

**Факултет инжењерских наука Универзитета у  
Крагујевцу**



**Назив студијског програма: Машинско инжењерство**  
**Ниво студија: Основне академске студије**  
**Модул: Производно машинство**  
**Предмет: Производне технологије**  
**Број индекса: 20/2016**

**Стеван В. Ристић**  
**Технологија оштрења резних алата**  
**завршни рад**

**Комисија за преглед и одбрану:**

1. Др Богдан Недић -ментор
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Датум  
одбране: \_\_\_\_\_

Оцена: \_\_\_\_\_



Универзитет у Крагујевцу  
Факултет инжењерских наука



Основне студије: **Машинско инжењерство**

Студијско подручје (усмерење): **Производно машинство**

Име и презиме: **Стеван Ристић**

Број индекса: **20/2016**

### **ПРИЈАВА ЗАВРШНОГ РАДА**

Тема рада: **Технологија оштрења резних алата**

**Задатак:** У оквиру завршног рада кандидат треба да изврши прикупљање и систематизацију података о технологијама и машинама у обради оштрењем резних алата. Посебна пажња у оквиру рада треба да буде посвећена машинама за поједине поступке оштрења алата у функцији оштрења алата при одржавању. Кандидат ће у оквиру рада извршити прикупљање информација путем интернета о технологијама и машинама за обраду оштрењем. На крају рада на примеру универзалне оштрилице у Лабораторији за обраду метала резањем приказати технологије оштрења ваљкастих и вретенастих глодала.

Дипломски рада треба да садржи следеће целине:

1. Уводна разматрања,
2. Основне карактеристике машина у обради оштрењем,
3. Алати за обраду оштрењем,
4. Технологије оштрења алата за обраду глодањем,
5. Примери оштрења глодала,
6. Закључци,
7. Литература.

Ментор:

\_\_\_\_\_

Др Богдан Недић, редовни професор

Крагујевац, 08.05.2019.

# САДРЖАЈ

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.0. Увод.....                                                                                            | 1  |
| 2.0. Основне карактеристике машина у обради оштрењем .....                                                | 3  |
| 2.1. Основна подела .....                                                                                 | 3  |
| 2.2. Универзалне машине за оштрење резних алата.....                                                      | 3  |
| 2.2.1. Универзалне оштрилице резних алата са непокретним тоцилом .....                                    | 3  |
| 2.2.2. Универзалне оштрилице са вертикалним померањем тоцила.....                                         | 4  |
| 2.2.3. Универзалне оштрилице са уздужним померањем радног стола .....                                     | 5  |
| 2.2.4. Универзалне оштрилице са могућношћу померања носача тоцила уздуж<br>вертикалног стуба .....        | 6  |
| 2.2.5. Универзалне електронске аутоматске машине за оштрење резних алата са<br>нумеричким управљањем..... | 6  |
| 2.2.6. Специјални уређаји на универзалним оштрилицама .....                                               | 7  |
| 2.3. Специјалне машине за оштрење.....                                                                    | 8  |
| 2.4. Машины за електроерозионо оштрење.....                                                               | 9  |
| 2.5. CNC машине за оштрење резних алата .....                                                             | 9  |
| 2.6. Прибор универзалне оштрилице UOZA-5.....                                                             | 10 |
| 2.6.1. Јахачи .....                                                                                       | 10 |
| 2.6.2. Уређаји за дељење на кругу .....                                                                   | 13 |
| 2.6.3. Уређаји за стежање израдака .....                                                                  | 15 |
| 2.6.4. Уређаји за оштрење резних глава.....                                                               | 22 |
| 2.6.5. Уређаји за брушење .....                                                                           | 23 |
| 2.6.6. Уређаји за оштрење сврдла .....                                                                    | 25 |
| 2.6.7. Уређаји за поравњање и профилисање брусевача.....                                                  | 26 |
| 2.6.8. Мерке .....                                                                                        | 28 |
| 2.6.9. Уређај за округло брушење.....                                                                     | 30 |
| 2.6.10. Заштитни уређаји .....                                                                            | 32 |
| 2.6.11. Помоћни уређаји .....                                                                             | 33 |
| 2.7. Примери оштрења и брушења алата на UOZA-5.....                                                       | 37 |
| 3.0. Алата за обраду оштрењем .....                                                                       | 65 |
| 3.1. Карактеристике обраде брушењем.....                                                                  | 65 |
| 3.3. Природни брусни материјали .....                                                                     | 66 |
| 3.4. Својства брусног материјала .....                                                                    | 67 |
| 3.5. Врсте везивног материјала .....                                                                      | 67 |
| 3.6. Абразивна тоцила .....                                                                               | 68 |
| 3.6.1. Основне карактеристике абразивних тоцила .....                                                     | 68 |
| 3.6.2. Зрноћа тоцила.....                                                                                 | 69 |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 3.6.3. Тврдоћа тоцила.....                                        | 69 |
| 3.6.4. Структура тоцила.....                                      | 69 |
| 3.6.5. Облици, типови и употреба тоцила.....                      | 70 |
| 3.7. Дијамантска тоцила .....                                     | 71 |
| 3.7.1. Основне карактеристике дијамантских тоцила.....            | 71 |
| 3.7.2. Облици типови и употреба дијамантских тоцила.....          | 74 |
| 4.0. Технологије оштрења алата за обраду глодањем .....           | 76 |
| 4.1. Значај, област примене обраде глодањем и врсте глодала ..... | 76 |
| 4.2. Конструкцијске карактеристике глодала.....                   | 80 |
| 4.3. Хабање глодала .....                                         | 81 |
| 4.4. Машине за оштрење глодачких резних глава .....               | 82 |
| 4.4.1. Конструкцијско извођење машина.....                        | 82 |
| 4.4.2. Технологија оштрења глодачких глава.....                   | 85 |
| 4.4.3. Подешавање алата за оштрење .....                          | 86 |
| 4.4.4. Поступак одржавања глодала .....                           | 88 |
| 5.0. Пример оштрења глодала.....                                  | 92 |
| 6.0. Закључак .....                                               | 96 |
| 7.0. Литература.....                                              | 97 |

## Резиме

У завршном раду чија је тема „Технологија оштрења резних алата”, кроз пет тачака је дата пуна слика, како и на који начин треба одржавати резне алате који се користе при обради разних материјала. У првом делу рада се говори о карактеристикама и поделама машина на којима се врши оджавање резних ивица алата, тј. његово оштрење, истицање њихових предности и мана, при чему је као пример једне од врсте машина узета оштрилица UOZA-5, произвођача Првوماјска из Загреба, и детаљно описан сваки прибор који долази уз једну овакву машину као и доста примера и случајева у којима се користи једна оваква оштрилица. Поред поделе машина говори се детаљно о алатима за обраду оштрењем, од чега се они састоје, које су им карактеристике, представљен је и велики број различитих облика самих алата који се користе у различитим случајевима оштрења. Рад је базиран на технологији оштрења глодала, па је сходно томе представљена значај, област и примена глодала, начин и врста хабања глодала, као и правилно припремање машине за преоштравање похабаних глодала. За крај самог рада урађен је експеримент у Лабораторији за обраду метала резањем, где је извршено преоштравање неколико различитих врста глодала као и других резних алата на универзалној оштрилици.

**Кључне речи:** *машине за оштрење, резни алати, технологија оштрења*

## Summary

In the final paper, which focuses on the technology of sharpening cutting tools, through five points is given a full picture, how and how to maintain the cutting tools used in the processing of various materials. The first part of the paper deals with the characteristics and divisions of the machines on which the cutting edges of the tool are made, ie. sharpening them, highlighting their advantages and disadvantages, using the UOZA-5 blade, manufactured by Prvomajsk from Zagreb, as an example of a type of machine, and detailing each accessory that comes with one such machine, as well as many examples and cases in which it is used one such blade. In addition to the division of machines, they discuss in detail about sharpening tools, what they consist of, what are their characteristics, and a large number of different forms of the tools themselves used in different sharpening cases. The work is based on milling sharpening technology, and accordingly the importance, area and application of the milling cutter, the manner and type of wear of the milling cutter are presented, as well as the proper preparation of the machine for sharpening worn milling cutters. At the end of the work, an experiment was performed at the Metal Cutting Laboratory, where several different types of milling cutters were sharpened as well as other cutting tools on a universal blade.

**Key words:** *sharpening machines, cutting tools, sharpening technology*

## 1.0. Увод

Данашњи степен развоја науке и технике у области обраде метала, и осталих материјала, поставља конструкторима и произвођачима веома сложене задатке. Неопходно је конструисати и произвести велики број алата и прибора, који морају бити функционални и економични, а исто тако и једноставни за одржавање, зато је веома важно и сложено одржавање резних алата у металопрерађивачкој индустрији.

Висину трошкова производње диктира тржиште, и услови привређивања, па ако се производња посматра као целовит систем онда је одржавање алата елемент који врши значајне поремећаје у том систему. Основно правило је да мерило продуктивности не сме да буде само број комада који се обради једним алатом, јер ако се алат при томе тако затупи или оштети да га је немогуће преоштрити, или су трошкови преоштравања велики онда је таква продуктивност додатни трошак.

Тренутни ниво производње специјалних високопродуктивних аутоматизованих машина, захтева велики број алата чија је набавна цена висока, па се и економичност производње огледа у што већој продуктивности алата. При проучавању оштрења алата полази се од тога да су нам познате све врсте алата за обраду резањем, као и карактеристике које мора да поседује нов алат, тј. оштар алат како би могао да извршава своју функцију. Оштрење алата се не може вршити импровизовано, што би условило лош квалитет оштрења, већ по одређеној технологији и на посебним машинама специјално конструисаним које могу бити универзалног или специјалног типа. Великосеријска производња, у којој се употребљава велики број резних алата, мора имати и универзалне и специјалне машине за њихово оштрење.

Резни алати у експлоатацији се само једном јављају као нови, и до његовог првог затупљења је недовољно искоришћен. Зато није довољно да само произвођач алата испоручује квалитетан алат, већ његово економично искоришћење зависи од квалитетног одржавања у експлоатацији. Неквалитетно изведено преоштравање алата у експлоатацији не даје задовољавајуће резултате и код квалитетног произведеног алата, што је посебно важно код одржавања високовреднованих алата.

Преоштравањем алата неопходно је одржати постојећу геометрију резних елемената. Квалитетно обрађене површине резних елемената битно утичу на век постојаности алата. Резне ивице алата су у сталном процесу резања и изложене су хабању, те је њихово благовремено и квалитетно одржавање битно за економичност искоришћења алата у експлоатацији.

Технолошки поступак оштрења резног алата треба да одреди: чиме се алат оштри, како се алат оштри и под којим условима. Посебно је битно да се технолошким поступком предвиди начин контроле квалитета оштрења резног алата. Да би наоштерни алат задржао своје резне способности, треба извршити правилан избор режима обраде, брусног материјала (тоцила). На сам режим брушења директно утиче маса и сам облика алата. Квалитет оштрења алата зависи од датог технолошког поступка и од редоследа извођења операција.

Да би се алат довео у исправно стање обично се изводи више операција, почев од сечења материјала, грубог, завршног брушења, до глачања појединих површина резног клина. Резни алат који долази на оштрење налази се у различитим стању. Препоручује се да похабаност резних ивица алата не буде велика при прекиду резања, али је чест случај да алати долазе на оштрење не само са похабаним резним елементима, већ и са већим оштећењима, деформацијама, па и ломовима.

У овом дипломском раду, дат је преглед машина у обради оштрењем од којих највише зависи квалитет наоштреног алата, као и алати који се користи, технологија оштрења алата у обради глодањем као и практични пример оштрења ваљкастих и вретенастих глодала у Лабораторији за обраду метала резањем.

## **2.0. Основне карактеристике машина у обради оштрењем**

### **2.1. Основна подела**

У производним погонима у којима се врши серијска и масовна производња, јавља се велики број различитих конструкцијских резних алата, при чему се јавља потреба за његовим оштрењем тј. потреба за машинама на којима ће се алат оштрити.

Економичност пословања и продуктивност рада у директној је вези са квалитетом резних алата што се даље односи на машине за оштење-оштрилице.

У серијској, великосеријској и масовној производњи, људи су увидели да се на резним алатима може много уштедети ако се на адекватан начин организује њихово оштрење и одржавање. Услед резвијања машина за оштрење алата, данас их према конструкцијским особинама можемо сврстати у неколико основних група:

- а) универзалне машине за оштрење резних алата
- б) специјалне машине за оштрење појединих врста резних алата као што су: стругарски ножеви, бургије, глодачке резне главе, одвални глодачи, резни алати за израду озубљења, провлакачи, развртачи, упуштачи итд...
- ц) машине за електро-ерозивно оштрење алата.

### **2.2. Универзалне машине за оштрење резних алата**

Ове машине имају више конструкцијских извођења, а овде ће се навести само њихове главне карактеристике.

#### **2.2.1. Универзалне оштрилице резних алата са непокретним тоцилом**

Основна карактеристика ових машина је да им је носач са тоцилом непокретан и да је учвршћен на вертикални стуб машине. Тоцило има само главно обртно кретање које добија од електромотора. За стуб је причвршћен и вертикални супорт који има могућност померања горе-доле по вођицама које се налазе на самом стубу. Овај супорт на себи садржи још један елемент (попечни супорт) који омогућује попречно кретање. Подеона глава за стезање алата који треба наоштрити и коњић за подупирање, налазе се на уздужном супорту. Брусно вретено има два тоцила од којих је једно за грубо оштрење, а друго за завршно брушење или глачање. Носач са тоцилима се може окретати у хоризонталној равни за 360° у круг. На сл. 1 приказана је ова универзална оштрилица резних алата . Тип приказане машине је UOZA-51.



Сл. 1 - Универзална оштрилица резног алата тип UOZA-51

## 2.2.2. Универзалне оштрилице са вертикалним померањем тоцила

На постољу ових машина, налази се попречни супорт који омогућује попречно кретање напред (ка тоцилу) и назад (од тоцила). На њему се налази уздужни супорт који се помера осцилаторно у уздужном правцу. За постоље машине причвршћен је вертикални стуб на коме је носач тоцила који има могућност кретања горе-доле постубу. Носач има могућност и окретања у хоризонталној и вертикалној равни за  $360^\circ$ , као и нагињања брусног вретена за  $\pm 90^\circ$ , што проширује могућности саме машине и чини је универзалном. На попречном супорту је и уређај за спирално оштрење вишесечних резних алата. На сл. 2 је приказана ова врста универзалне оштрилице.



Сл. 2 – Универзална оштрилица резних алата са вертикалним померањем супорта

Покретни делови ове машине означени су: вертикални стуб машине са тоцилом; уздужни супорт који носи на себи коњић и аутоматски уређај за поделу са погонским мотором; уређај за спирално брушење, уређај за хлађење и електро-орман.

### **2.2.3. Универзалне оштрилице са уздужним померањем радног стола**

Оснвна карактеристика ових оштрилица је у томе што уздужни радни супорт има могућност само уздужног померања лево и десно, при чему се ово померање врши ручно или хидрауличним путем. Тоцило са носачем налази се на попречном супорту и има могућност попречног померања према радном комаду и назад, као и могућност висинског померања. Тоцило се може заокретати у хоризонталној и вертикалној равни за  $360^\circ$ . Као и код осталих оштрилица, на радном столу ове машине налази се и подупирање дужих резних алата.

На сл. 3 приказана је ова врста машине. На стубу машине налази се носач тоцила са тоцилом, који се може померати уздуж стуба. Уздужни супорт носи држач подеоне главе са подеоном главом и коњић за подупирање дугачких радних комада. На попречном супорту налази се стуб. На тај начин, померање попречног супорта, могуће је примицање тоцила резног алата који треба наоштрити. Уздужни сто се може померати у хоризонталном правцу и то ручним или хидрауличним путем.



Сл. 3 – Универзална оштрилица са уздужним кретањем супорта

#### **2.2.4. Универзалне оштрилице са могућношћу померања носача тоцила уздуж вертикалног стуба**

Ове машине имају појачани вертикални стуб који је учвршћен на попречном супорту машине. На стубу се налази носач тоцила који може да се креће по својим вођицама у вертикалном правцу. Захваљујући специјлној конструкцији брусног вретена и погонског уређаја за његово обртање, на оваквим машинама је могуће оштрили резне алате малих димензија, као што су на пример стругарски ножеви за фино разбушивање. Сама конструкција машине обезбеђује већу крутост машине, самим тим и њену тачност. На сл. 4 је приказана тип машине “Geometric”.



Сл. 4 – Универзална оштрилица са могућношћу померања носача тоцила уздуж вертикалног стуба

#### **2.2.5. Универзалне електронске аутоматске машине за оштрење резних алата са нумеричким управљањем**

Два главна недостатка универзалних машина за оштење су велико време за подешавање машине при прелазу са оштрења једне површине резног алата на другу и велико машинско време за скидање целокупног исхабаног слоја, који се налази на сечиву. Други проблем је покушан да се реши, тиме што су уведена ручна кретања супорта машине, али се због неравномерног посмака доводило до топлотних оштећења сечива, па су се тако наоштрени алати брзо враћали на поновно оштрење или избацивали из експлоатације.

Сви ови недостаци, оклоњени су увођењем универзалне оштрилице са нумеричким управљањем. Захваљујући њима, машинско време оштрења је смањено за 80%, а време за подешавање машине за 70%. На оваквим машинама су сва кретања радних супорта и тоцила, као и додатних уређаја аутоматска и одвијају се пре унапред дефинисаном временском интервалу. На сл. 5 је приказане једна таква машина.



Сл. 5 – Универзална оштрилица са нумеричким управљањем

На сл. 5 се налази AVYAC NC18 машина за аутоматско оштрење глодала. Карактеристике овакве машине се могу видети у каталогу који продаизвођач нуди (<http://www.avyac-machines.com/telechargements/anglais/AVYAC%20Fiche%20NC18%20ENG.pdf>), а начин рада је приказан снимком (<https://www.youtube.com/watch?v=2ctqf5peVok>).

## 2.2.6. Специјални уређаји на универзалним оштрилицама

На универзалним оштрилицама резних алата употребљавају се различити специјални уређаји, којима је омогућено оштрење великог броја различитих алата. Најчешће се употребљавају следећи специјални уређаји:

**1. Уређаји за спирално бушење** – Помоћу овог уређаја омогућено је оштрење грудног и леђног угла на цилиндричним глодалима са спиралним зубима, затим грудног и леђног угла на крестастим котурастим цилиндричним глодалима са спиралним зубима, као и грудног и леђног угла на вретенастим чеоним глодалима. Могуће је вршити оштрење грудног угла на одвалним глодалима, профилним глодалима, спиралним развртачима, степенастим спиралним бургијама као и спиралним навојним бургијама.

**2. Уређај за оштрење глодачких резних глава** – за оштрење глодачких резних глава постоје специјалне машине на којима се постижу кратка времена израде као и висок квалитет наоштрених површина. За овакав тип машина нема много посла, па је овакав тип оштрења могуће извршити и на универзалним оштрилицама.

**3. Уређаји за брушење заобљења** – Овакав уређај се користи за брушење и оштрење заобљења на упуштачима, котурастим глодалима и ножевима за стругање.

**4. Уређаји за леђно брушење** – Помоћу овог уређаја омогућено је леђно брушење бургија, упуштача и улазног дела навојних бургија.

**5. Уређаји за оштрење врха на спиралним бургијама** – У колико се деси да предузеће нема уређај за овакву врсту оштрења бургија, могуће је исту извести на универзалниј оштрилици помоћу одговарајућег уређаја.

**6. Уређаји за оштрење тестера** – Сам уређај садржи погон који омогућава да се тестера заокрене за одрђени угао поделе, примицање тоцила и оштрења по грудној површини.

**7. Уређај за копирно брушење и оштрење** – Основни делови овог уређаја су копирни механизми који преноси и појачава кретање пилота по копиру на држач радног предмета чији профил треба наоштри.

**8. Оптички уређаји за фазонско брушење и оштрење** – Омогућује брзо и квалитетно извршавање брушења и оштрење сложених облика резних алата. Уређаји се састоји из кућишта пројектора, кућишта лампе за дијаскопско осветљење, кућишта лампе за епископско осветљење, конзолни супорт, стезач радних комада и уређаја за уздужни посмак.

## 2.3. Специјалне машине за оштрење

Да би се повечала продуктивност оштрења, данас су у употреби специјалне машине за оштрење стругарских ножева, спиралних бургија, глодачких резних глава, одвалних глодала итд. Специјалне машине су пројектоване тако да врше оштрење само једне врсте алата, при чему се само оштрење врши доста детаљније, прецизније и боље у односу на универзалне оштрилице.



Сл. 6 – Специјална оштрилица за кружне тестере „Jeffery” са нумеричким управљањем

## 2.4. Машине за електроерозионо оштрење

При грубим обрадама на машинама, као што су грубо стругање, бушење и глодање, скидају се велике количине материјала са полуфабриката и одливака. С обзиром на то да су толеранције широке, дозвољавају се затупљења на резним алатима. Да би се поново оспособили за рад, потребно је при оштрењу по некад скинути и преко 1 mm додатка.

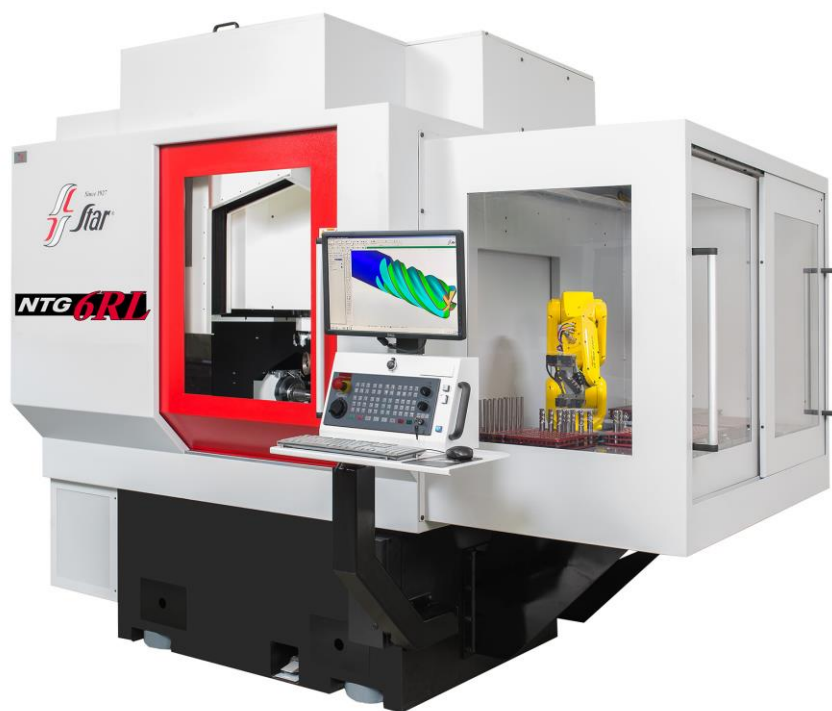
Брушење овако великог додатка механичким путем трајало би веома дуго и дошло би до великог трошења самог тоцила. Због тога је овај проблем решен машинама за електроерозионо брушење, које скидају велике количине материјала за врло кратко време. Најчешће се користе за оштрење стругарских ножева, одвалних глодала као и бургија.

## 2.5. CNC машине за оштрење резних алата

У великосеријској и масовној производњи користи се велики број алата који је потребно одржавати, при чему је потребно да се њихово оштрење изводи већом брзином него што би се то вршило класичним ручним преоштравањем. У великим фабрикама чији се машински паркови састоје из великог броја машина, најчешће се као машине за оштрење алата користе CNC (computernumerical control) машине. Суштина ових машина је да задовољи спецификације које су задате преко програмског кода, и то без ручног оператера што додатно скраћује време обраде.

Самим убацивањем алата у машину и пуштањем одређеног програма, машина сама врши оштрење алата, са далеко већом прецизношћу него што је то случај са класичним оштрењем алата.

На сл. 7 се може видети пример једне CNC машине за оштрење резних алата.



