕНДИСУВАЊЕ</b>	<b>119</b>
<b>4.6. РЕНДИСАЛКИ</b>	<b>121</b>
<b>4.6.1. КУСООДНИ РЕНДИСАЛКИ</b>	<b>122</b>
<b>4.6.2. ДОЛГООДНИ РЕНДИСАЛКИ</b>	<b>125</b>
<b>4.6.3. РЕНДИСАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ</b>	<b>126</b>
<b>4.6.3.1. РЕНДИСАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ ПО МЕТОДАТА НА МАГ</b>	<b>127</b>
<b>4.6.3.2. РЕНДИСАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ ПО МЕТОДАТА НА ФЕЛОУЗ</b>	<b>128</b>
<b>4.6.3.4. РЕНДИСАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ ПО МЕТОДАТА НА БИЛГРАМ</b>	<b>132</b>
<b>4.6.3.5. РЕНДИСАЛКИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ЗАПЧЕНИЦИ ПО МЕТОДАТА НА ГЛИЗОН</b>	<b>132</b>
<b>Прашања за повторување:</b>	<b>133</b>

## **ТОЧИЛКИ**

<b>5.1. КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРОЦЕСОТ НА ОБРАБОТКА СО ТОЧЕЊЕ (БРУСЕЊЕ)</b>	<b>134</b>
<b>5.2. ГРАДБА И КАРАКТЕРИСТИКИ НА АЛАТОТ ЗА ТОЧЕЊЕ (БРУСЕЊЕ)</b>	<b>135</b>
<b>5.3. ОСНОВНИ ОПЕРАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКА СО ТОЧЕЊЕ (БРУСЕЊЕ)</b>	<b>138</b>
<b>5.4. ТОЧИЛКИ (БРУСИЛКИ)</b>	<b>143</b>
<b>5.4.1. БРУСИЛКИ ЗА ТРКАЛЕЗНО БРУСЕЊЕ</b>	<b>144</b>
<b>5.4.2. БРУСИЛКИ ЗА НАДВОРЕШНО ТРКАЛЕЗНО БРУСЕЊЕ СО ШИЛЦИ</b>	<b>144</b>
<b>5.4.3. БРУСИЛКИ ЗА НАДВОРЕШНО ТРКАЛЕЗНО БРУСЕЊЕ БЕЗ ШИЛЦИ</b>	<b>146</b>
<b>5.4.4. БРУСИЛКИ ЗА ВНАТРЕШНО БРУСЕЊЕ</b>	<b>147</b>
<b>5.4.5. БРУСИЛКИ ЗА РАМНО БРУСЕЊЕ</b>	<b>149</b>
<b>5.4.6. БРУСИЛКИ ЗА ОСТРЕЊЕ НА РЕЗНИ АЛАТИ</b>	<b>151</b>

5.4.7. СПЕЦИЈАЛНИ БРУСИЛКИ	154
5.4.7.1. БРУСИЛКИ ЗА ТОЧЕЊЕ НА ЗАПЧЕНИЦИ	154
5.4.7.2. БРУСИЛКИ ЗА ТОЧЕЊЕ НА ЗАВОЈНИЦИ	156
5.4.7.3. БРУСИЛКИ ЗА ФИНО БРУСЕЊЕ	157
5.5. МАШИНИ ЗА ХОНУВАЊЕ	157
5.6. МАШИНИ ЗА ЛЕПУВАЊЕ	159
5.7. МАШИНИ ЗА СУПЕРФИНИШ-ОБРАБОТКА	162
5.8. МАШИНИ ЗА ПОЛИРАЊЕ	163
Прашања за повторување	164

#### ***ПРОВЛЕКУВАЛКИ 165***

6.1. ОПШТИ ПОИМИ ЗА ОБРАБОТКА СО ПРОВЛЕКУВАЊЕ	165
6.2. ПРОФИЛНИ ПОВРШНИ КОИ СЕ ИЗРАБОТУВААТ СО ПРОВЛЕКУВАЊЕ	165
6.3. АЛАТИ ЗА ОБРАБОТКА СО ПРОВЛЕКУВАЊЕ	166
6.4. ДЛАБОЧИНА И БРЗИНА НА РЕЖЕЊЕ ПРИ ПРОВЛЕКУВАЊЕ	168
6.5. ХОРИЗОНТАЛНИ МАШИНИ ЗА ПРОВЛЕКУВАЊЕ	169
6.6. ВЕРТИКАЛНИ МАШИНИ ЗА ПРОВЛЕКУВАЊЕ	170
Прашања за повторување	170

#### ***МАШИНИ ЗА ОБРАБОТКА СО ПЛАСТИЧНА ДЕФОРМАЦИЈА 171***

7.1. ОСНОВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ОБРАБОТКАТА СО ПЛАСТИЧНА ДЕФОРМАЦИЈА	171
7.2. ЕЛАСТИЧНИ И ПЛАСТИЧНИ ДЕФОРМАЦИИ	172
7.3. ЗАГРЕВАЊЕ НА МАТЕРИЈАЛОТ ЗА ОБРАБОТКА СО ДЕФОРМАЦИЈА	173
7.4. ВИДОВИ ОБРАБОТКИ СО ПЛАСТИЧНА ДЕФОРМАЦИЈА	174
7.4.1. КОВАЊЕ И ПРЕСУВАЊЕ	174
7.4.1.1. ОБРАБОТКА СО КОВАЊЕ	175
7.4.2. ИСТИСНУВАЊЕ	178