Сл.7 - CNC машина за оштрење резног алата

## 2.6. Прибор универзалне оштрилице UOZA-5

У другом поглављу рада помињу се основне карактеристике машина за оштрење резних алата, а као пример користићемо универзалну оштрилицу UOZA-5, произвођача „Првوماјска”, из Загреба.

У вандредни прибор спадају:

- 1) Јахачи
- 2) Уређаји за дељење на кругу
- 3) Уређаји за стезање израдака
- 4) Уређаји за оштрење резних глава
- 5) Уређаји за брушење
- 6) Уређаји за оштрење сврдла
- 7) Уређаји за поравњање и профилисање брусева
- 8) Мерке
- 9) Уређаји за округло брушење
- 10) Заштитни уређаји
- 11) Помоћни уређаји:    а) за подупирање зуба алата  
                                     б) остали

### 2.6.1. Јахачи

Десни јахач 02-20/v 12

Десни јахач се употребљава за стезање обрадка који се налази између шиљака у комбинацијим са осталим прибором који имају разне главе или леви јахач. Тежина дела износи 7,4 kg.



Сл.8 – Десни јахач

### Леви јахач 02-20/v 13

Код оштрења алата малих димезија, при чему им је дужина већа онда се употрељава леви јахачу комбинацији са десним, па се тако обезбеђује већи преглед код брушења. Тежина дела износи 7,4 kg.



Сл. 9 – Леви јахач

### Висински јахач 02-20/v 14

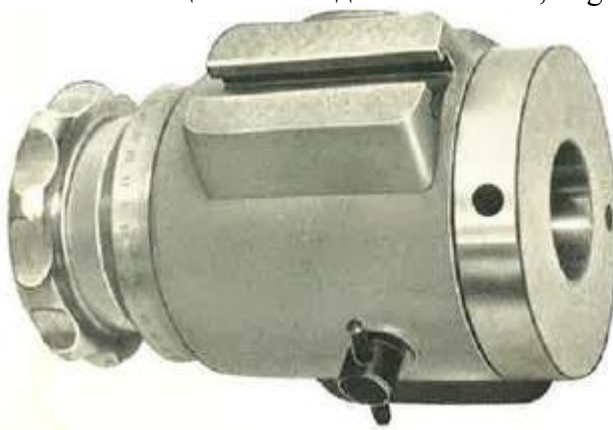
Висински јахач се користи у комбинацији са окретном главом (02-20/v 15), а она је причвршћена на окретну угаону главу за брушење навојних сврдла, грудних површина код коничних развртача и сл. Вертикално померање пиноле изнад средине 50 mm, док је вертикални помак испод средине 5 mm. Тежина дела износи 18,5 kg.



Сл.10 – Висински јахач

### Окретна глава са кугличним улежиштењем 02-20/v 15

Употребљава се за прихват алата на дршкама са Морсе чуњевима, а помоћу стезних глава и других стезних направа, омогућено је прецизно стезање цилиндричних предмета, односно алата и обрадака са цилиндричним издацима. Осим тога у комбинацији са осталим уређајима ова окретна глава се употребљава за најразличитије радове као што су: равно и унутрашње округло брушење, брушење дељењем на кругу, за оштрење резних глава. Због веома лаког окретања вретена, које је вођено кугличним лежајем повећане тачности, овом главом се врло лако оштре алата са завојницом, када се воде помоћу непомичног ослоња. Тежина дела износи 10,5 kg.



Сл. 11 - Окретна глава са кугличним улежиштењем

### Окретна угаона глава 02-20/v 82

Употребљава се за стезање резних глава. Помоћу оба угаона комада, омогућује се добро стезање, а ако се бруре ножеви користе се 4 угла. Један већи и један мањи међукомрад проширује дијапазон употребе ове обртне главе. Тежина овог дела износи 16 kg.



Сл. 12 - Окретна угаона глава

## 2.6.2. Уређаји за дељење на кругу

Деобена направа са плочама 02-20/ч 16

Ова направа осигурава најтачнију поделу, па се заједно с окретном главом са кугличним улеђиштењем употребљава за кружно дељење. По потреби се те плоче могу применити и код уређаја за брушење стрмих завојница. Деобене плоче имају по 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 36 и 40 жлебова. Тежина дела износи 8,8 kg.



Сл. 13 - Деобена направа са плочама

Деобена направа са бубњем 02-20/ч 34

Ова деобена направа снабдевена је казаљкама за рупице потребне за једну диобу. Осим тога се може извршити поједино дељење у краћем временском интервалу, пошто не треба мењати деобене елементе. Уређај се смешта у окретну главу са кугличним улежиштењем. Бубањ има низове од по 18 20 22 24 28 30 и 32 рупице. Тежина дела износи 4,5 kg.



Сл. 14 - Деобена направа са бубњем

### Окретна деобена направа са прстеновима 02-20/у 33

За дељење обратка са чеоне стране, као и за оштрење чеоних глодала, прикладна је деобена глава са прстеновима. Опремљена је заштитним прстеновима против погрешног дељења. Главом се могу наравно изводити остали радови брушења са кружним дељењем. Причвршћује се на окретну угаону главу. Деобени прстени имају 12 14 16 18 или 20 жлебова. Тежина овог дела је 18,3 kg.



Сл. 15 - Окретна деобена направа са прстеновима

### Ручна деобена глава са финим подешавањем 02-20/у 21

Предност ове главе је да се помоћу једног пужа за време рада може на једноставан начин вршити ротационо помење. Тим пужем се могу вршити и fine деобе по 2'. Основна глава може бити само у хоризонталном положају. Четири комада деобених плоча има низове од:

28 36 и 40 рупица

26 30 и 44 рупица

32 34 и 38 рупица

42 46 и 48 рупица

Тежина овог дела је 39,5 kg.

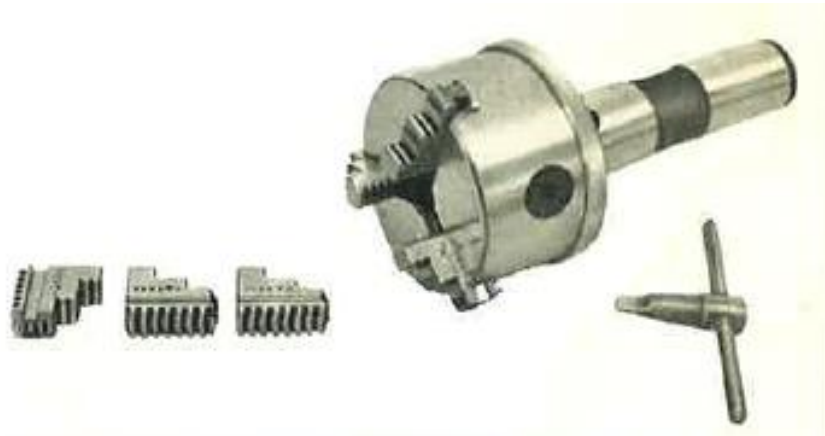


Сл. 16 - Ручна деобена глава са финим подешавањем

### 2.6.3. Уређаји за стезање израдака

#### Прецизна стезна глава 02-20/v 29

Ова галва служи за стезање обрадака, глодала, алати, и делова са цилиндричним обликом. Ова глава има пречник стезања од 110 mm, и њена тежин износи 5 kg.



Сл. 17 - Прецизна стезна глава

#### Стезна глава ( од 3,5....16 mm растући по 0,5 mm ) 02-20/v 116

Служи за стезање алата и обрадака са цилиндричним дршком. Тежина овог дела износи 3,7 kg.



Сл. 18 - Стезна глава

Стезна глава ( од 5....25 mm растући по 0,5 mm ) 02-20/v 117

Служи исто као 02-20/v 116. Тежина износи 12,5 kg.



Сл. 19 - *Стезна глава*

Окретна стега 02-20/v 81

Може се монтирати стезањем на окретну угаону главу, при чему је сваки нагиб у простору.

|                |        |
|----------------|--------|
| Отвор чељусти  | 55 mm  |
| Ширина чељусти | 105 mm |
| Висина чељусти | 24 mm  |
| Тежина         | 5 kg.  |



Сл. 20 – *Окретна стега*

### Хоризонтално окретна стега 02-20/v 83

Причвршћен је на постоље окретне угаоне главе. У хоризонталном смеру окретљив за 360°.

Отвор чељусти 100 mm

Ширина чељусти 120 mm

Висина чељусти 30 mm

Тежина 9.1 kg.



Сл. 21 - Хоризонтално окретна стега

### Окретно нагибна стега 02-20/v 84

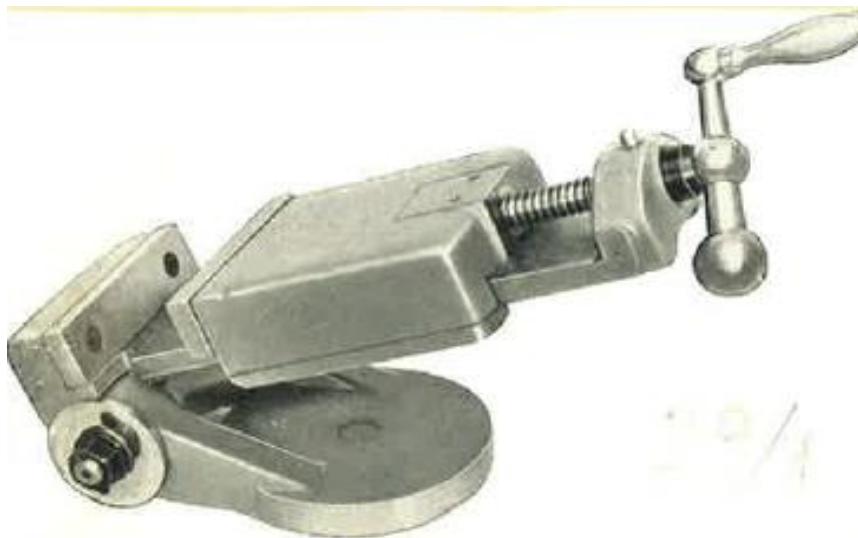
Осим што је окретљив у хоризонталном смеру, може да се нагиње у вертикалном смеру за 90°. Причвршћен је на постоље окретне угаоне главе 02-20/v 82.

Отвор чељусти 100 mm

Ширина чељусти 120 mm

Висина чељусти 30 mm

Тежина 13,5 kg.

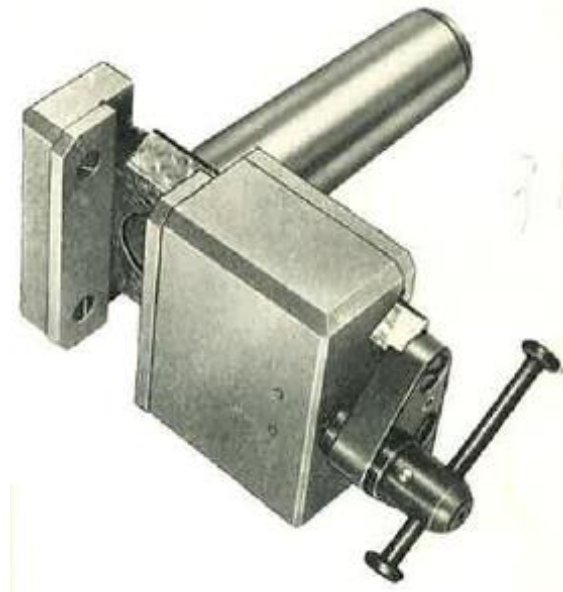


Сл.22 - Окретно нагибна стега

### Стега за окретне главе 02-20/v 85

У ову стегу се може стављати свако вретено из сета ове машине.

|                |         |
|----------------|---------|
| Отвор чељусти  | 40 mm   |
| Ширина чељусти | 105 mm  |
| Висина чељусти | 24 mm   |
| Тежина         | 5,2 kg. |

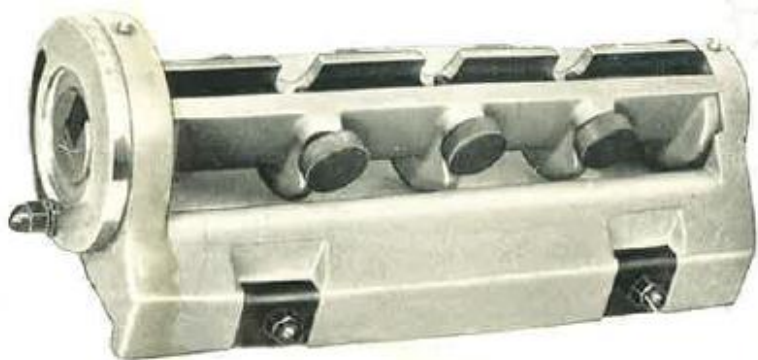


Сл. 23 - Стега за окретне главе

### Уређај за брушење танких плоча 02-20/v 86

Помоћу овог уређаја, могу се стегнути пљоснати делови које је потребно брусити као што су трачице за брусиле без шиљака, ножеви блањалица за дрво, ножеви за дуван...

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| Могући нагиб            | 0-90°   |
| Дужина хватања          | 410 mm  |
| Највећа дебљина стезања | 20 mm   |
| Тежина дела износи      | 27,7 kg |



Сл. 24 - Уређај за брушење танких плоча

### Трн са пером 02-20/v 22

Употребљава се код оштрења резног алата са равним, а поготово са завојним жлебовима, врши једнако притискивање зуба алата на подупирач преко пера, тако да није потребно руком придржавати алат. Тежина дела је 4 kg.



Сл. 25 - Трн са пером

### Специјални Морсе шиљци 02-20/v 18

Помоћу ових шиљака, врши се стезање алата или обрадака, који имају средишње отворе. Продужени шиљци се употребљавају код витких алата са малим пречником као што је нпр. развртач.

Сету ових шиљака припада:

2 ком. Морсе шиљака 1 1 ком. Морсе шиљака 5

1 ком. Морсе шиљака 2 2 специјална продужена Морсе шиљака 1

1 ком. Морсе шиљака 3 1 ком. специјални продужени Морсе шиљак 2

1 ком. Морсе шиљака 4 1 ком. специјални продужени Морсе шиљак 3

Тежина 1 kg.



Сл. 26 - Специјални Морсе шиљци

### Трнови за упуштаче 02-20/v 48

Служи за стезање упуштача, развртача и осталог алата, који има унутрашњи однос 1:30. Са димензијама 13 16 19 22 27 32 40 и 50 mm.



Сл. 27 - Трнови за упуштаче

### Трнови за прихват обрадака 02-20/v 32

Помоћу ових трнова омогућено је стезање алата и осталих обрадака који имају цилиндричне отворе. Овакви трнови се израђују са 13 16 22 27 32 и 40 mm. Тежина 8,6 kg.



Сл. 28 - Трнови за прихват обрадака

### Морсе за скраћене пушкице 02-20/v 20

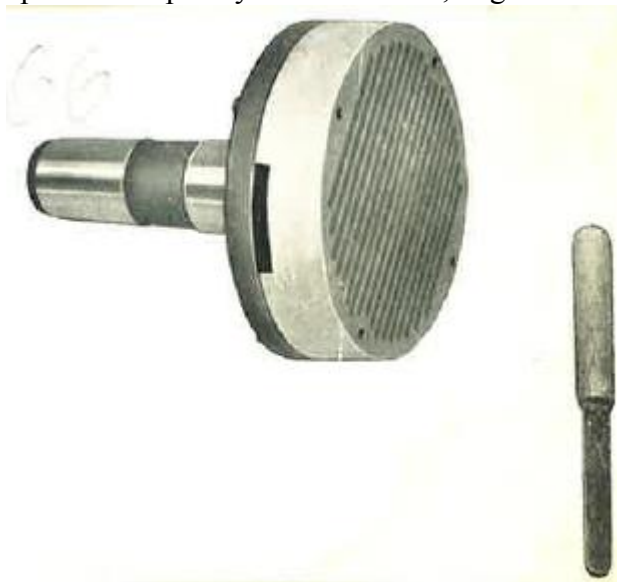
Морсе редуцирне пушкице употребљавају се за стезање алата на дршкама са Морсе чуњем, а који су мањи од оних што их имају вретена прибора тј. мањи од Морсе чуња 5 или метричког чуња 80. Слога се састоји од следећих пушкица: пушкица Морсе 3/1, Морсе 5/2, Морсе 5/3, Морсе 5/4, Метрички 80/Морсе 5, Метрички 80/Морсе 6. Тежина овог дела износи 10 kg.



Сл. 29 - Морсе за скраћене пушкице

### Окретна перманентно магнетска прихватна глава 02-20/v 115

Препоручује се употреба ове главе из једноставног разлога, што је време монтирања овакве главе знатно краће од оног код електромагнетских глава. Отпада набавка исправљивача, у самој плочи нема никаквих, рад је са њом сасвим сигуран. Код изненадног нестанка електричне енергије могуће је да предмет склизне са саме проче. Димензија плоче 150 mm, трн има Морсе чуњ 5. Тежина 6,2 kg.



Сл. 30 - Окретна перманентно магнетска прихватна глава

### Перманентно магнетска прихватна плоча 02-20/v 121

Ова се плоча из истих разлога, као што је било код перманентно магнетске прихватне главе, препоручује за употребу на овом строју. Служи за стезања пљоснатих алата и обрадака, при чему су мере плоче 450x150 mm, а тежина 18,7 kg.



Сл. 31 - Перманентно магнетска прихватна плоча

#### Апарат за демагнетизирање 02-20/v 122

Преостали магнетизам у челичним деловима као што су мерни алати, резни алати итд. проузрокована магнетним дејством, или магнетизам који је у њима настао из неког другог разлога, потребно је такав магнетизам уклонити тј. демагнетизирати, што се може учинити помоћу овог уређаја.

Димензије прибора су 175 x120 mm, а тежина 6,7 kg.



Сл. 32 - Апарат за демагнетизирање

#### 2.6.4. Уређаји за оштрење резних глава

##### Уређај за оштрење тешких резних глава 02-20/v 26

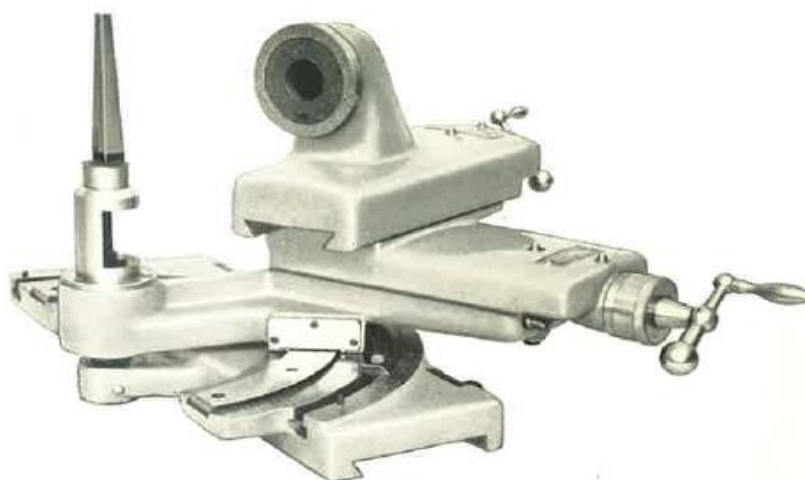
Овај уређај омогућује оштрење тешких резних глава са великим померањима и јаким стезним чеповима, као и тешких вретенастих глодала, јер они по правилу имају увек јаке прихватне чепове, па се због тога у обичним главама не би могли стезати. Вретено је улежиштено у котрљајуће лежајеве повишене тачности, па је услед тога врло лако покрећу, што је веома важно код оштрења вретенастих глодала са завојним зубима. Када је вретено у хоризонталном положају максимално померање резне главе може износити 520 mm. Нагиб вретена може бити  $\pm 11^\circ$ , тежина износи 63,5 kg.



Сл. 33 - Уређај за оштрење тешких резних глава

### Уређај за оштрење резних глава и заобљење резних углова 02-20/v 25

С овим уређајем омогућено је оштрење свих оштрица на ножевима резних глава као и заобљење углова тих ножева, када се тражи квалитетна обрађена површина. Осим тога, овим се уређајем могу оштрити нека специјална профилна глодала у којима се осим равних површина јављају и заобљења. Тада се уз овај уређај употребљава и нагибно брусно вретено 02-20/v 94. Алат који се оштри, стеже се помоћу окретне главе 02-20/v 15, а на њу се може сместити деобена направа 02-20/v 16 или 02-20/v 34. Када је вретено окретне главе у хоризонталном положају, максимално померање резне главе износи 370 mm. Код таквог померања, максимални радијус може бити 20 mm, а минимални 0 mm. Заокретљивост супорта је  $130^\circ$ , а тежина 62,5 kg.

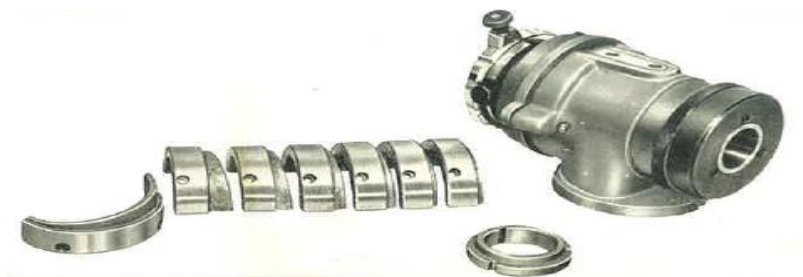


Сл. 34 - Уређај за оштрење резних глава и заобљење резних углова

### 2.6.5. Уређаји за брушење

#### Уређаји за оштрење упуштача 02-20/v 23

Услед различитих шаблона, који се могу стезати у уређај, добија се на времену, за време његовог заокретања, потребан корак у аксијалном смеру. Ради тога се могу ови уређајем успешно оштрити упуштачи од 10...120 mm, нарезница, сврдла са 3 или 4 оштрице итд. Ставља се на постоље окретне обртне главе 02-20/v 82. Уз сам уређај се добијају 8 шаблона за деснорезне алате као и деобена плоча са 3 или 4 деобе. Тежина износи 18 kg.



Сл. 35 - Уређаји за оштрење упуштача

### Уређај за аксијално и назадно брушење 02-20/v 36

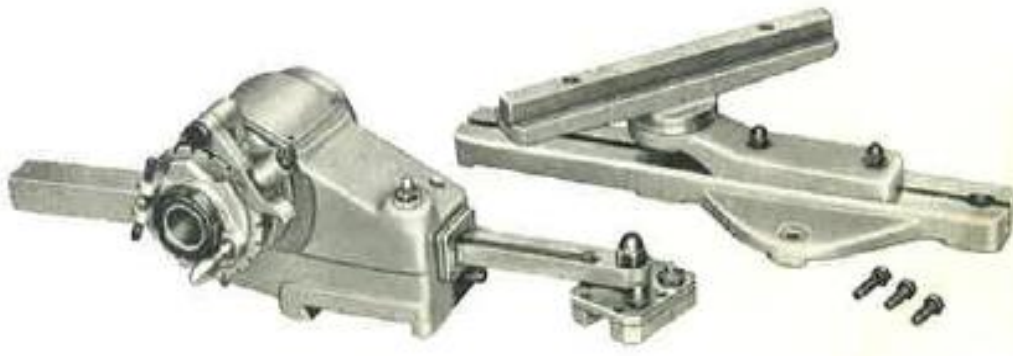
Пошто овај уређај има оси могућности вршења аксијалног померања вретена, његовог окретања још и могућност радијалног забрушивања, омогућава ексцентрично постављање основе за износ од 0-3 mm, тај је уређај прикладан осим за оштрење упуштача, навојних сврдла и нарезница, још и за оштрење профилираних сврдла, као и центрираних сврдла за средишње отворе, глодала за обрубљивање зупчаника итд. Уз уређај се добија и 8 различитих шаблона за аксијално померање за деснорезне алате и 2 деобене плоче са 3 и 4 деобе. Тежина износи 19,3 kg.



Сл. 36 - Уређај за аксијално и назадно брушење

### Уређај за брушење стрмих завојница 02-20/v 24

Тај уређај врши потребно закретање вретена око његове осе за време његовог уздужног кретања услед погоњења погонском полугом, која је вођена по поводној летви. Сви покретни делови су улежиштени у кугличним лежајевима, па је услед тога уређај лако покретљив. Код оштрења одвалних глодала овај уређај је неопходан за зупчанике и клинасте осовине, а и код оштрења алата са завојним зупцима, као што су ваљкаста и вретенаста глодала и развртачи. Услед коришћења овог уређаја, олакшано је оштрење у односу на брушење помоћу непомичног ослонца. Завојница која се бруси може имати по целој дужини, између почетка и краја, максимално 295° размака, а минимални успон од 356 mm. Једна приложена деобена плоча има 18 деоба. Максимално померање глодала је 250 mm, а тежина износи 57 kg.

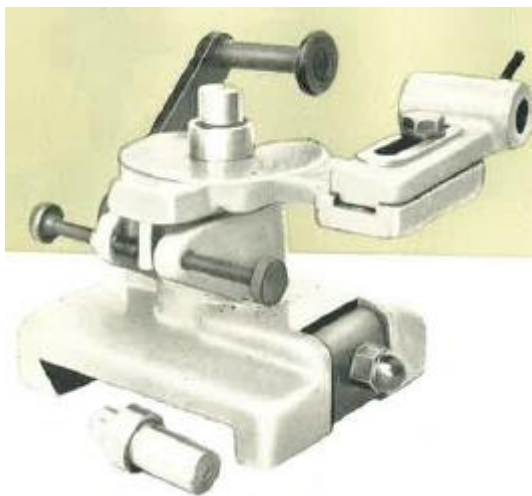


Сл. 37 - Уређај за брушење стрмих завојница

## 2.6.6. Уређаји за оштрење сврдла

Уређај за оштрење профилних глодала 02-20/v 27

Пошто се овим уређајем врши брушење на тај начин да брусна плоча улази између два зуба у радијалном смеру према глодалу, који се оштри, то се код оштрења емитује мање загревање тј. мање топлоте се ослобађа него код других машина за оштрење. Пошто је потребно да брусна плоча улази у радијалном смеру на глодало, постављање уређаја је олакшано мерком која се налази на самом уређају. Због тога је овај уређај прикладан за оштрење натражно профилираних плочастих глодала. Тежина уређаја износи 7,8 kg.



Сл. 38 - Уређај за оштрење профилних глодала

Уређај за оштрење спиралних сврдла од 1...13 mm 02-20/v 71

Овим уређајем се могу оштрили деснорезна сврдла са пречником који је већи или једнак пречнику дршке, максимална дужина сврдла могу бити 200 mm. Тежина уређаја 5,7 kg.



Сл. 39 - Уређај за оштрење спиралних сврдла

Уређај за оштрење спиралних сврдала од 4...35 mm 02-20/v 75

Могу се брусити деснорезна сврдла са цилиндричним и коничним дршкама већих или мањих пречника од самог пречника сврдла. Максимална дужина може бити 450 mm.



Сл. 40 - Уређај за оштрење спиралних сврдала

#### 2.6.7. Уређаји за поравњање и профилисање брусев

Квалитетна површина се може постићи брушењем, и то ако је брусна плоча исправно поравната и наоштрена, што се може постићи једино помоћу стабилних уређаја за поравњање, никако руком.

Универзални уређај за профилисање брусев 02-20/v 52

Овај уређај омогућује поравњање и профилирање брусних плоча по правцима, а има и предности, да се за време брушења може заокренути из свог радног положаја, па на тај начин даје слободно видно поље ка месту брушења. Тежина уређаја 4,5 kg.



Сл. 41 - Универзални уређај за профилисање брусев

#### Уређај за профилирање облине бруса 02-20/v 53

Са овим се уређајем профилирају брусне плоче са испупченим или удубљеним заобљењима у облику кружних лукова. Пошто средиште радијуса овако профилиране брусне плоче увек остане у оси шиљка, тако су брусне плоче врло прикладне за брушење клинастих осовина и осталих ожебљених делова. Код испупчених заобљења брусне плоче, максимални промер брусне плоче код радијуса 0 mm је 220 mm, а код радијуса 15 mm максимални промер брусне плоче је 130 mm. Код удубљених заобљења промер плоче је 220 mm, код радијуса 0 mm, а код радијуса 30 mm максимални промер брусне плоче износи 250 mm. Заокретање брусне плоче се може ограничити помоћу граничника, који се подешавају преко скале. Тежина износи 7,5 kg.



Сл. 42 - Уређај за профилирање облине бруса

#### Држач дијаманата 02-20/v 51

Овај уређај се употребљава за поравнавање брусних плоча, када поравната брусна плоча мора бити тачно паралерна на смер хода уздужног стола. Овакав захтев се поставља код брушења цилиндричних или коничних осовина и отвора, као и код планских брушења. Држач се причвршћује на окретни сто, а без његовог сталка може се држач причврстити и на цилиндрични наставак јахача или на подупирач, када се поравната брусна плоча вретена за унутрашње брушење. Заокретање кућишта брусног вретена могу се постићи на брусној плочи поравнања под сваким произвољним углом. Тежина уређаја износи 2,3 kg.



Сл. 43 - Држач дијаманата

#### Дијамант за поравнавање 02-20/v 54

Овај се дијамант може уградити у све уређаје прибора ових алата, који служе за профилирање брусев. Изведен је према стандарду DIN 1820. Тежина дијаманата је 1 карат.



Сл. 44 - Дијамант за поравнавање

### 2.6.8. Мерке

Неколико мерки омогућава брусачу да лако и брзо подешава своје уређаје, као и прибор за брушење, тако олакшава постизање потребне тачности код подешавања разних глава, трнова, стега и сличног. Помоћу мерке увек је могуће на резним алатима оджати прописане оптималне резне углове који су потребни за остваривање тачности.

#### Висинска мерка 02-20/v 61

Помоћу ове висинске мерке, која слижи као база за висину, мери се потребно висинско подешавање стола према подупирачу помоћу номограма из описа овог строја или осталих табела. Тежина износи 1,4 kg.



Сл. 45 - Висинска мерка

#### Мерка за подешавање радијуса 02-20/v 65

Мерка служи за подешавање кружног супорта код заобљења разних углова на ножевима резних глава, када их брусимо помоћу уређаја за оштрење резних глава и заобљења резних углова. Могуће је мерити радијусе до 20 mm. Тежина уређаја износи 2 kg.



Сл. 46 - Мерка за подешавање радијуса

#### Уређај за проверу 02-20/v 66

Омогућено је врло тачно подешавање окретне главе, осталих глава, јахача, заокретног стола, стега итд. Овакав уређај ће добро послужити и код евентуалног дотеривања тачности приликом ремонта.



Сл. 47 - Уређај за проверу

## 2.6.9. Уређај за округло брушење

Линета 02-20/v 96

Линета служи за ослонац дужих обрадака приликом њиховог брушења. Она је неопходно потребна код унутрашњег округлог брушења дужих обрадака. Максимални пролаз линете је пречник 70 mm. Тежина износи 5,2 kg.



Сл. 48 – Линета

Вретено за округло унутрашње брушење 02-20/v 93

Са вретеном за унутрашње округло брушење могу се вршити разни радови као нпр. брушење грудних површина брушење конкавних делова са чела глодала, грудних површина ножева за дубилице и слично. Осим тога могу се извести и разне врсте унутрашњег брушења, а поготово малих отвора пошто вретено има сразмерно велики број обртаја. Бројеви обртаја вретена за округло унутрашње брушење су: 1470, 2860, 6270, 12200, 17000, 25000 o/min. Тежина износи 14,5 kg.



Сл. 49- Вретено за округло унутрашње брушење

### Вретениште за округло брушење 02-20/v 28

За округла спољашња и унутрашња планска цилиндрична и конична брушења служи вретениште за округло брушење са окретном главом са кугличним улежиштењем 02-20/v 15, која се причвршћава за ово вретениште. Бројеви обртаја вретене окретне главе су 120, 240 и 480 о/min. Тежина уређаја је 38,7 kg.



Сл. 50 - Вретениште за округло брушење

### Нагибно брусно вретено 02-20/v 94

Ово вретено, које се причвршћује на вретниште брусног вретена, може се у вертикалној равни нагибати, а то омогућује прописано и једноставно брушење алата. Осим тога, помоћу овог уређаја могу се брусити развртачи, брусити грудне површине на иглама за провлачење које имају праволинијски смер међузубља итд. Када се оштре алати са заобљеним оштрицама, као што су резне главе за ковање и сл. Ово вретено је неопходно уз оштрилицу UOZA-5. Помоћу тог вретена се наравно могу брусити и слободне површине на ваљкастим глодалима као и округле површине. Вретено је опремљено већим бројем уложака за стезање брусев. Бројеви обртаја нагибног вретена су 1000, 2000, 3100, 4300, 6200 о/min. Тежина износи 41 kg.



Сл. 51 - Нагибно брусно вретено

## 2.6.10. Заштитни уређаји

Заштите капе (за брусеве) 02-20/v 92

Заштитне капе се употребљавају за заштиту радника од млаза одбрусака приликом рада, као и од комада брусних плоча, које би настале од евентуалног распрснућа брусне плоче.



Сл. 52 - Заштите капе

Уређај за хлађење 02-20/v 102

Употребљава се у случајевима када се бруси, односно оштри, мокрым начином који ће бити потребан када се оштрица или обрадак код оштрења или брушења сме само врло мало загрејати. Загревање обрадака може утицати на његову, или пак на губитак тврдоће на месту брушења. Мокро брушење је врло повољно код оштрења алата са оштрицама од тврдог метала, а и у сврху добијања квалитетних обрушених површина.



Сл. 53 - Уређај за хлађење

#### Усисивач прашине 02-20/v 118

Ради заштите здравља радника и ради очувања машина, потребно је код сувог брушења свакако уклонити брусну прашину, која настаје при раду. Ако у радионици не постоји централни усисивач, потребно је поставити појединачни усисивач прашине уз саму машину.



Сл. 54 - Усисивач прашине

#### 2.6.11. Помоћни уређаји а) за подупирање зуба алата

##### Равни држач подупирача 02-20/v 41

Равни држач подупирача потребан је у случајевима када се бруси алат са равним зубима, а може се сместити на округлу главу 02-20/v 15 или на окретни сто машине. Тежина уређаја је 1 kg.



Сл. 55 - Равни држач подупирача

#### Савијени држач подупирача 02-20/v 42

Овај држач служи првенствено за подупирање зуба резних алата са завијеним зубима, као што су нпр. глодала, развртачи и плочаста глодала са кружним зубима. Употребљава се као држач непомичних подупирача, па је смештен на брусно вретениште машине. Тежина 2,8 kg.



Сл. 56 - Савијени држач подупирача

#### Тешки држач подупирач 02-20/v 44

Ради своје крутости овај држач служи за прихват помоћних подупирача код подупирања зуба тешких фазонских глодала са равним међузубљем или за подупирање ножева у тешким резним главама. Тежина износи 3,2 kg.



Сл. 57 - Тешки држач подупирач

Међукомади 02-20/v 47

Служе за прихват подупирача, да се одговарајући могу наместити у простору. Тежина износи 1,3 kg.



Сл. 58 – Међукомади

Обични подупирачи ширине

Служе за подупирање зуба алата где је на располагању мало места између алата и брусне плоче, а и код других сличних случајева. Тежина 0,7 kg.



Сл. 59 - Обични подупирачи ширине

**б) остало**

**Посмична полука 02-20/v 46**

Ова полука служи за вршење ротационог посмака код оштрења једнозубних округлих фазонских ножева. Распон стезања се креће од 25 до 40 mm.



Сл. 60 - Посмична полука

**Срца 02-20/v 17**

Код радова између шиљака поставља се безрачна веза обрадака или алата са главама прибора ове машине помоћу срца или захватног лука. Подручије стезања срца је пречника од 13...40 mm.

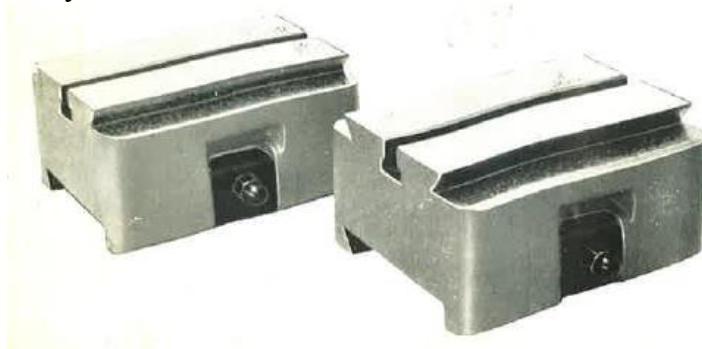
Подручије стезања захватног лука је од 25 до 68 mm.



Сл. 61 – Срца

**Сталак за повишење 02-20/v 30**

Користи се код рада са окретном главом за проширење подручија стезања на 400 mm, пошто повећава висину за 85 mm.

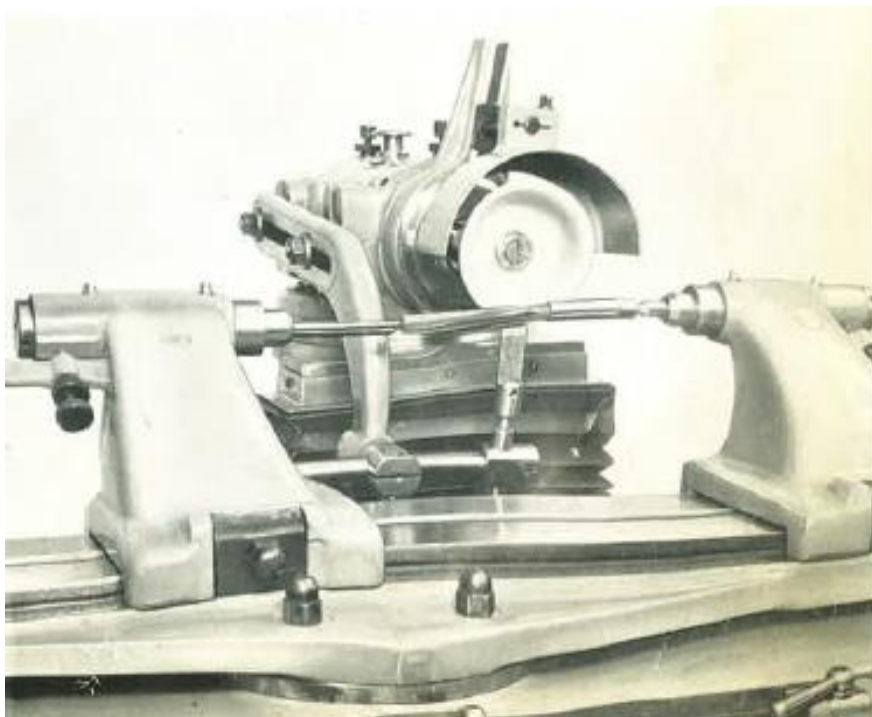


Сл. 62 - Сталак за повишење

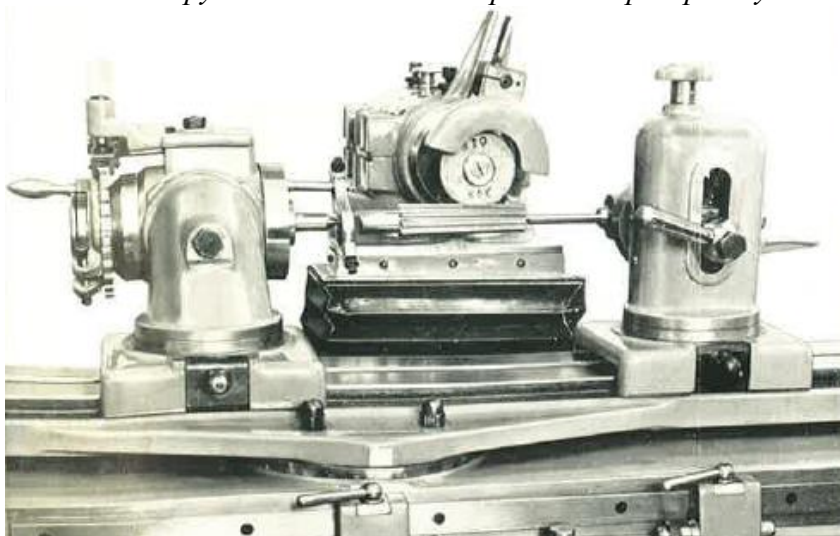
## 2.7. Примери оштрења и брушења алата на UOZA-5

Универзална оштрилица UOZA-5, је намењена за одржавање и оштрење више врста резних алата, при чему њено подручје примене обухвата: брушење оштрица при одржавању резног алата, док је поред доступног помоћног прибора који долази уз саму машину омогућено обављање већине радова који се изводе у сврху оштрења (планска, спољашња и унутрашња округла брушења).

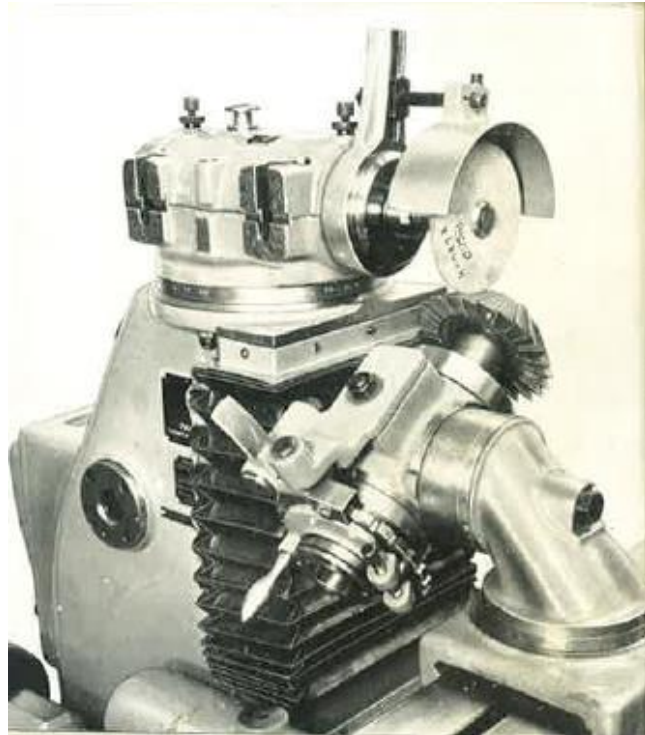
Услед великог опсега примене, овакве машине се могу рационално искоришћавати у великим и малим фирмама. Бројни примери који су наведени у даљем делу рада, су само неки од примера који приказују могућност примене оштрилице при оштрењу резног алата као и брушења који су потребни у производњи.



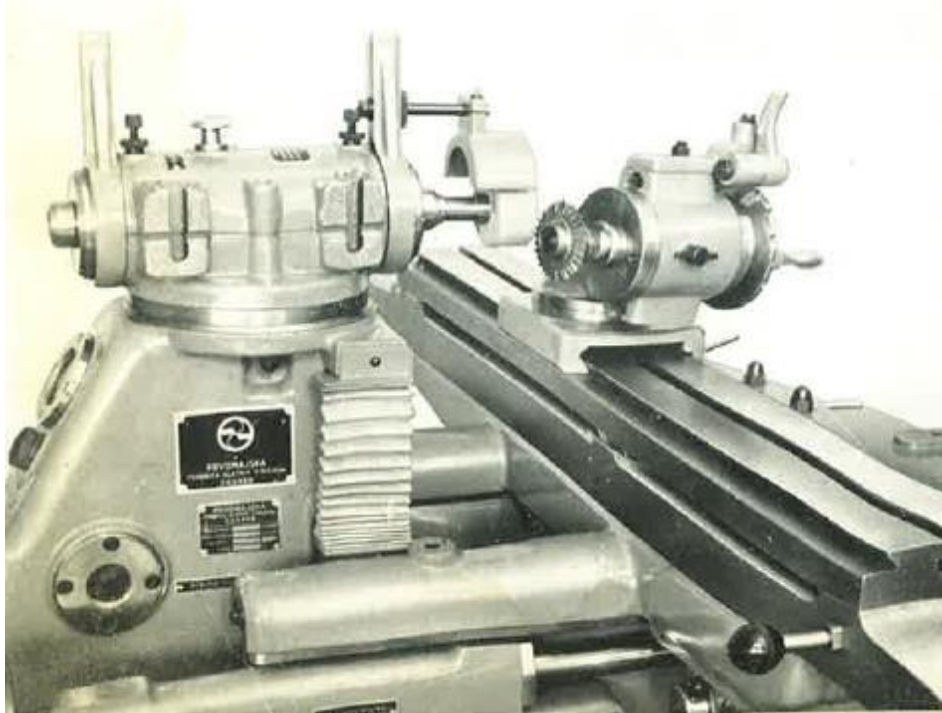
Сл. 63 – Брушење слободних површина на развртачу



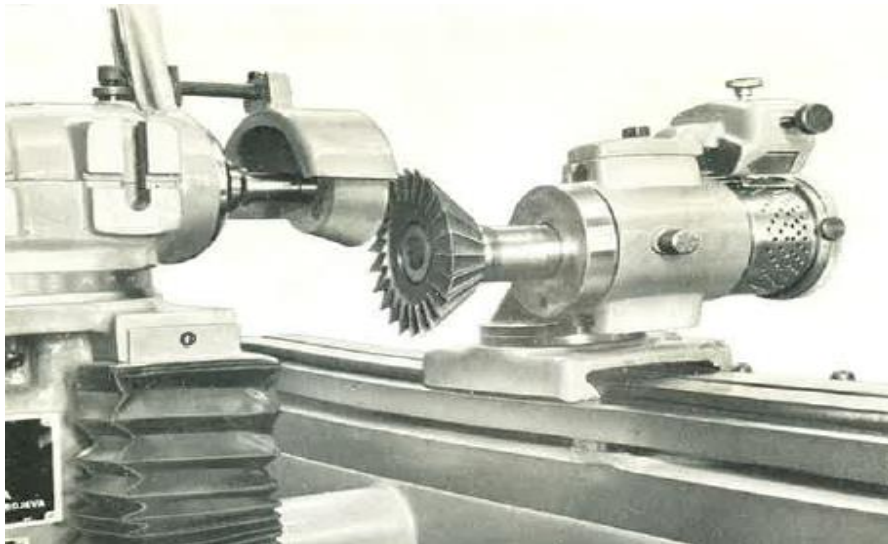
Сл. 64 – Брушење грудних површина на зубима коничног развртача



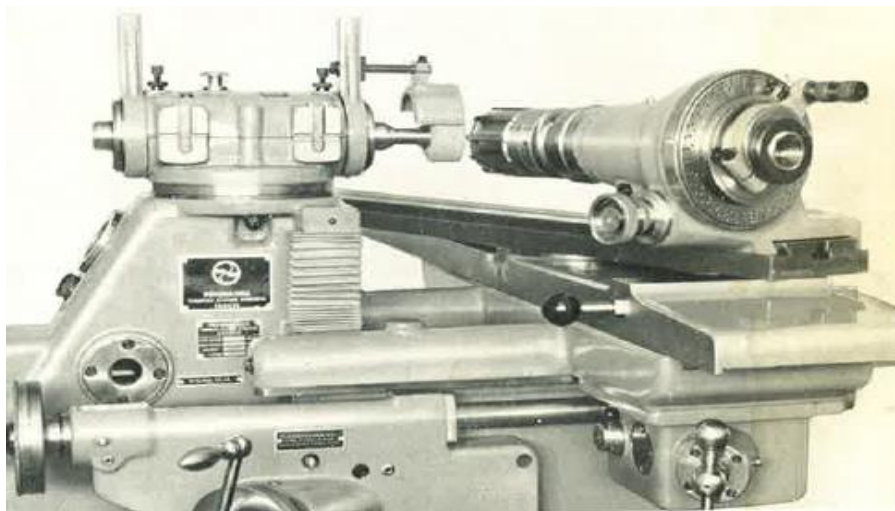
Сл. 65 – Брушење грудних површина на бочним оштрицама угаоног глодала