<b>7.5. ОСНОВНИ ОПЕРАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКА НА ЛИМОВИ</b>	<b>179</b>
<b>7.6. МАШИНИ ЗА ОБРАБОТКА СО КОВАЊЕ</b>	<b>180</b>
7.6.1.1. ПАРОВОЗДУШНИ ЧЕКАНИ	182
7.6.1.2. ПНЕВМАТСКИ ЧЕКАНИ	184
7.6.1.3. МЕХАНИЧКИ ЧЕКАНИ	185
7.6.1.4. ПРОТИВУДАРНИ ЧЕКАНИ	188
<b>7.6.2. ПРЕСИ</b>	<b>190</b>
7.6.2.1. МЕХАНИЧКИ ПРЕСИ	190
7.6.2.1.1. ФРИКЦИОНИ ПРЕСИ	191
7.6.2.1.2. КРИВАЈНИ ПРЕСИ	192
7.6.2.2. ХИДРАУЛИЧНИ ПРЕСИ	195
7.6.2.3. ХОРИЗОНТАЛНИ КОВАЧКИ МАШИНИ	196
7.6.2.4. ПРЕСИ ЗА ИЗВЛЕКУВАЊЕ НА ЛИМОВИ	197
7.6.2.4.1. КРИВАЈНИ ПРЕСИ ЗА ИЗВЛЕКУВАЊЕ НА ЛИМОВИ	197
7.6.2.4.2. ХИДРАУЛИЧНИ ПРЕСИ ЗА ИЗВЛЕКУВАЊЕ НА ЛИМОВИ	199
7.6.2.4.3. ПРЕСИ ЗА АГОЛНО СВИТКУВАЊЕ ЛИМОВИ	201
Прашања за повторување:	202

*Користена литература:*

1. Апостол Ѓоревски, Алатни машини, Просветно дело-Скопје, 1994
2. Проф. д-р Стрезо Трајковски, Обработка на метали со режење, Универзитет "Кирил и Методиј"-Скопје, 1991
3. Љубен Дудески, Слободан Урдаревиќ, Технологија на занимањето металостругар, Просветно дело-Скопје, 1995
4. М.Јовичиќ, Д.Николиќ, Ј.Станиќ, Д.Мандиќ, М.Саебох, Технологија обраде II, Завод за уџбенике и наставна средства-Београд, 2003
5. М.Радосављевиќ, Технологија рада-металопресер, Завод за уџбенике и наставна средства-Београд, 1998
6. Ј.Јовичиќ, Технологија образовног профила-металостругар, Завод за уџбенике и наставна средства-Београд, 1999
7. Т.Дураковиќ, В.Меселџија, Технологија образовног профила-металоглодач 1, Завод за уџбенике и наставна средства-Београд, 1999
8. Д-р Јован Лазарев, д-р Васил Стрезов, Машини и обработка со деформација, Универзитет „Кирил и Методиј“-Скопје, 1994
9. Ј.Лазарев, А.Ѓоревски, С.Трајковски, Технологија на обработката, Просветно дело-Скопје, 1992
10. Д.Јевтиќ, В.Ј.Џуриќ, Д.Џуриќ, Технологија образовног профила-машинобравар, Завод за уџбенике и наставна средства-Београд, 1996
11. М.Шиповац, Технологија обраде за 3 разред, Свијетлост, Завод за уџбенике и наставна средства-Сарајево, 1984
12. Б.Козиќ, З.Симеуновиќ, Технологија обраде за 4 разред, Свијетлост, Завод за уџбенике и наставна средства-Сарајево, 1984

*Користени линкови:*

1. <http://www.scribd.com/doc/27072410/Predavanja-alati-i-naprave>
2. [http://www.slideshare.net/ram\\_ari/milling-1](http://www.slideshare.net/ram_ari/milling-1)
3. <http://www2.sts.si>
4. <http://web-trgovina.metal-kovis.hr/>
5. [www.mfkg.kg.ac.rs](http://www.mfkg.kg.ac.rs)
6. [www.masfak.ni.ac.rs](http://www.masfak.ni.ac.rs)
7. [http://www.americanmachinetools.com/how\\_to\\_use\\_a\\_milling\\_machine.htm](http://www.americanmachinetools.com/how_to_use_a_milling_machine.htm)
8. [http://www.ic.polyu.edu.hk/student\\_net/training\\_materials/IC%20Workshop%20Materials%2009%20-%20Metal%20Cutting%20Processes%20%20-%20Milling.pdf](http://www.ic.polyu.edu.hk/student_net/training_materials/IC%20Workshop%20Materials%2009%20-%20Metal%20Cutting%20Processes%20%20-%20Milling.pdf)