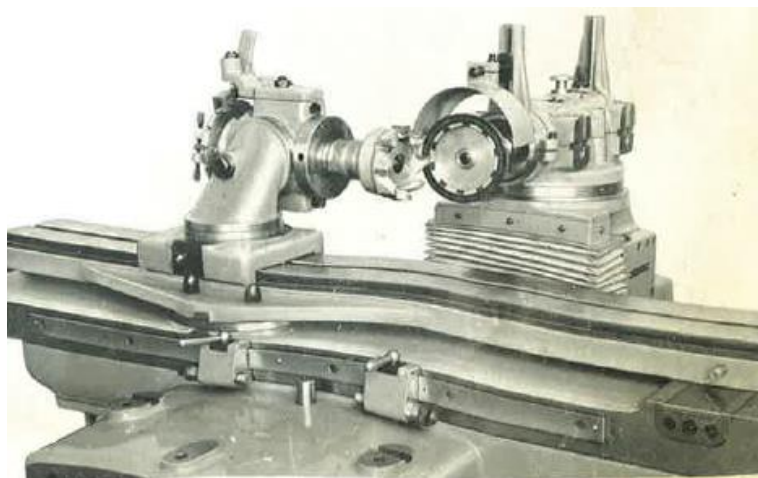
Сл. 66 – Брушење слободних површина на бочним оштрицама зуба глодала за навоје



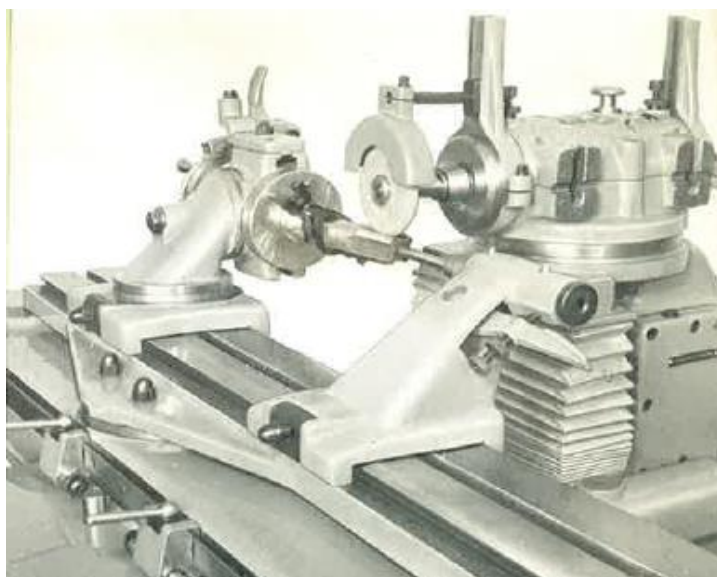
Сл. 67 – Брушење слободних површина на чеоним оштрицама зуба угаоног глодала



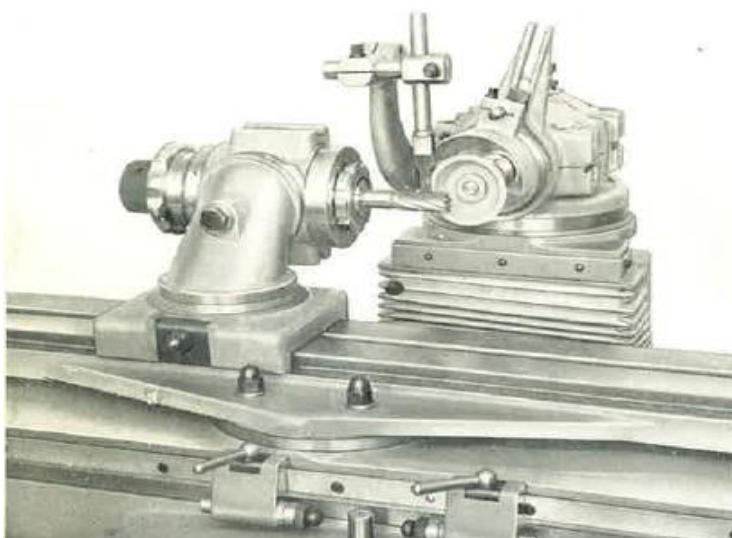
Сл. 68 – Брушење слободних површина на почетку резног дела развртача



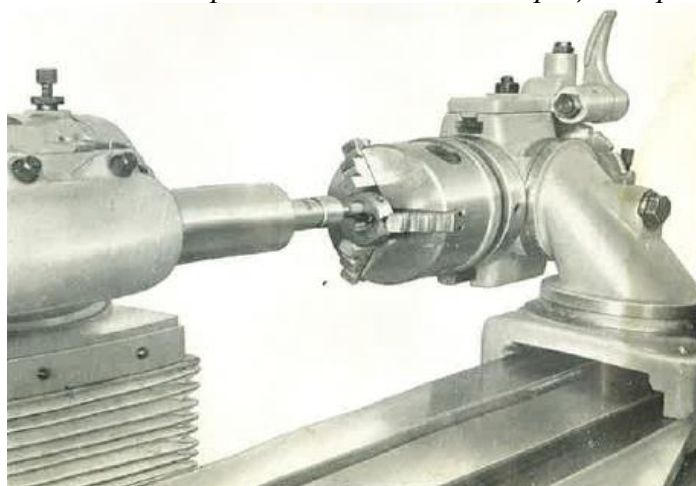
Сл. 69 – Брушење ободних слободних површина мале резне главе са оштрицама од тврдог метала



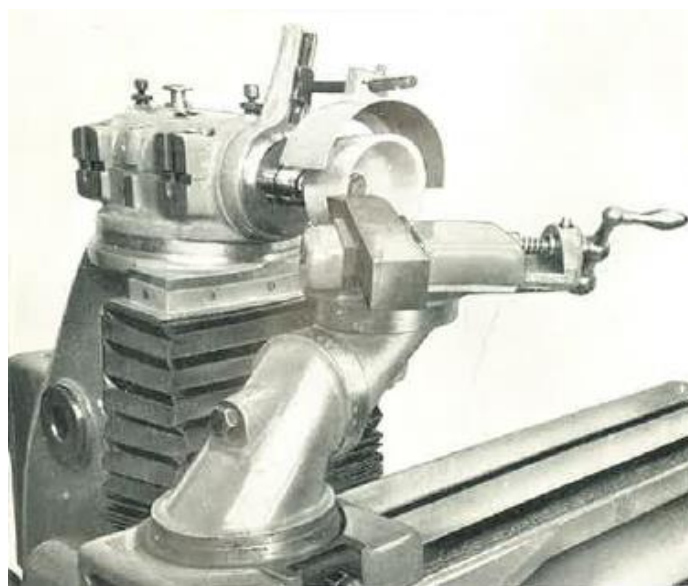
Сл. 70 – Брушење грудних површина на ручном навојном вртлу



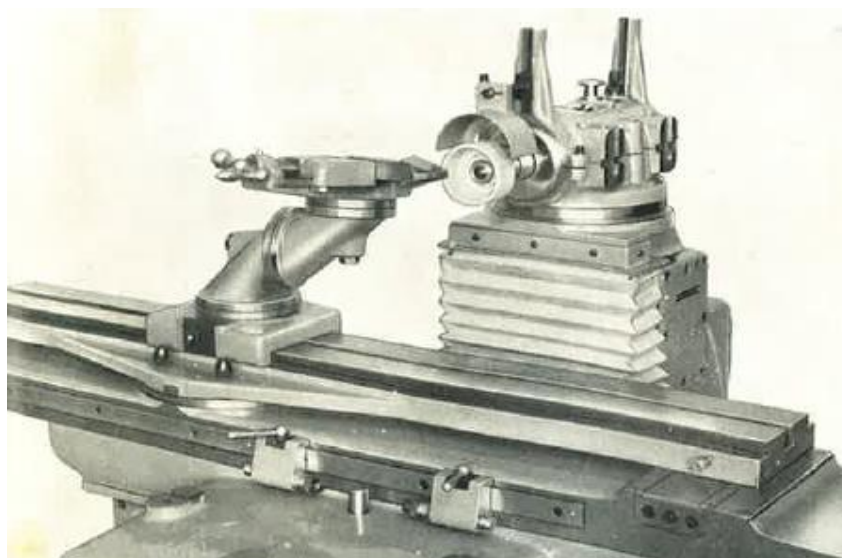
Сл. 71 – Брушење слободних површина на ободним оштрицама вретенастог глодала



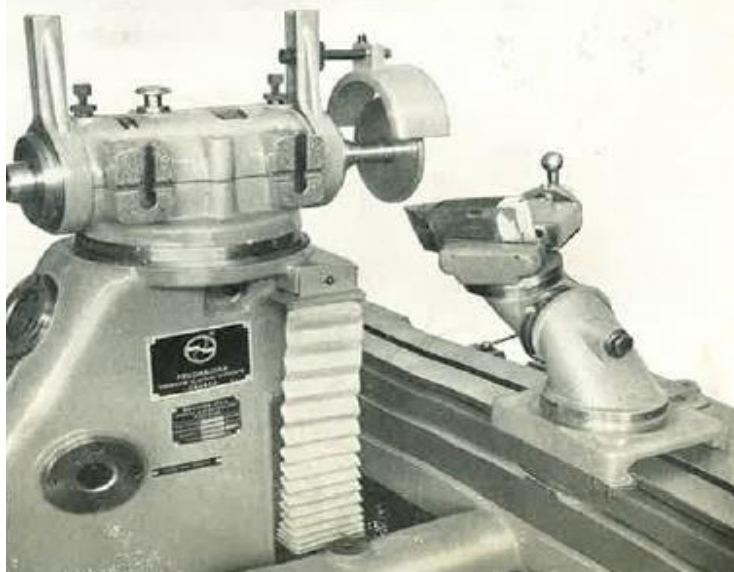
Сл.72 – Брушење грудних површина на округлој нарезници



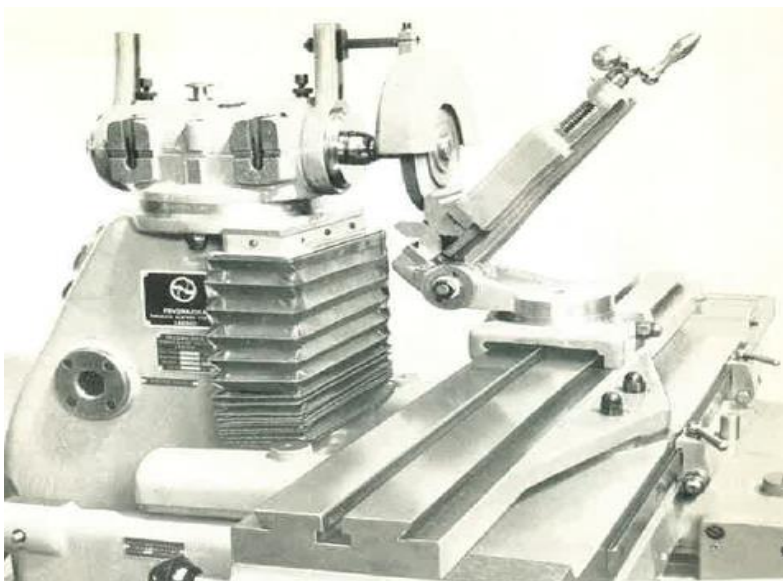
Сл. 73 – Оштрење стругарског ножа



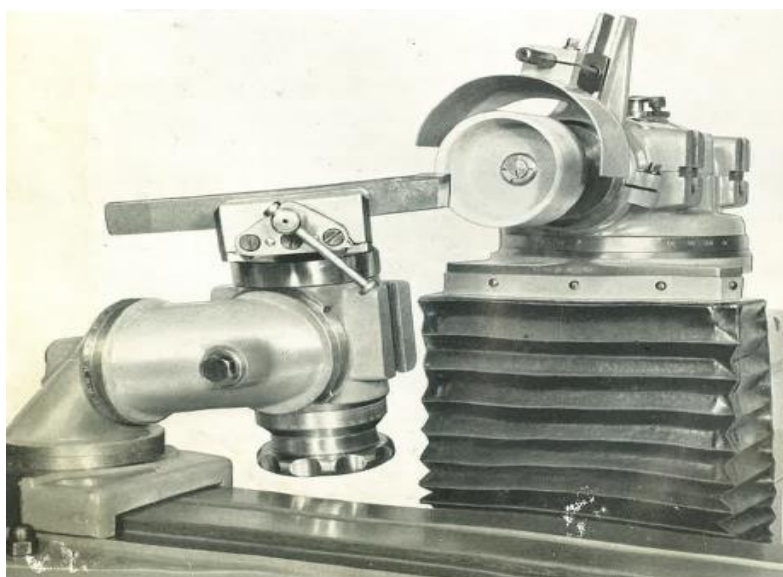
Сл. 74 – Оштрење профилног ножа за глодање пужних кола



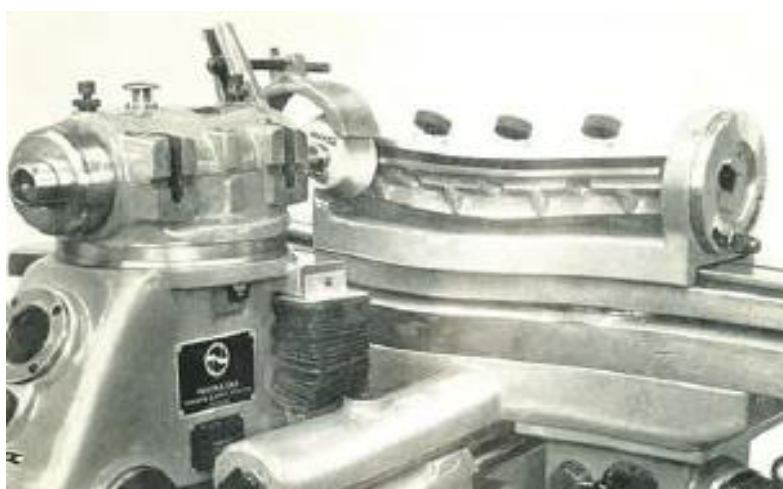
Сл. 75 – Избрусивање степенице за ломљење струготине на стругарском ножу



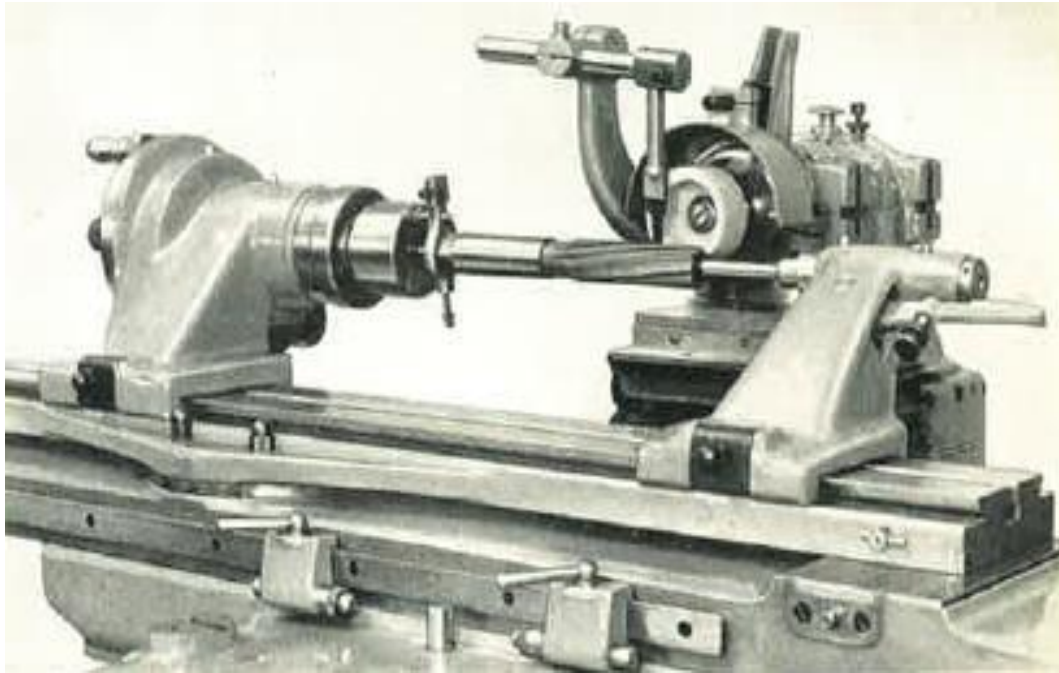
Сл. 76 – Брушење површине призме



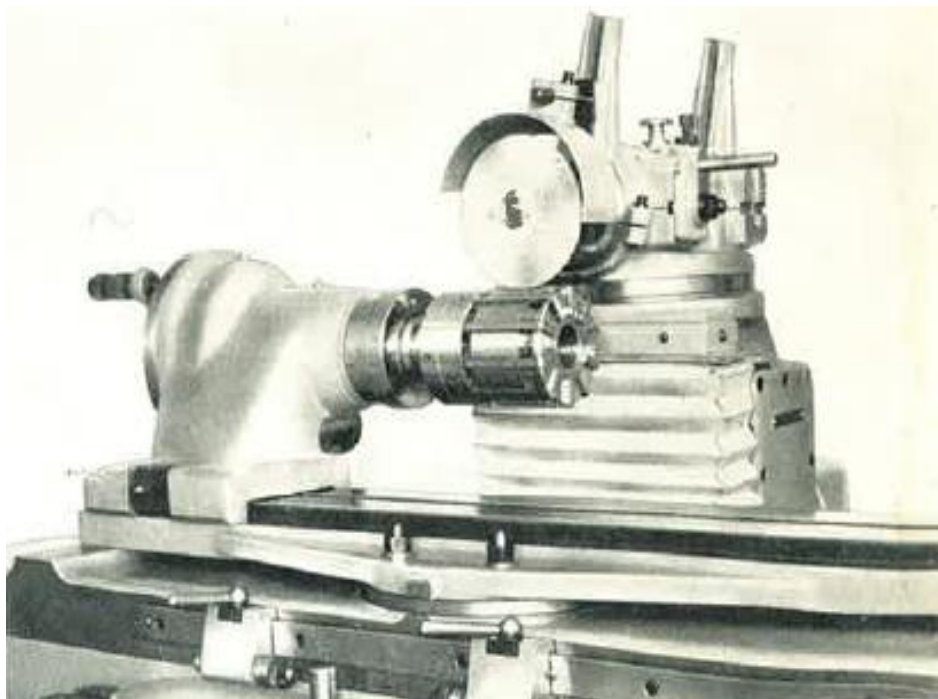
Сл. 77 – Оштрење стругарског ножа



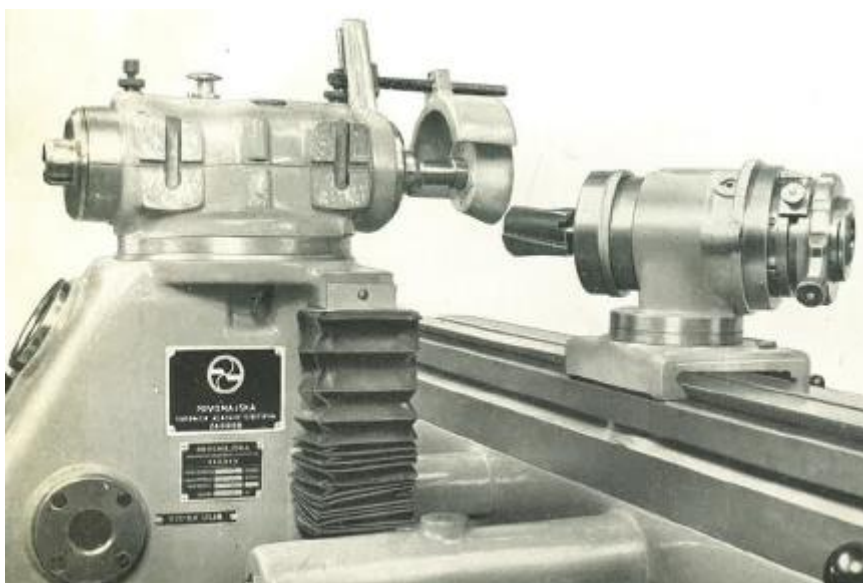
Сл. 78 – Брушење дугог ножа за резање папира



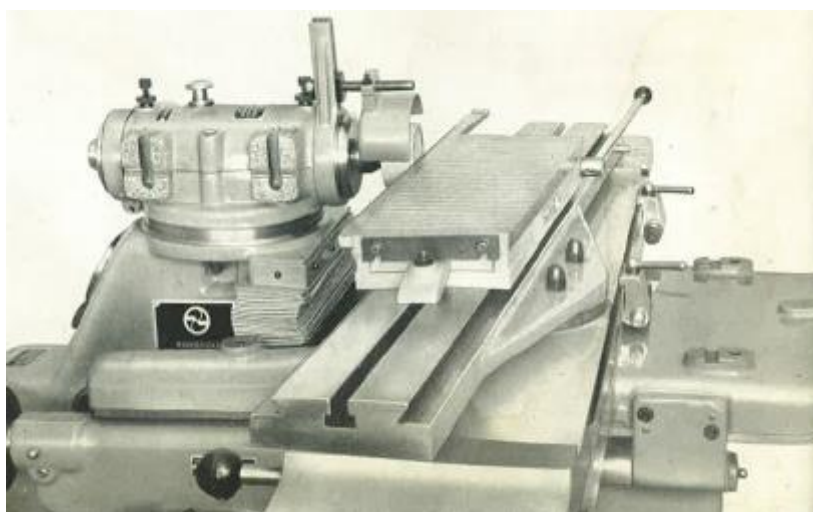
Сл. 79– Брушење слободних површина зуба развртача са спиралним жлебовима



Сл. 80 –Брушење грудних површина ножева подесивог развртача



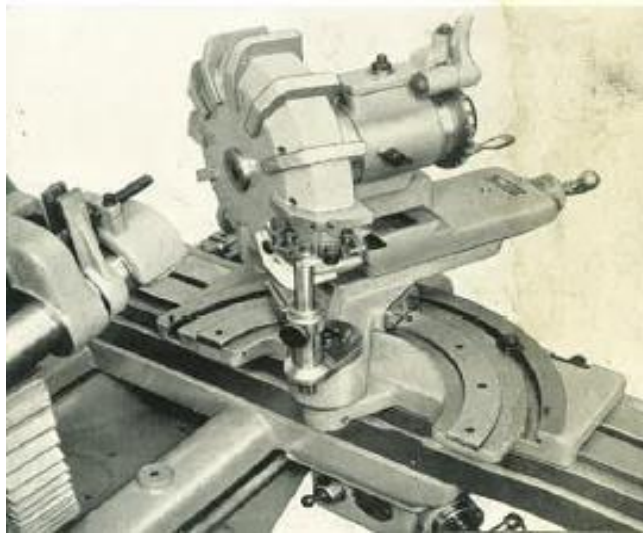
Сл. 81 – Оштрење резног дела на упуштачу



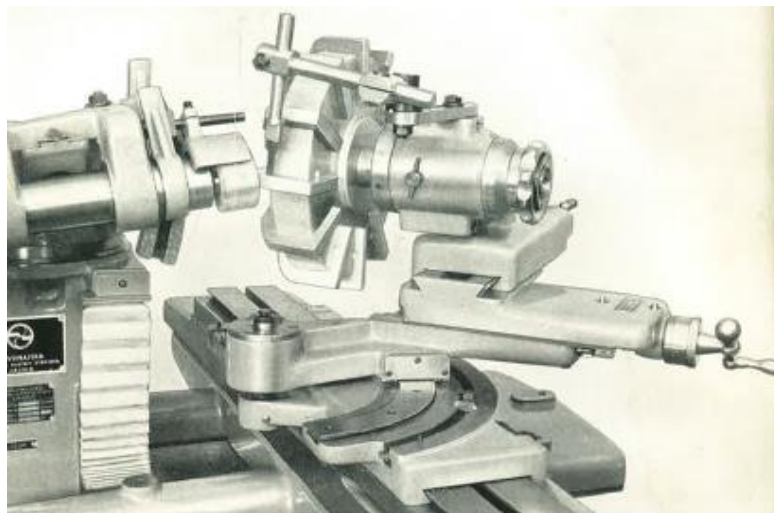
Сл. 82– Брушење слободних површина на чеоној страни зуба игле за провлачење



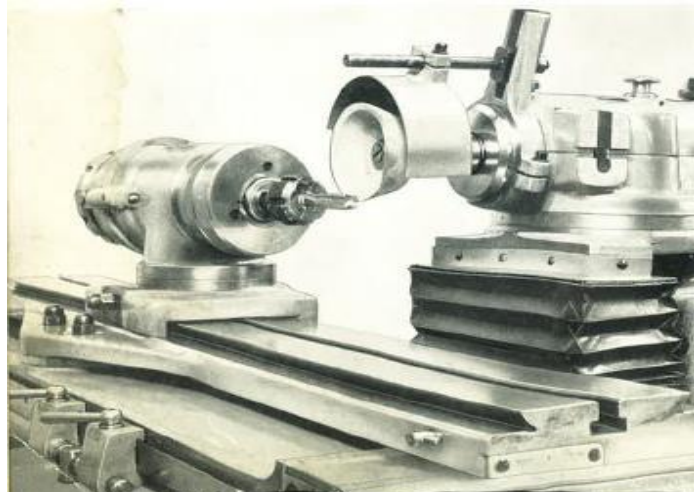
Сл. 83 – Брушење слободних површина на ободним оштрицама тешких резних глава са подупирањем на други начин



Сл. 84 – Подешавање клизних супорта за оштрење профилне резне главе



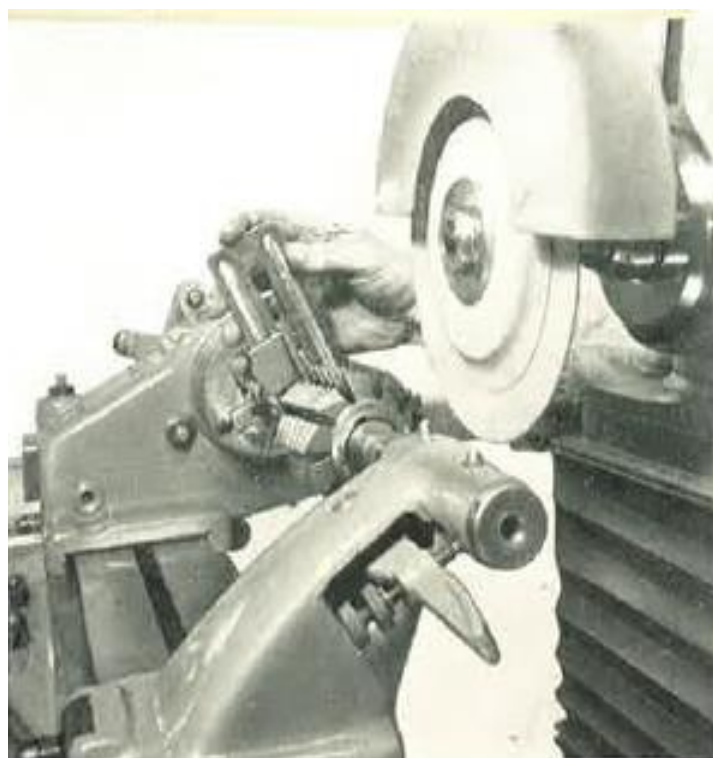
Сл. 85– Оштрење профилне резне главе. Дељење је извршено преко грудних површина



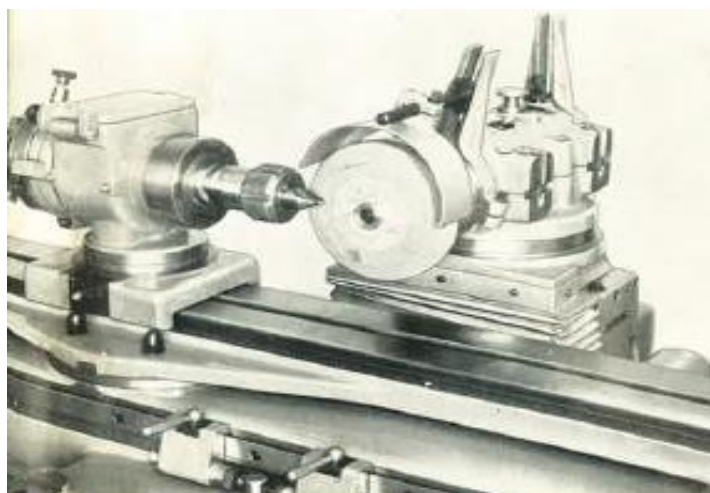
Сл. 86 – Натражно брушење резног дела навојног вртла



Сл. 87 – Натражно брушење резног дела упуштача



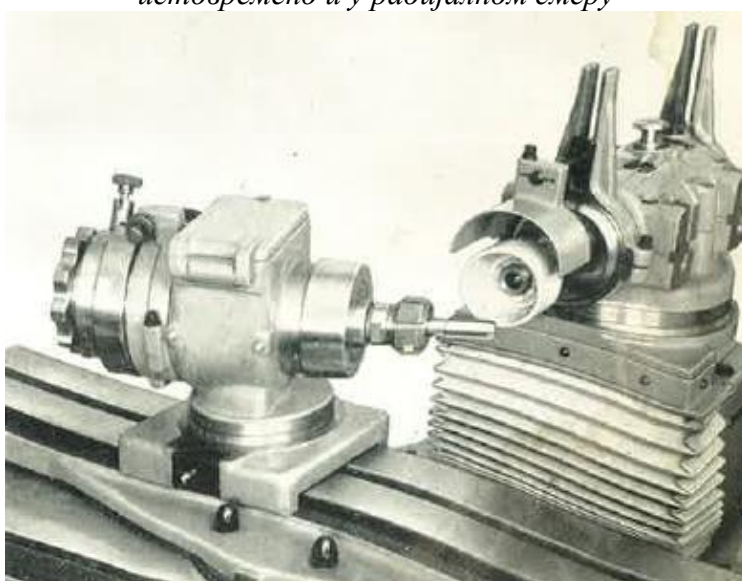
Сл. 88 – Испитивање радијланости грудних површина на одвалном глодалу за зупчанике помоћу средишње мерке



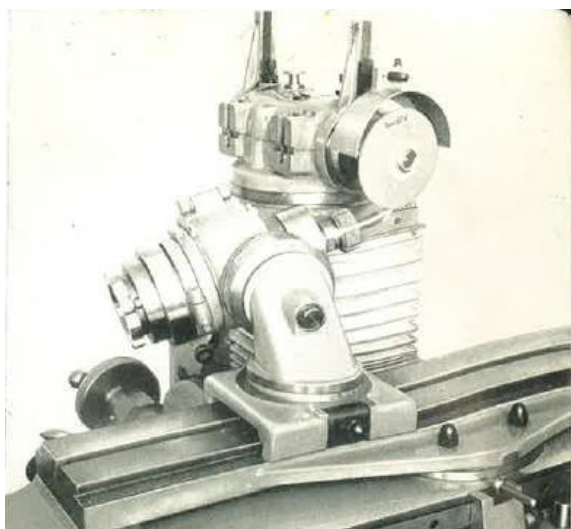
Сл. 89 – Натражно брушење централног сврдла у аксијалном, а истовремено и у радијалном смеру



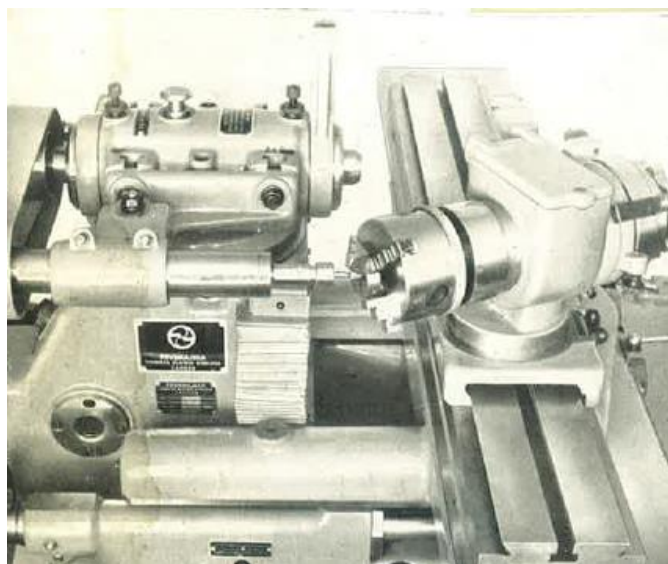
Сл. 90 – Натражно брушење степенастог профилног сврдла у аксијалном, а истовремено и у радијалном смеру



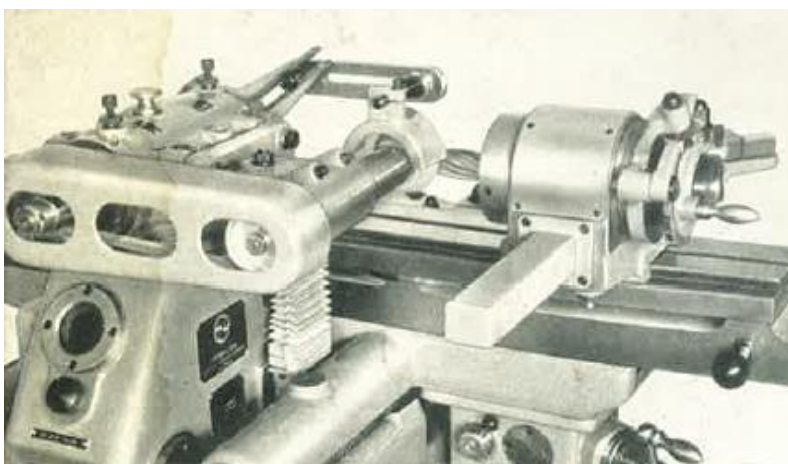
Сл. 91 – Натражно брушење резног навојног сврдла



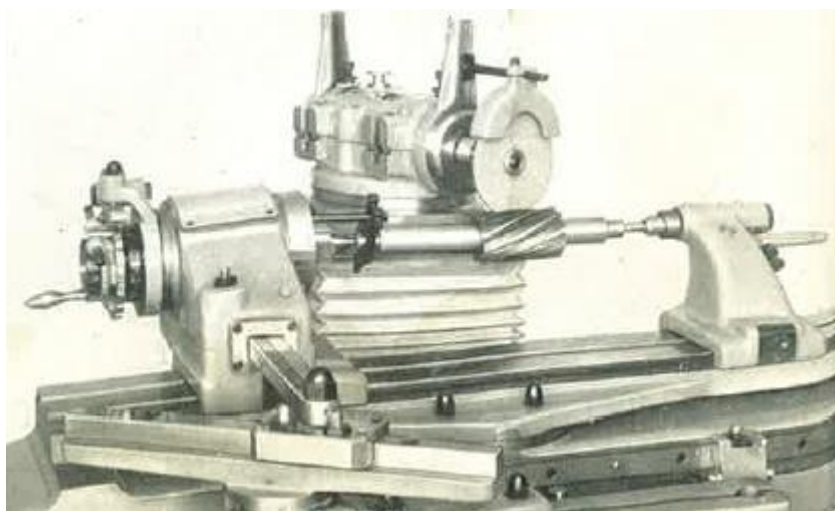
Сл. – 92 – Брушење грудних површина навојног вртла. При истом стезању се врши и натражно брушење резног дела



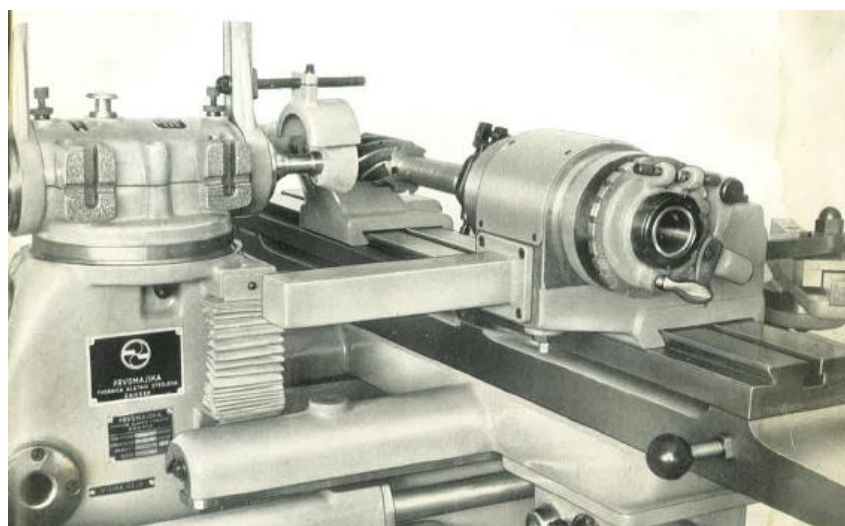
Сл. 93 – Натражно брушење резног дела округле нарезнице



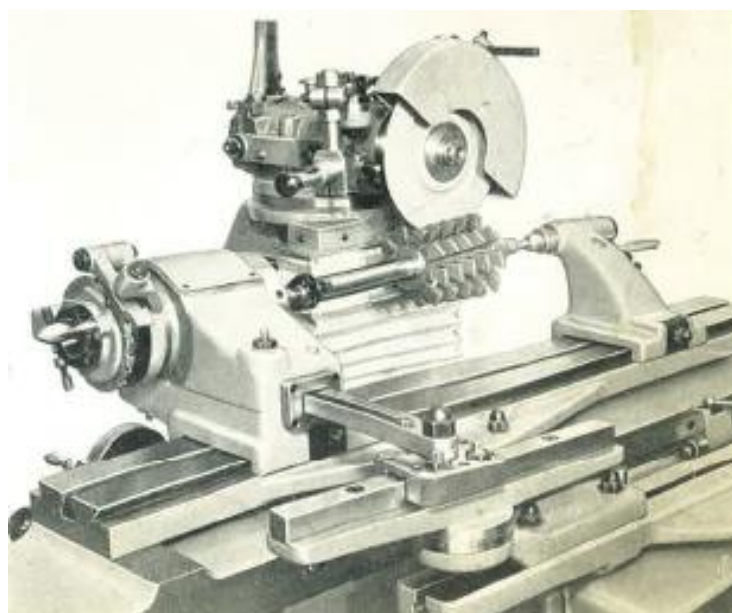
Сл. 94 – Код посебне продужене Морсе пушкице, може се помоћу вретена за округло брушење брусити слободне површине са обода глодала уперено зауређај забрушење стрмих завојница



Сл. 95 – Брушење грудних површина на ваљкастом глодалу са завојним зубима



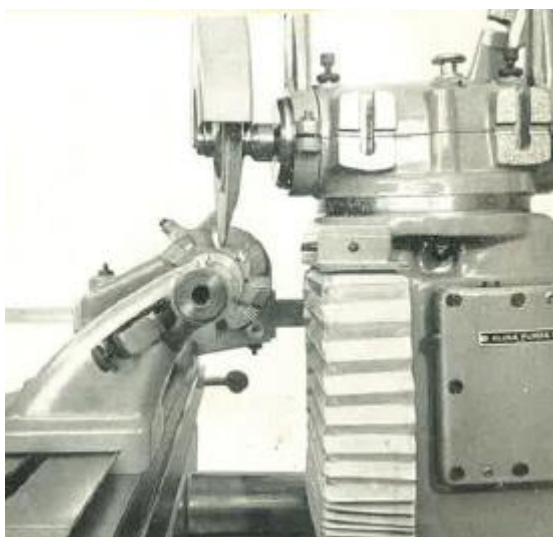
Сл. 96 – Брушење слободних површина на ваљкастом глодалу са завојним зубима



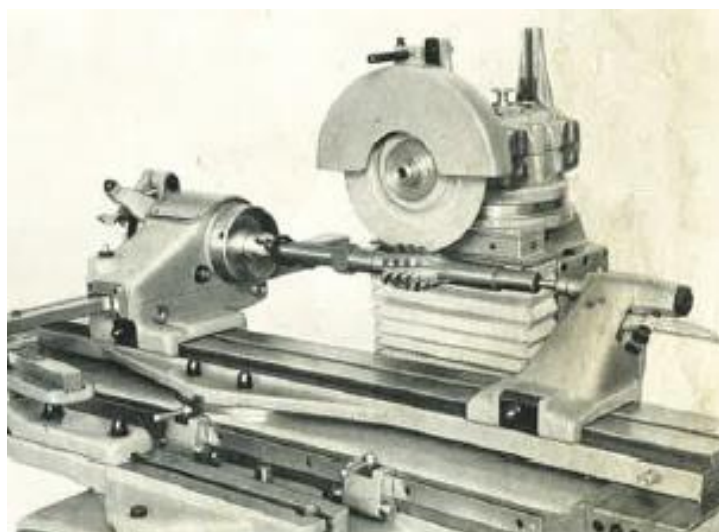
Сл. 97– Оштрење одвалног глодала за зупчанике. Универзални уређај за профилирање бруса налази се у радном положају



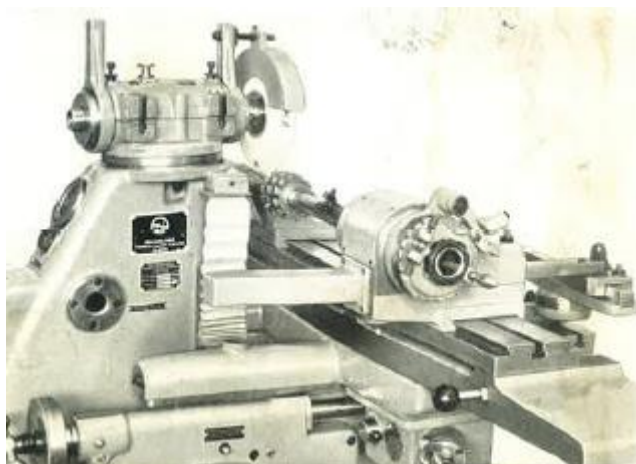
Сл. 98 – Оштрење одвалног глодала за зупцанике. Универзални уређај за профилисање бруса заокренут је из радног положаја



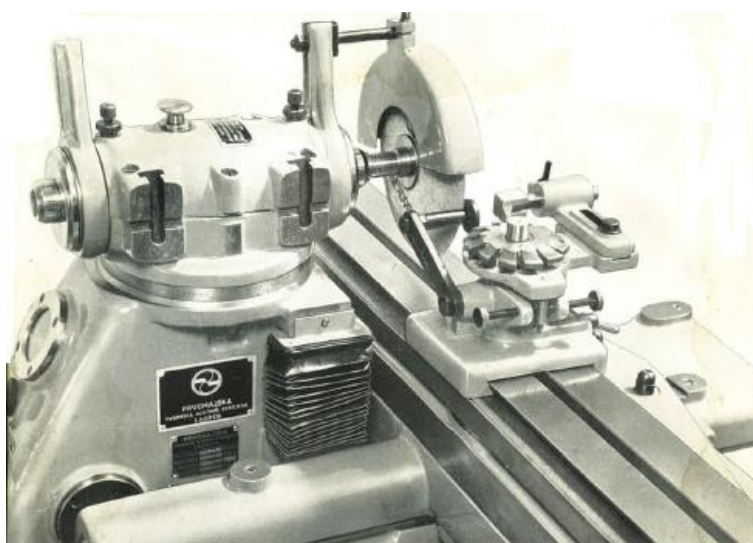
Сл. 99 – Поглед н апрофил брусне плоче која се приликом брушења налази у додиру са грудном површином зуба одвалног глодала



Сл. 100 – Оштрење одвалног глодала за пужна кола



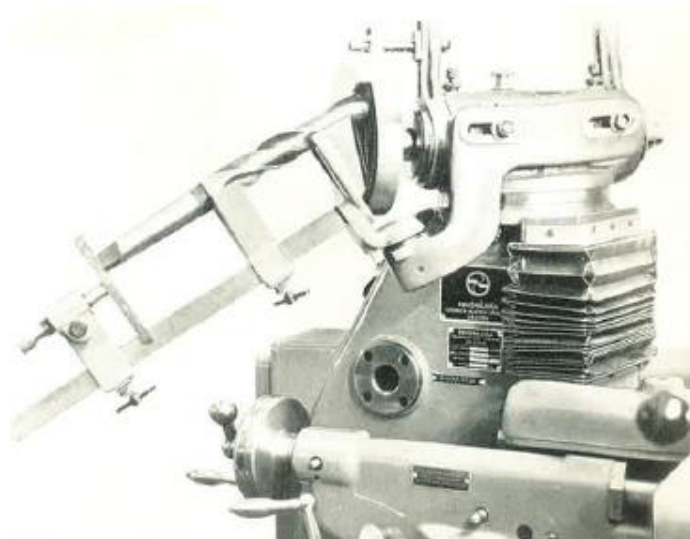
Сл. 101 – Оштрење одвалног глодала за клинасте осовине



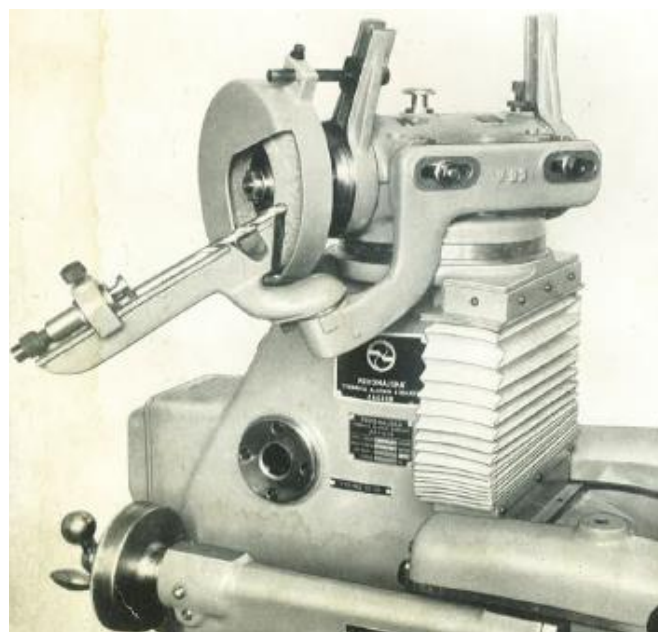
Сл. 102 – Оштрење профилног глодала



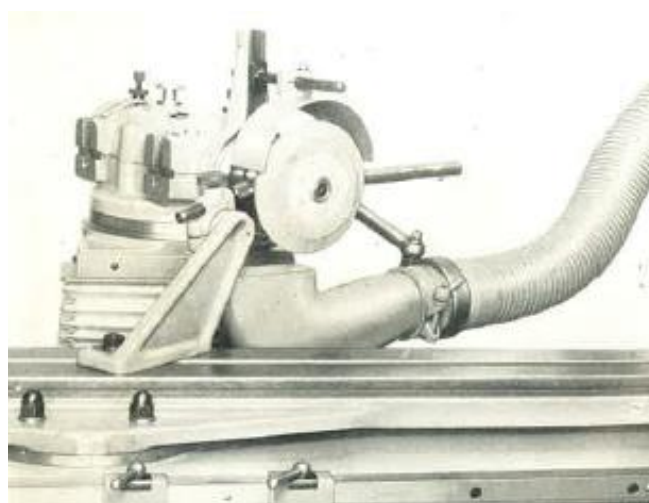
Сл. 103 – Оштрење мале кружне тестере за метале



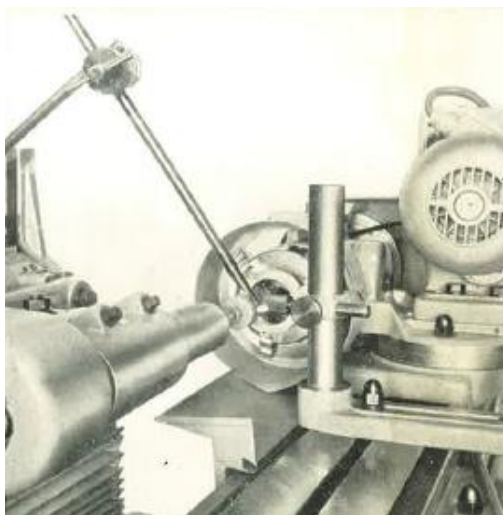
Сл. 104 – Оштрење већег спиралног сврдла



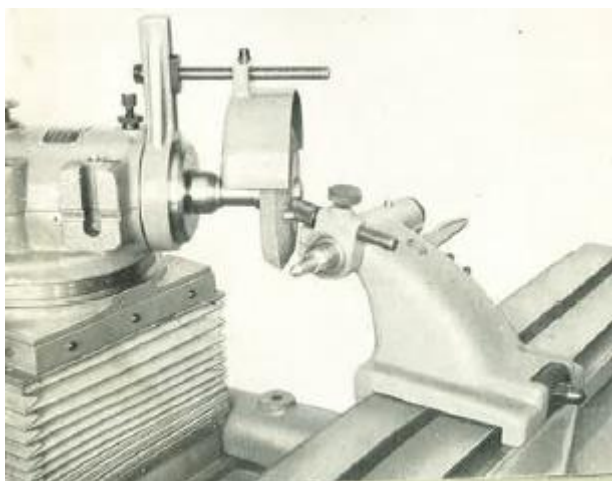
Сл. 105 – Оштрење мањег спиралног сврдла



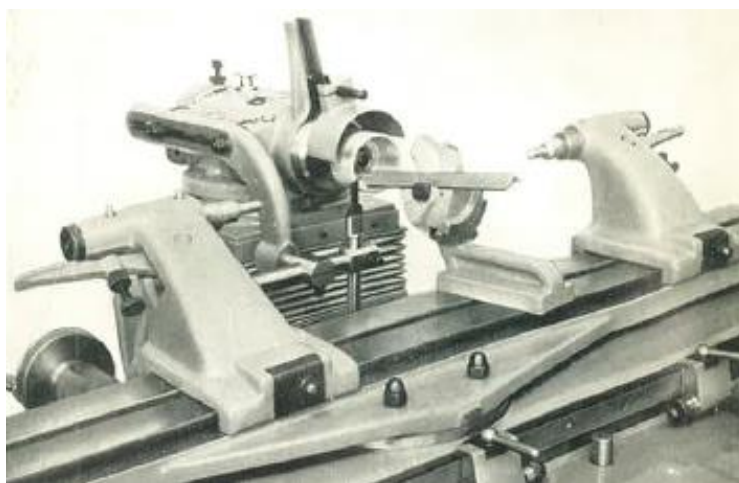
Сл. 106 – Поравњање брусне плоче усмерене на смер кретања стола



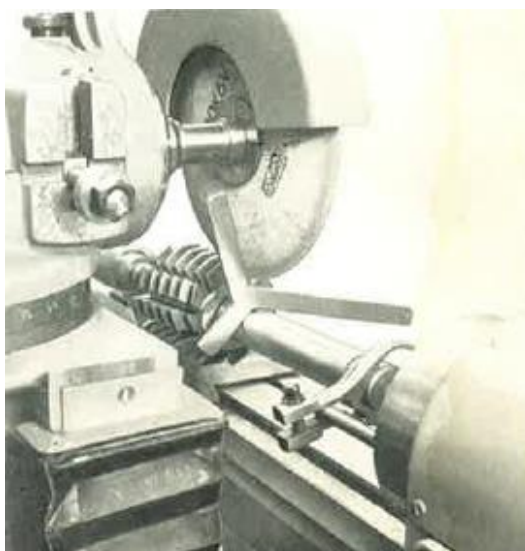
Сл. 107 – Поравњање брусне плоче паралелно са смером кретања уздужног стола уз истовремено хлађење



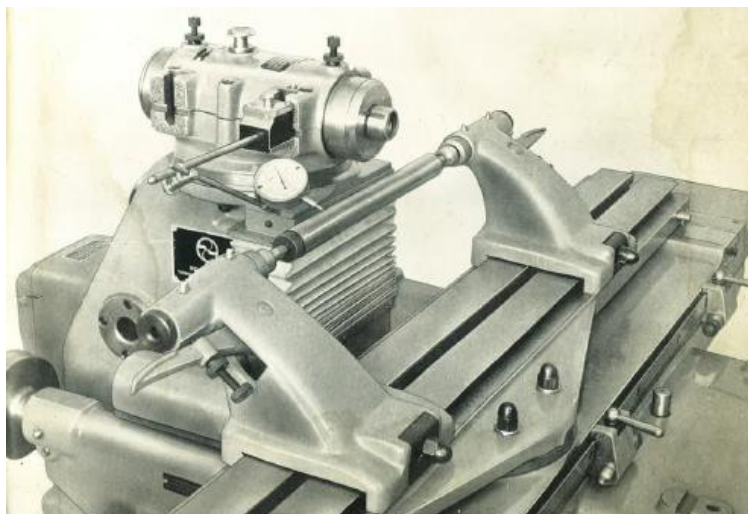
Сл. 108 – Поравњање брусне плоче паралелно са смером кретања стола са држачем дијаманта стегнутим на јахач



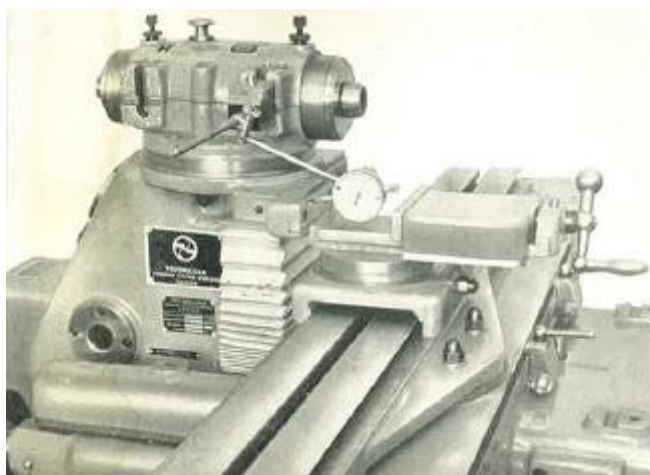
Сл. 109 – Најлакше и најједноставније висинско подешавање стола према подупирачу, постиже се употребом подесиве висинске мерке



Сл. 110 – Подешавање стола помоћу средишње мерке за полошаје брусних плоча, тако да би се довела додирна линија бруса у радијални смер премаобработку



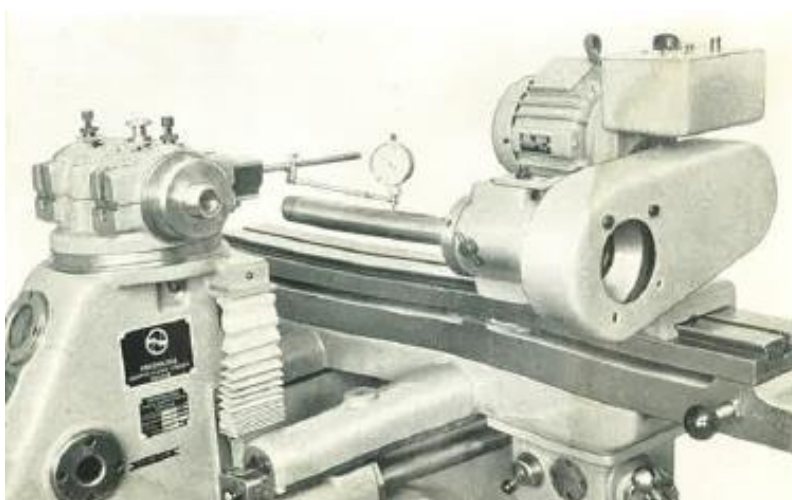
Сл. 111 – Помоћу уређаја за проверање, лако се може контролисати положај оса шиљака јакхача према уздужном смеру кретања стола.



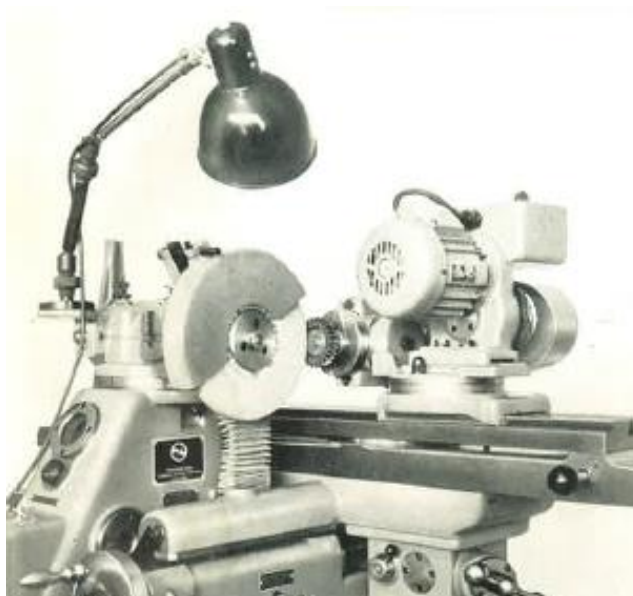
Сл. 112 – Постављање чељусту шкрипаца у тачан паралелан положај са смером кретања уздужног стола



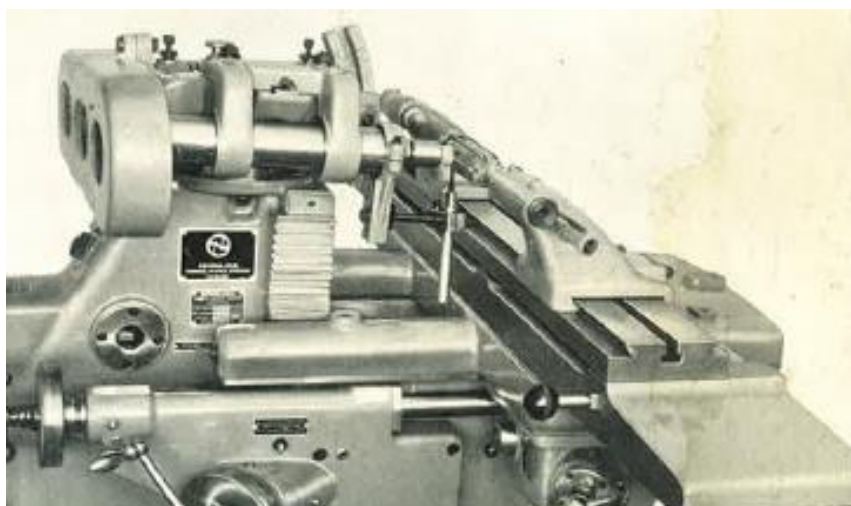
Сл. 113 – Испитивање паралелности вођице на окретном столу са смером кретања уздужног стола



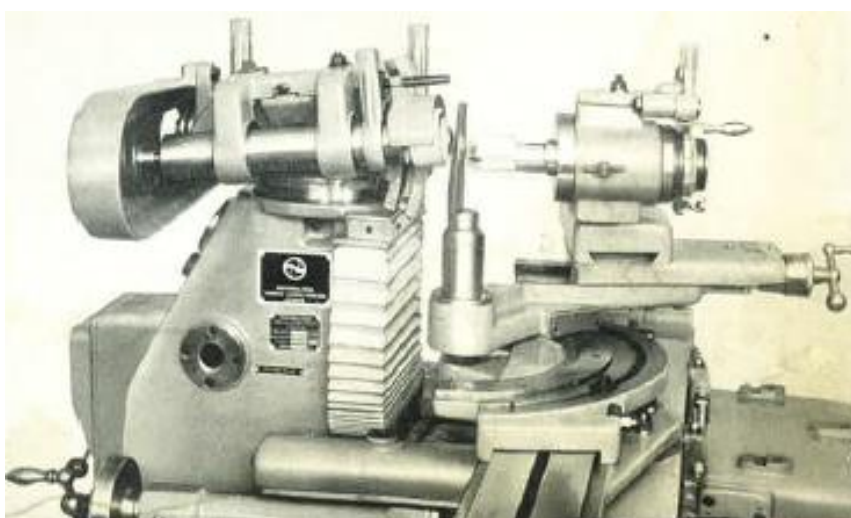
Сл. 114– Постављање осе окретања главе смештене на вретеништу за округло брушење у паралелан положај са смером кретања уздужног стола



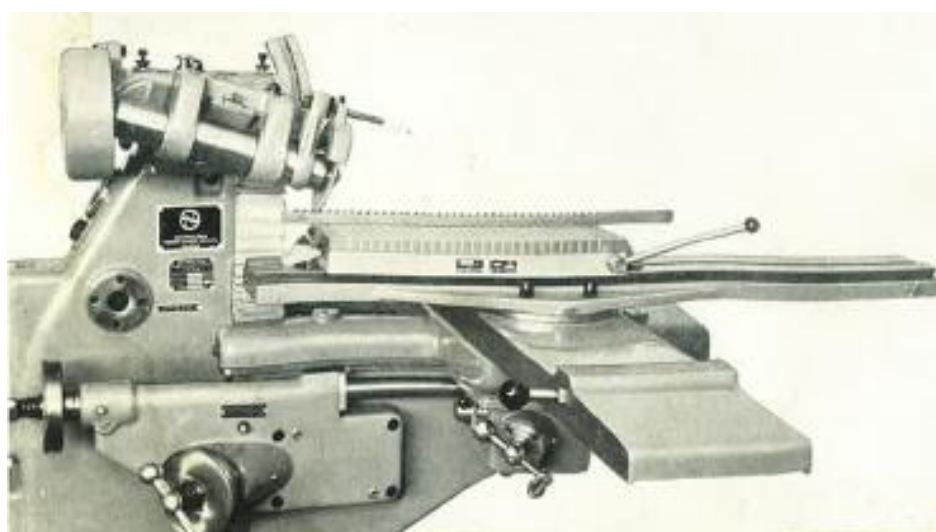
Сл. 115 – Брушење грудне површине на резном колу дубилице за зупчанике



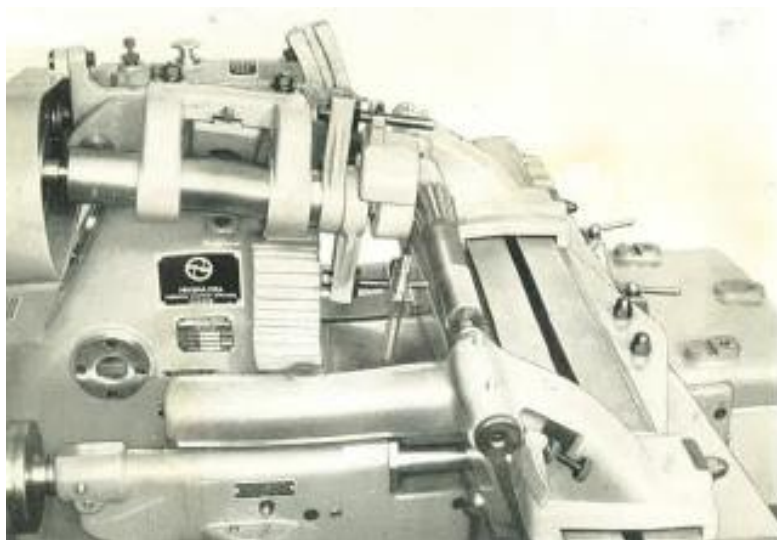
Сл. 116 – Контакт слободних површина на подесивом развртачу



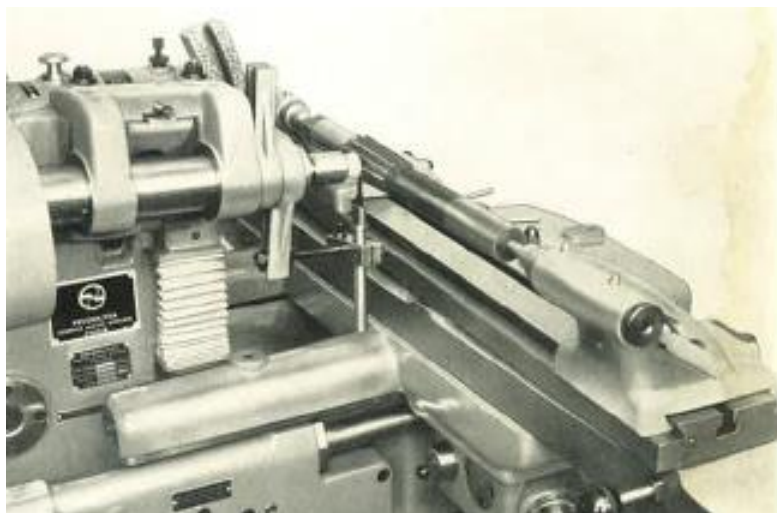
Сл. 117 – Подешавање клизних супорта уређаја за оштрење резних глава и заобљење резних углова за оштрење глодала



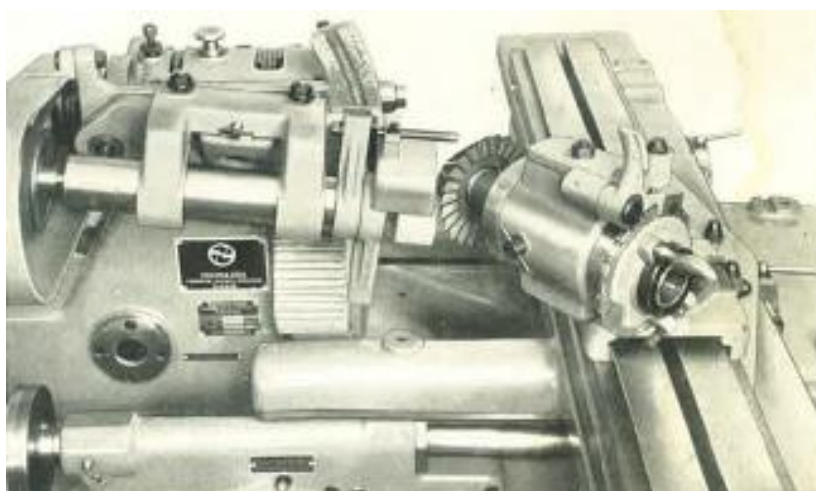
Сл. 118 – Брушење грудних површина на игли за провлачење



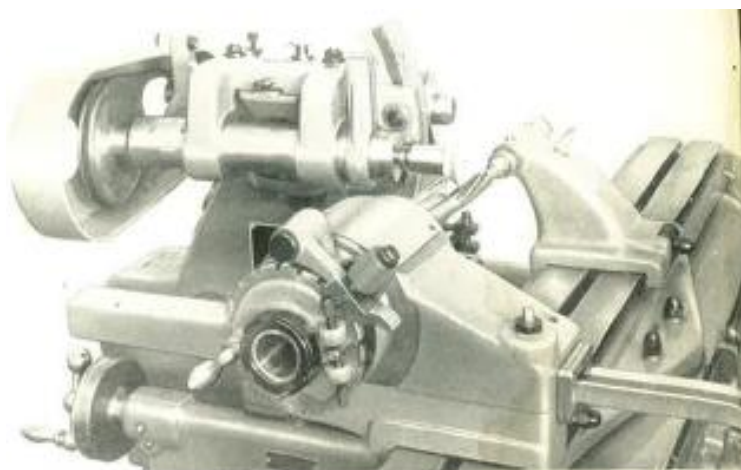
Сл. 119 – Брушење слободних површина на коничном развртачу



Сл. 120 – Контакт слободних површина на коничном развртачу



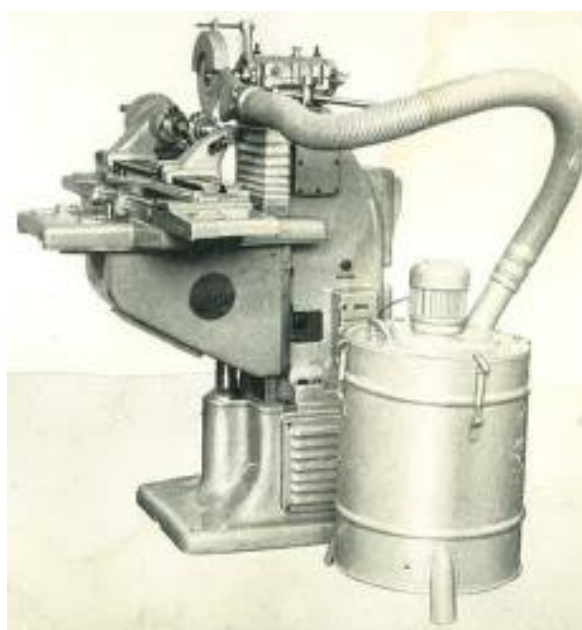
Сл.121 – Брушење слободних површина на угаоном глодалу



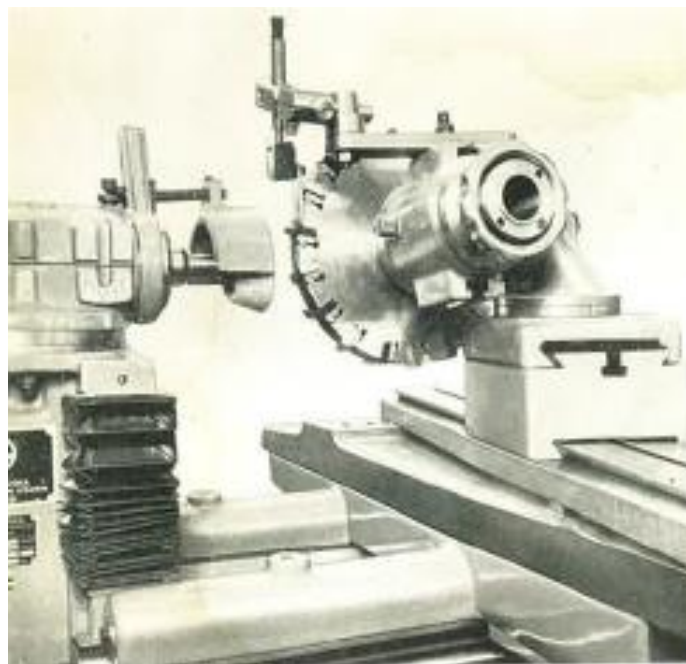
Сл. 122 – Контакт грудних површина на развртачу са завојним зупцима



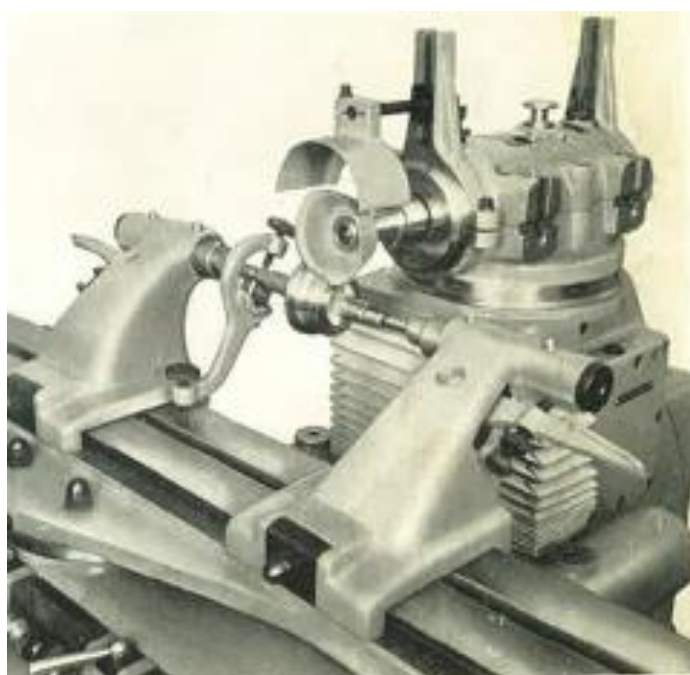
Сл. 123– Брушење стругарског ножа са оштрицом од тврдог метала мокрим начином



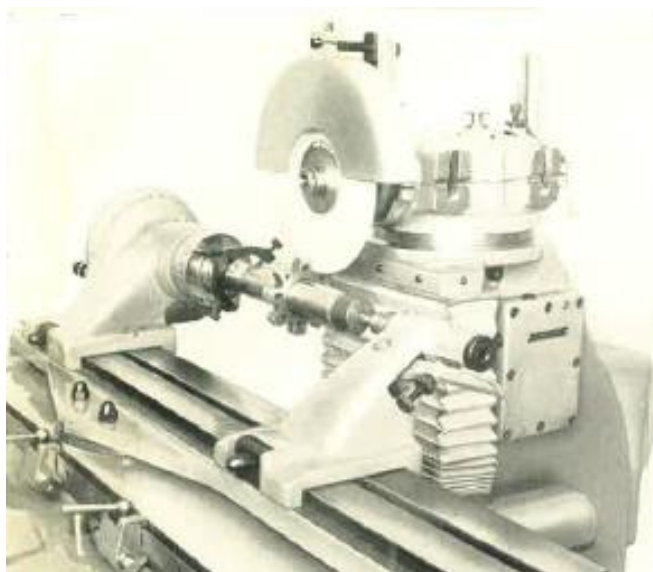
Сл. 124 – Усисавање брусне прашине за време рада на оштрилици UOZA-5



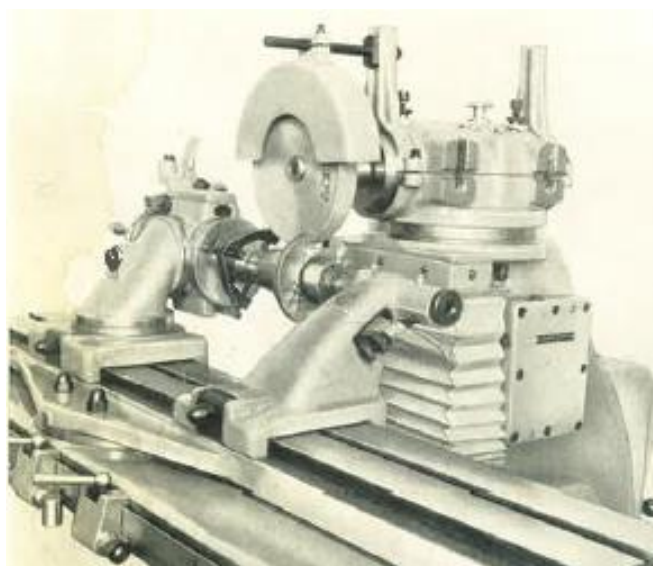
Сл. 125 – Брушење веће резне главе је омогућено обичном окретном главом, ако се испод окретног угаоног стезача постависталак



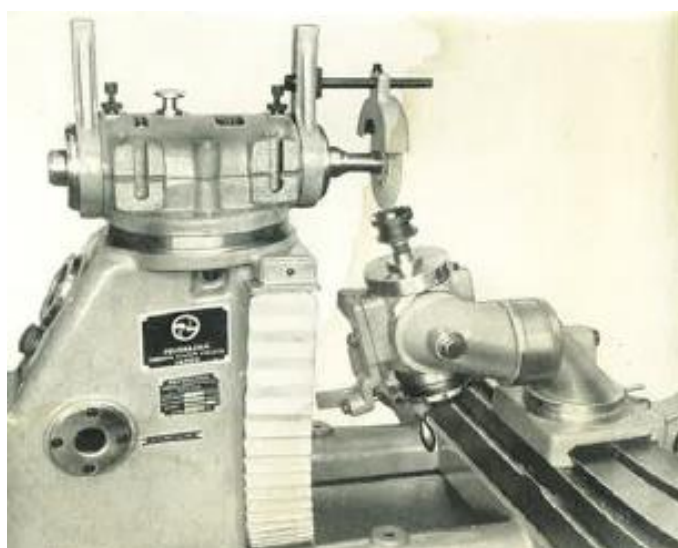
Сл. 126 – Брушење грудне површине на округлом фазонском ножу помоћу помичне полуке



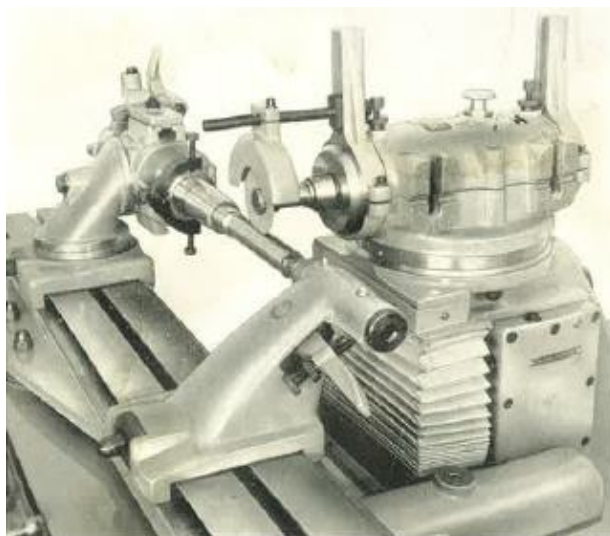
Сл. 127 – Брушење кракова на угаоном делу



Сл. 128 – Брушење жлеба на угаоном делу



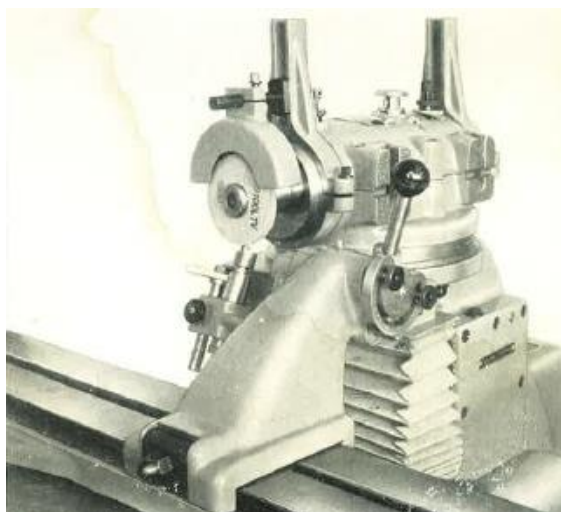
Сл.129 – Брушење зубаца чељуст



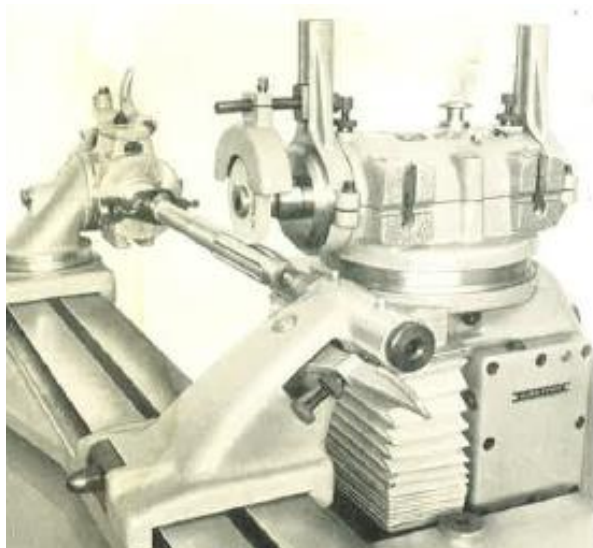
Сл. 130- Брушење жлеба у радном вретену алатног дела



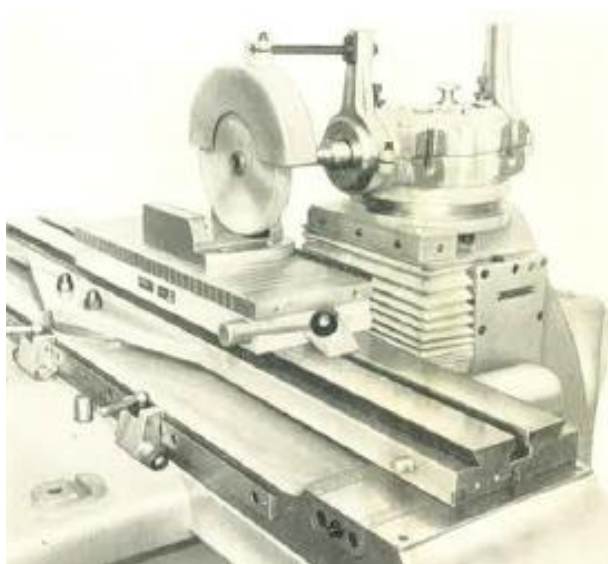
Сл. 131 – Брушење зуба чељусту спојнице



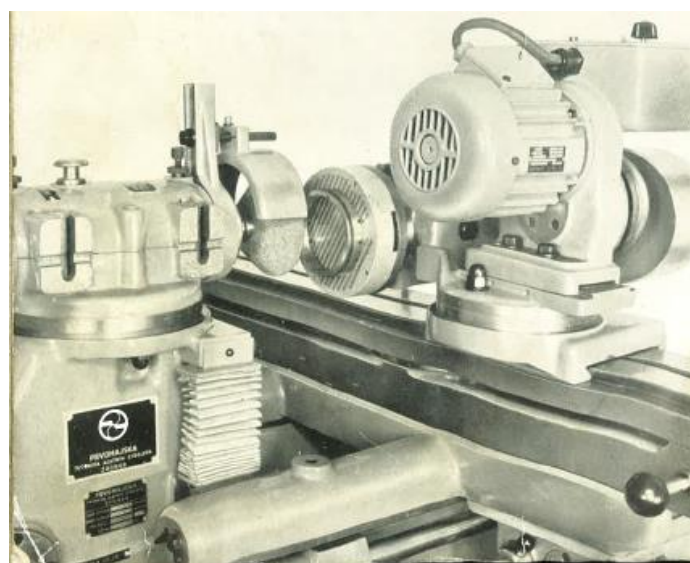
Сл. 132 – Профилирање брусне плоче у облику заобљења за брушење клинасте осовине



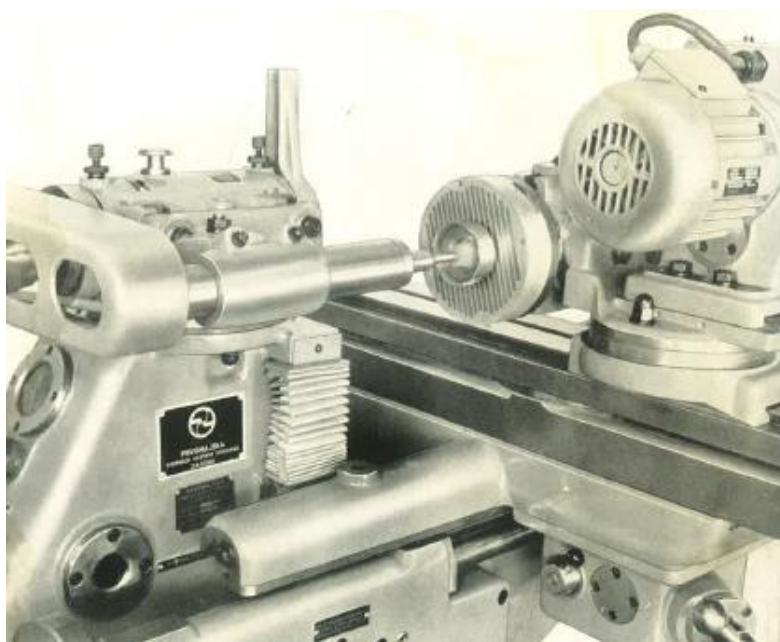
Сл. 133 – Брушење унутрашњег цилиндричног дела клинасте осовине



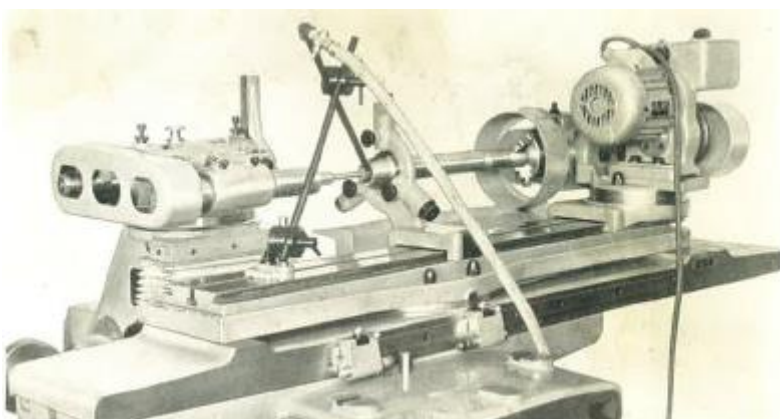
Сл. 134 – Планско брушење на дну и боковима дела машине



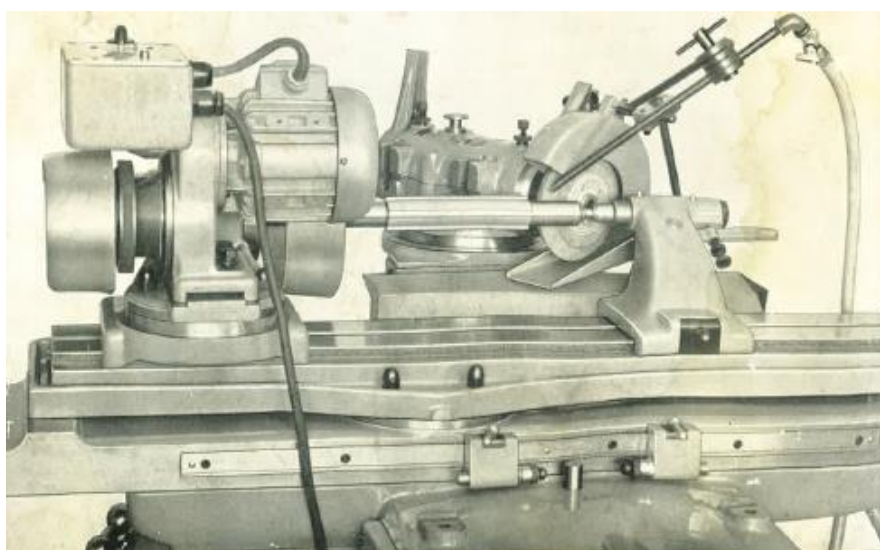
Сл. 135 – Планско брушење дела машине



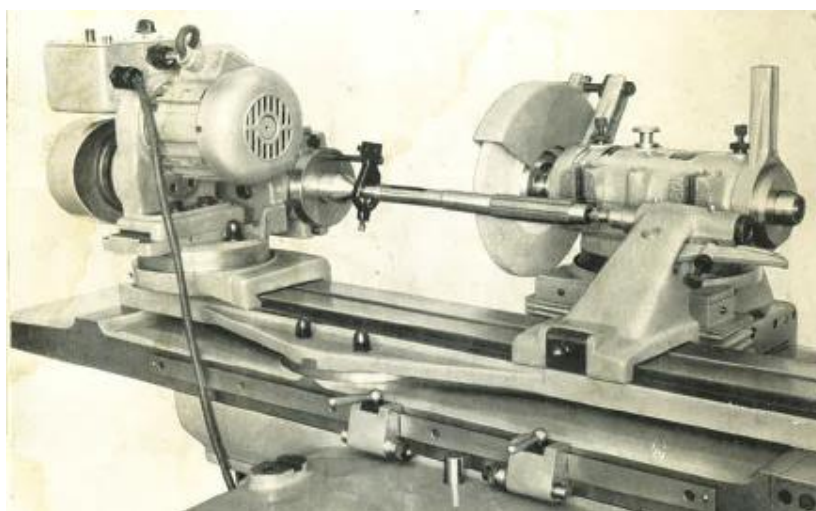
Сл. 136 – Планско округло брушење дела



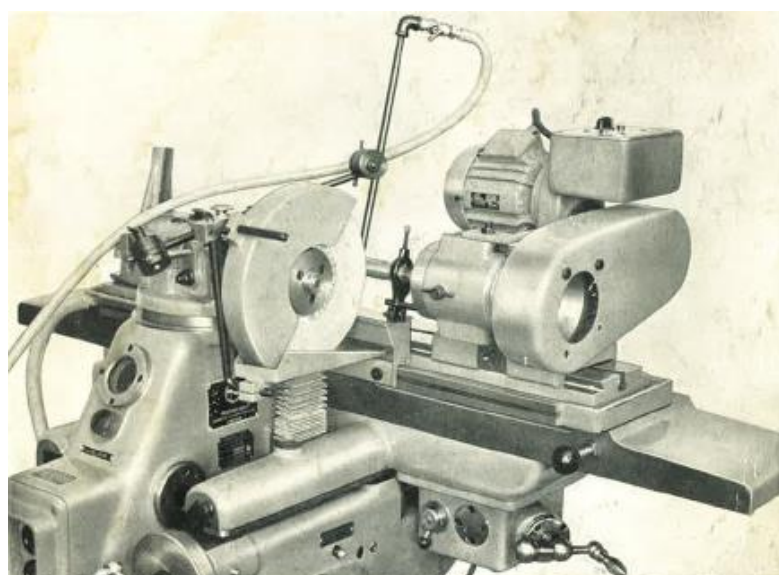
Сл. 137 – Унутрашње округло брушење Морсе у радном вретену алатног дела на мокар начин



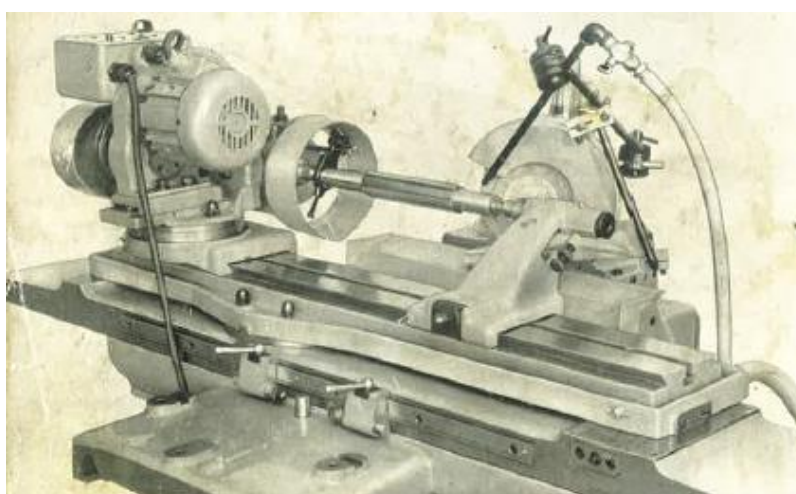
Сл. 138 – Спољашње округло брушење осовине на мокар начин



Сл. 139 – Спољашње округло брушење осовине на суви начин



Сл. 140 – Спољашње округло брушење осовине на мокар начин

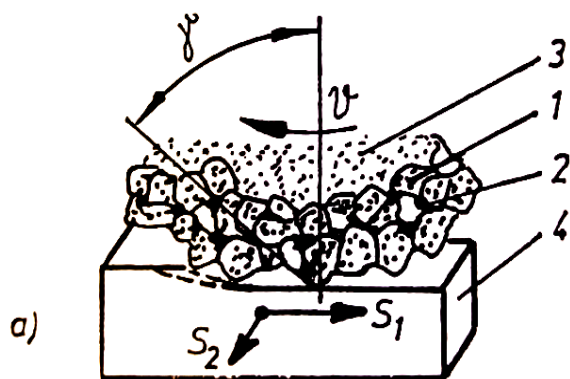


Сл. 141 - Спољашње округло брушење осовине на мокар начин. Приказана је заштита која штити радника како не би додирнуо обртно вретено

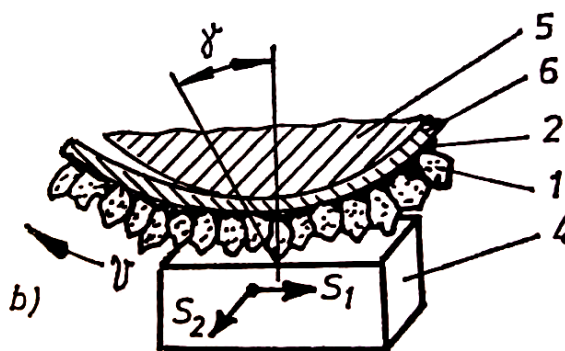
### 3.0. Алати за обраду оштрењем

#### 3.1. Карактеристике обраде брушењем

Оштрење резних алата углавном се врши на машинама које као резни алат користе брусне плоче (тоцила) разног облика. Брусни алат има по радној површини зрна која својим врховима врше скидање струготине. Практично гледајући, свако брусно зрно представља сечиво. Брусна зрна у тоцилу, према свом распореду и положају у везивном материјалу, при обртању тоцила великим брзинама режу слој материјала радног предмета у виду веома малих струготина. Утицај мале дубине резања при великим брзинама обезбеђује при брушењу високу тачност и малу храпавост обрађених површина. На сл. 142 је приказано скидање струготине брушењем.



Ако се посматра зрно у тоцилу, види се да су она хаотично распоређена. Не постоји метод за оријентисање зрна у тоцилу како би се обезбедио најповољнији положај за резање. Код брусних трака, међутим, ова оријентација је могућа и резање се обавља у најповољнијем положају зрна. Због тога рад са брусним тракама изискује много мањи утошак енергије у односу на брушење тоцилом.



- 1- зрно брусног материјала,
- 2- везивни материјал,
- 3- тоцило,
- 4- радни предмет,
- 5- трака за полирање,
- 6- контактна ролна

Сл 142. – Скидање струготине брушењем

Као што знамо, тоцило се састоји од зрна основног материјала повезаних везивом у компактну целину. Основни брусни материјал, према пореклу може бити природни или вештачки. Природни брусни материјали су: кварц, гранит, природни корунд, дијамант и др.

У вештачке брусне материјале спадају: електрокорунд, силицијум, карбид-карборундум, а у новије време све већу примену налазе кубни нитрид бора и синтетички димајант. Вештачки брусни материјала, са изузетком дијаманта, имају далеко ширу примену од природних.

### 3.2. Вештачки брусни материјали

#### 1. Електрокорунд или алуминијум оксид ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

Електрокорунд је једна од најраспрострањенијих брусних сировина одређен следећим карактеристикама: микротврдоћа 19000 до 24000  $\text{N/mm}^3$ , велико постојање на повишеним температурама од 1700 до 1800°C, велика чврстоћа при динамичним оптерећењима, постојана изотермијска форма лома, што није случај код силицијум карбида. Јавља се у две боје, бела и роза при чему је разлика у количини хромног оксида. Велика област примене, за брушење челика, кованог гвожђа, ватроотпорних легура, легура алуминијума итд.

#### 2. Силицијум карбид – карборундум

Добија се из кварца и угља, кристали силицијум карбида су тамно зелени, а најчешће сиве до црне боје. Силицијум карбид стакласто зелене боје има највећу тврдоћу. Тамно зелени, сиви и црни су нешто мекши и имају већу жилавост. Силицијум карбид ( $\text{SiC}$ ) има знатно већу микротврдоћу од електрокорунда и она износи од 33000 до 36000  $\text{N/mm}^3$ . Постојност на високим температурама је мања и креће се од 1300 до 1400°C. Веома је крт и тешко се спаја са везивним материјалом. Силицијум карбид се користи за израду толица којим се бруси сиви и бели лив, темпер лив, обојени метали итд. Поседује добра својства самооштрења па је тако животни век тоцила дуг. Користи се за оштрење алата од тврдог метала и високолегираних челика.

#### 3. Карбид бора ( $\text{B}_4\text{C}$ )

Распрострањен је као брусна сировина за обраду глачањем. Иако има врло високу микротврдоћу од 40000 до 45000  $\text{N/mm}^3$ , веома је крт и неотпоран на високе температуре. Он на температури од 500°C оксидише, па се не користи за израду тоцила, већ као брусни прах за полирање и глачање.

#### 4. Нитрид бора ( $\text{BN}$ )

Има највећу тврдоћу после дијаманта од 80000 до 100000  $\text{N/mm}^3$ . Отпоран је на температуру резања од 1500 до 1600°C и инертан је у односу на гвожђе. У последње време се све више користи за обраду брушења и оштрења резних алата.

Поред овде наведених, постоји још пуно других врста материјала као што су Титан карбид, Волфрам карбид, вештачки дијамант и др.

### 3.3. Природни брусни материјали

Најпознатији природни материјал који се користи за израду тоцила јесте дијамант (C), који је у многим операцијама незаменљив. Од свих материјала он има највећу тврдоћу која износи и до 100000  $\text{N/mm}^3$ , недостатак је тај што је неотпоран на високим температурама и већ на 750°C почиње да оксидише. Хемијски је активан у односу на гвожђе, а инертан у односу на тврде метале. Примењује се за брушење тврдых метала, оштрење тоцила, глачање, полирање, хоновање итд.

Поред дијаманта као најпознатијег, у природне материјале спадају још и нормални корунд и полуплеменити корунд.

### 3.4. Својства брусног материјала

Од брусног материјала се очекују следеће особине: да поседује велику тврдоћу и велику жилавост. Тврдоћа је потребна брусним зрнима како би лакше продирали у материјал и да што дуже задржавају резне способности, тј. да се спорије хабају. Жилавост брусним зрнима омогућавају то да се не ломе често, услед продирања у материјал. При томе је потребно да сам геометријски облик зрна буде такав да поседује што већи број резних ивица. Материјал такође мора поседовати и способност доброг везивања, како би зрна омогућила пренос динамичких оптерећења у процесу резања.

### 3.5. Врсте везивног материјала

Везива служе за повезивање абразивних зрна у једну целину, односно у тоцило. Врста везива одређују и основну технологију израде. Врста и количина везива одређују такође чврстоћу и тврдоћу тоцила, односно способност брушења. Разликујемо следеће врсте везивног материјала.

**Керамичко везиво** – ова везива су на бази фелдспата, разних глина, каолина, и других неорганских материјала. Термичка обрадивост тоцила са керамичким везивом се креће од 1200 до 1300°C. Оваква тоцила нису осетљива на хемијске утицаје околине и могу се лагеровати неограничено дуго.

**Смолно везиво** – користи се бакелитна смола која је по свом хемијском саставу фенолформалдехидна смола. Ово везиво даје тоцилу одлична механичка својства. Погодно је за армирање, са стакленим плетивом, или другим врстама арматуре. У поређењу са керамичким везивом, мање је осетљиво на нагле промене температуре и ударце, али је осетљивије на хемијске утицаје.

**Магnezитно везиво** – ово везиво је на бази каустичног магнезита и магнезијум хлорида. Тако настала веза без термичке обраде је тзв. хладна веза. Вештачки брусеве са магнезитном везом су намењени за глибо и фино брушење метала и неметала. Квалитет брусева зависи од врсте и величине брусног зрна, као и од тврдоће бруса. Брус не подноси велико статичко и динамичко оптерећење, при чему се током транспорта треба водити рачуна да се брус механички не оштети. Током брушења се вода или неко друго средство користи за његово хлађење.

**Гумена везива** – се користе за израду тоцила за вођење при брушењу делова без шиљака, тоцила за брушење фазонских облика, за брушење делова повећане тачности као и за брушење навоја.

**Метална везива** – налазе примену за израду тоцила за резање навоја и белегија за завршно хоновање челичних делова, а за израду дијамантских тоцила примењујусе бакелитна, метална, и керамичка везивна средства.

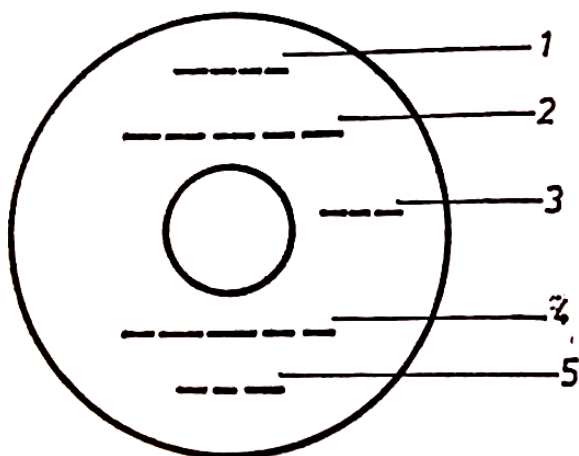
**Бакелитна везива** – примењују се за тоцила за оштрење резних алата од тврдог метала и за операције полирања разних делова.

### 3.6. Абразивна тоцила

#### 3.6.1. Основне карактеристике абразивних тоцила

Карактеристике тоцила је најлакше упознати преко њихове међународне ознаке, где ознаке значе: 1-фирма и адреса произвођача, 2-квалитет тоцила, 3-класа и гарантоване особине произвођача, 4-димензије тоцила, 5-максимална дозвољена обртна брзина тоцила. Из ознаке квалитета тоцила види се да је оно резни алат састављен од више елемената. За правилан избор тоцила потребно је познавати његове саставне елементе и њихове карактеристике. Тоцило је алат хетерогеног састава, и ако се посматра његова целокупна запремина ( $V_t$ ), експериментално је доказано да се она састоји из запремине зрна брусне сировине ( $V_b$ ), запремине везива ( $V_v$ ) и запремине пора ( $V_p$ ).

На сл. 143 је приказан пример означавања тоцила.



Сл. 143 – Означавање тоцила

### 3.6.2. Зрноћа тоцила

Брусни материјали се чисте, дробе и уситњавају у посебним млинским уређајима, а затим се класирају према величини зрна просејавањем кроз сита са одређеним бројем отвора на дужини од 25,4 mm.

При том се разликују следеће групе зрноће тоцила:

1. Врло груба: 8, 10, 12
2. Груба: 14, 16, 20, 24
3. Средња: 30, 36, 46, 54, 60
4. Фина: 80, 90, 100, 120
5. Врло фина: 150, 180, 200, 220
6. Особито фина: 280, 320, 400, 500, 600

### 3.6.3. Тврдоћа тоцила

Појам тврдоћа не подразумева тврдоћу зрна брусног материјала, већ отпор којим се брусно средство супротставља одвајању брусних зрна из масе тоцила под дејством спољашњих сила. Ово је веома важна особина тоцила, од које зависи продуктивност и квалитет обрађене површине. Сувише тврдо тоцило ствара топлотна оштећења на обрађеној површини. Да би се ово избегло, потребно је често преоштравати тоцила. Рад тоцила са затупљеним зрнима изазива већи утрошак снаге, веће трење и загревање. При томе, не долази само до оштећења обрађене површине, већ и до оштећења радног предмета. Сувише меко тоцило се осипа, брзо мења облик и димензије.

Ознаке за тврдоћу тоцила су следеће:

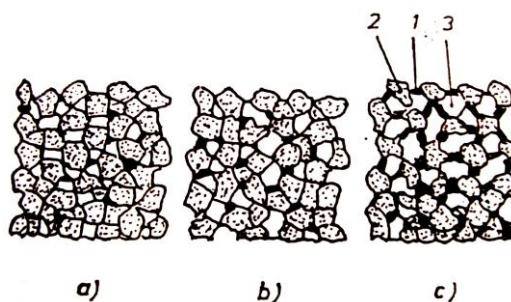
- |                  |            |
|------------------|------------|
| 1. Врло мека     | E, F, G    |
| 2. Мека          | H, I, J, K |
| 3. Средња        | L, M, N, O |
| 4. Тврда         | P, R, S    |
| 5. Врло тврда    | T, U, W, Z |
| 6. Особито тврда | X, Y, Z    |

### 3.6.4. Структура тоцила

Структуру тоцила карактерише количински однос зрна, везивне масе и пора у јединици обима или концентрацији зрна према концентрацији пора која се изражава односом  $V_b/V_p$ . По структури, тоцила можемо поделити на следеће групе:

- |              |       |
|--------------|-------|
| 1. Затворена | 1 2 3 |
| 2. Средња    | 4 5 6 |
| 3. Отворена  | 7 8 9 |

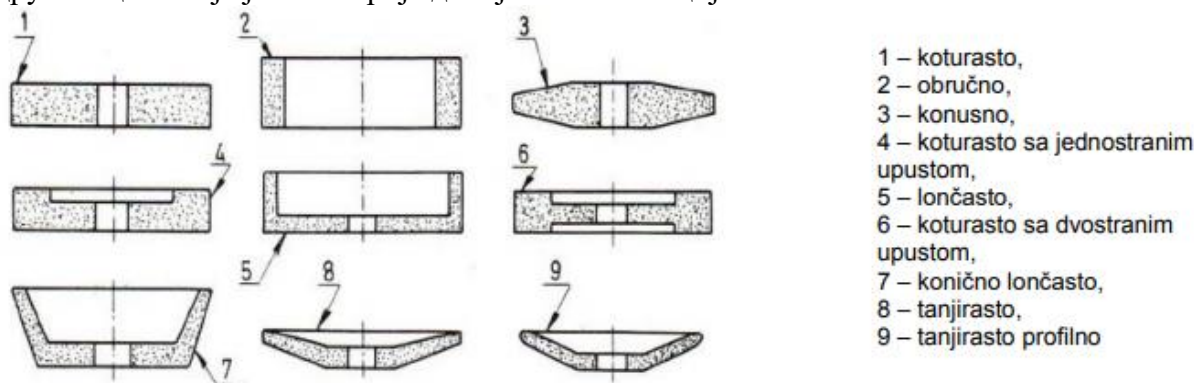
Сл. 144 – Структура тоцила. а) отворена, б) средња, ц) затворена.



### 3.6.5. Облици, типови и употреба тоцила

За обраду брушењем, примењују се тоцила која по облику могу бити много различита. По немани се деле на тоцила за спољно округло брушење, брушење отвора, профилно брушење, равно и чеоно брушење, брушење зуба, брушење навоја и сл. По квалитету обрађене површине имамо тоцила за грубо брушење, завршно брушење, глачање итд. За обраду хоновањем користе се тоцила у виду сегмената, који су постављени на специјалним носачима и могу се размицати током обраде. За завршне обраде брушењем користе се еластична тоцила, траке за полирање, шмиргле и разне врсте паста чији је задатак постизање што мање површинске храпавости на обрађеној површини.

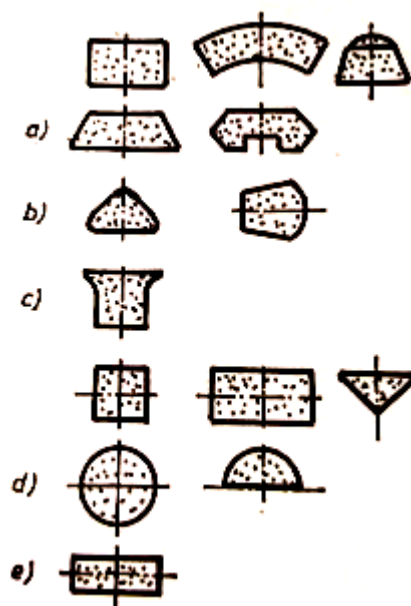
На сл. 145 се могу видети основни облици тоцила, на основу којих постоје и друга тоцила чија је геометрија добијена комбинацијом ових облика.



Сл.145– Основни облици тоцила

Поред самих тоцила, постоје и **брусни сегменти**, који су саставни делови алата за брушење и оштрење. Ови сегменти имају заједнички носач на коме се учвршћавају, после истрошења једне гарнитуре брусних сегмената, њихов носач се оспособљава да прими следећу гарнитуру. Намењени су за цео низ брушења и оштрења резних делова као што су:

- Равно брушење челом тоцила
- Равно брушење тврдих метала
- Брушење шина
- Чишћење и дотеривање разних делова
- Хоновање



Сл. 146 – Абразивна тоцила

### 3.7. Дијамантска тоцила

#### 3.7.1. Основне карактеристике дијамантских тоцила

**Ознаке димензија на тоцилима** су стандардизоване. Уобичајене ознаке димензија на дијамантским тоцилима за оштрење резних алата су следеће:

$D$  – највећи пречник тоцила,

$d$  – пречник отвора тоцила,

$h_1$  – ширина дијамантске облоге код спољних цилиндричних тоцила ако се разликује од укупне висине  $H$ ,

$H$  – укупна висина тоцила,

$h$  – ширина дијамантске облоге код тоцила са чеоном страном,

$v$  – дубина дијамантске облоге,

$D_1$  – пречник ојачања на телу тоцила.

**Пречник тоцила** се одређује према прихватним димензијама машине. Треба бирати највећи могући пречник тоцила, јер је онда учинак брушења највећи. При томе треба водити рачуна о задовољеној обимној брзини тоцила.

**Ширина дијамантског слоја** је битан елемент за економичност рада. При аутоматском брушењу на машини треба бирати ужи дијамантски слој, јер је онда мање загревање при раду. Међутим, треба водити рачуна да се при веома уском слоју губи стабилност процеса. У том случају се иде на повећање притиска брушења – да би се оставио одређени учинак, а што такође није препоручљиво јер може довести до прскотина на брушеној површини.

**Тело дијамантског тоцила**, израђује се зависно од намене. Постоји више варијанта технологије израде тела дијамантских тоцила. Ако је дијамантско тоцило са везивом од вештачке смоле, тело тоцила може бити од смеше вештачке смоле и алуминијумског праха, или од кованог алуминијума. У случају да је реч дијамантском тоцилу са бронзаном везом, тело тоцила може бити од челика, бронзе или алуминијума.

**Зрноћа дијаманата** има велики утицај на учинак тоцила. Дејство зрноће на финоћу обрушене површине и учинак брушења је контрадикторна. У колико се захтева мања површинска храпавост, употребљавају се тоцила са финијом зрноћом, али се при том остављају мањи учинци брушења.

Грубље зрноће омогућавају веће учинке брушења и мање истрошеност тоцила, али и лошију површинску храпавост.

У табели 1 дате су вредности ознаке тврдоће разних произвођача као и величина зрна у  $\mu\text{m}$ .

Табела 1. – Зрноћа дијаманта

| Зрноћа дијаманата по DIN-у |       |                                 | Зрноћа дијаманата по US-mesh |                                 | Зрноћа дијаманата по |          | Примедба |
|----------------------------|-------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------|----------|
| Red 1                      | Red 2 | Величина зрна у $[\mu\text{m}]$ | Mesh                         | Величина зрна у $[\mu\text{m}]$ | GOST-у               | JUS-у    |          |
|                            | D     | do 0,5                          |                              |                                 |                      |          |          |
|                            | 0,25  | 0,5-1                           |                              |                                 |                      |          |          |
|                            | D 0,7 | 1--2                            |                              |                                 |                      |          |          |
|                            | D 1   | 2--5                            |                              |                                 |                      |          |          |
|                            | D 3   | 5--10                           |                              |                                 |                      |          |          |
|                            | D 7   | 10--25                          |                              |                                 |                      |          |          |
| D 30                       | D 15  | 25--32                          |                              |                                 |                      |          |          |
|                            | D 25  | 25-40                           |                              |                                 | AM 20                | 600      |          |
|                            |       | 32-40                           |                              |                                 | AM 28                | 300      |          |
| D 50                       | D 35  | 40-50                           | 500/600                      | 34 30                           | AM 40                | 400      |          |
|                            | D 45  | 40-63                           | 400/500                      | 37 34                           |                      |          |          |
|                            |       | 50-63                           | 325/400                      | 44 37                           | A 4                  | 320      |          |
| D 70                       | D 55  | 63-80                           | 270/325                      | 53 44                           |                      |          |          |
|                            | D 65  | 63-90                           | 230/270                      | 63 53                           | A 5                  | 280      |          |
| D                          |       |                                 |                              |                                 |                      |          |          |
| 100                        |       | 80-100                          | 200/230                      | 74 63                           | A 6                  | 200, 220 |          |
|                            | D 90  | 90-125                          | 170/200                      | 88 73                           |                      |          |          |
|                            |       | 100-125                         | 140/170                      | 105 88                          | A 8                  | 150,180  |          |
| D                          |       |                                 |                              |                                 |                      |          |          |
| 150                        | D 110 | 125-160                         |                              |                                 |                      |          |          |
|                            | D 140 | 125-200                         | 120/140                      | 125 105                         | A 10                 |          |          |
|                            |       | 200-250                         | 100/120                      | 149 125                         | A 12                 | 120      |          |
| D                          |       |                                 |                              |                                 |                      |          |          |
| 250                        | D 180 | 250-315                         |                              |                                 |                      |          |          |
|                            | D 220 | 315-400                         | 80/100                       | 177 149                         | A 16                 | 90-100   |          |
| D                          |       |                                 |                              |                                 |                      |          |          |
| 315                        |       | 400-500                         | 70/80                        | 210 177                         | A 20                 | 60       |          |
|                            | D 280 | 500-630                         | 60/70                        | 250 210                         |                      |          |          |
| D                          |       |                                 |                              |                                 |                      |          |          |
| 500                        |       | 630-800                         | 50/60                        | 297 250                         | A 25                 | 60       |          |
| D                          |       |                                 |                              |                                 |                      |          |          |
| 700                        | D 450 | 800-1000                        | 40/50                        | 420 297                         | A 32                 | 46,54    |          |
| D                          |       |                                 |                              |                                 |                      |          |          |
| 900                        | D 500 | 1000-1250                       |                              |                                 | A 40                 | 30,36    |          |

**Везивна средства** дијамантских и абразивних тоцила су међусобно слична. Везивна средства дијамантских тоцила могу се поделити у три велике групе: од вештачке смоле (ознаке В), од бронзе (ознаке Вz), и елизир везивно средство (ознаке ЕВ) за електрохемијско брушење. Све врсте везивних средства се израђују у разним степенима тврдоће. Вештачко смолно везиво В израђује се са степенима тврдоће:

J – меко,  
S – врло меко,  
N – средње тврдо,  
R – тврдо.

Дијамантска тоцила са синтетичким дијамантским зрнима и везивом од вештачке смоле израђују се у следећим степенима тврдоће:

В 31 J – меко, за фино брушење и велике контактне површине,

В 31 N – средње тврдо,

В 31 R – тврдо за грубо брушење, велике учинке брушења и мале контактне површине.

Дијамантска тоцила са синтетичким метализираним дијамантским зрнима израђују се у следећим степенима тврдоће:

ВМ 31 N – средње тврдо, нарочито повољно при сувом брушењу малих контактних површина, при брушењу са хлађењем,

ВМ 31 J – меко, нарочито повољно при сувом брушењу,

ВМ 31 S – веома тврдо, за високе учинке брушења.

Дијамантска тоцила са бронзаним везивним средством израђују се у следећим степенима тврдоће:

Vz1 – меко, порозно везивно средство, погодно за суво брушење,

Vz2 – средње тврдо, нарочито погодно за дубоко брушење,

Vz3 – тврдо, погодно за брушење са хлађењем, и за суво брушење,

Vz4 – тврдо, за разна брушења при хлађењу

Vz5 – врло тврдо, са чврстим ивицама тоцила за израду ломача струготине на грудној површини ножева,

Vz6 - нарочито тврдо, отпорно на истрошење и погодно за профилна брушења.

Дијамантска тоцила за електрохемијско брушење израђују се са следећим степенима тврдоће:

ЕВ-3 – средње тврдо, за рад са нижим притисцима брушења,

ЕВ28- тврдо, погодно за високе учинке брушења.

**Концентрација дијаманата** у дијамантском тоцилу утиче на радни учинак и цену тоцила. Концентрација је ознака за масени део дијаманатских зрна у јединици запремине облоге тоцила. Маса дијаманата се изражава преко карата (1 карат = 0,2 дијаманта). Ознака концентрације 25 значи да у тоцилу има 1,1 карата дијаманата по  $1\text{cm}^3$  дијамантске облоге:

Концентрација 50 – 2,2 karata/cm<sup>3</sup>

Концентрација 75 – 3,3karata/cm<sup>3</sup>

Концентрација 100 – 4,4 karata/cm<sup>3</sup>

Концентрација 125 – 5,5 karata/cm<sup>3</sup>

Концентрација 150- 6.6 karata/cm<sup>3</sup>

Концентрација 175 – 7,7 karata/cm<sup>3</sup>

Концентрација 200 - 8,8 karata/cm<sup>3</sup>

При избору тоцила са финијом зрноћом може бити нижа концентрација, и обрратно, а код грубље зрноће виша концентрација. Ако се оштре и резни алат код кога је контактна површина са тоцилом мала, мора се примењивати тоцило са високом концентрацијом – да би истрошење тоцила било што мање. Одржавање профила и оштре ивице на тоцилу остварује се такође вишим концентрацијама дијаманата. Ако се при оштрењу користи хлађење, одводи се топлота из радне зоне, па је економично примењивати више концентрације, изузев код брушења малих контактних површина. Исто тако, код тврђег везивног средства може се радити са вишим концентрацијама.

### **3.7.2. Облици типови и употреба дијамантских тоцила**

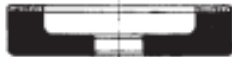
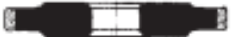
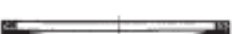
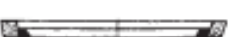
Дијамантски и борнитридни брусни алати су погодни за најзахтевнија брушења, јер обезбеђују квалитетну, тачну, брзу и економичну обраду. Одликује их велика постојаност профила, и велика способност скидања материјала. Брушење се врши незнатним притиском, тако да током брушења не долази до прегревања, дефекта и пуцања, чак и код материјала који се веома тешко обрађују. Дијамантски и борнитридни брусни алати су алати са смолним везивом и по својој намени су универзални. Могу се користити и за суво и за мокро брушење. Облик брусног алата зависи од конструкције и величине предмета обраде машине и технологије брушења. Избор облика и димензија се може видети из Табеле 2. Означавање облика и димензија, преузети су из FEPA стандарда. Димензије брусног алата обухвата податке о пречнику, висина отвора брусног алата као и податке о ширини и дебљини брусног слоја.

Код наручивања ових тоцила, потребно је знати:

1. Облик брусног алата
2. Димензије брусног алата
3. Спецификацију материјала:
  - врсту абразива
  - гранулацију абразива
  - тврдоћу брусног алата
  - концентрацију абразива
  - врсту везива
4. Начин брушења (мокро или суво)

Табела стандардних облика дијамантских тоцила у складу са FEPA стандардом.  
Брусеви ове врсте одговарају европским заштитним захтевима за супер абразиве EN 13236.

Табела 2. – Стандардни облици дијамантских тоцила

|                                                                                              |                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 A1        | 6 A2<br>6 A2-D      |
| 14 A1       | 11 A2               |
| 1 L1        | 12 A2               |
| 14 EE1      | 12 V2               |
| 14 F1       | 6 A9                |
| 1 FF1     | 11 V9             |
| 9 A3      | 12 V9             |
| 4 A2      | 1 SVM             |
| 12 A9     | 12 A2-1           |
| 4 ET9     | 4 V9              |
| 4 BT9     | 12 B9             |
| 12 A2-45  | 1 A1 W<br>1 A8 W  |
| 6 V9      | 14 U1             |

## 4.0. Технологије оштрења алата за обраду глодањем

### 4.1. Значај, област примене обраде глодањем и врсте глодала

Глодала су веома распрострањени резни алати у металопрерађивачкој индустрији. У машинском парку сваког производног погона, машине за глодање чине чак петину од свих расположивих машина. У новије време, у оквиру употребе програмских машина и машина са нумеричким управљањем, обрада глодањем се користи на око 30% операција. Огромна предност у односу на остале врсте обраде, је у томе што се глодањем могу обрађивати профили на разним врстама радних комада, а да при томе није потребна ни сложена машина, ни висококвалификована радна снага. У многим случајевима компликовани облици се могу добити глодањем.

Глодала су резни алати који се могу сврстати у више разноврсних група. По распореду зуба у односу на осу глодала разликујемо:

- цилиндрична глодала за спољно глодање,
- цилиндрична глодала за спољно и чеоно глодање,
- вретенаста глодала за глодање жљебова и канала,
- профилна глодала са угаоним и заобљеним зубима,

По правцу зува глодала се деле на:

- глодала са правим зубима,
- глодала са косим зубима,
- глодала са наизменичним зубима.

По конструкцијским извођењима имамо следеће врсте глодала:

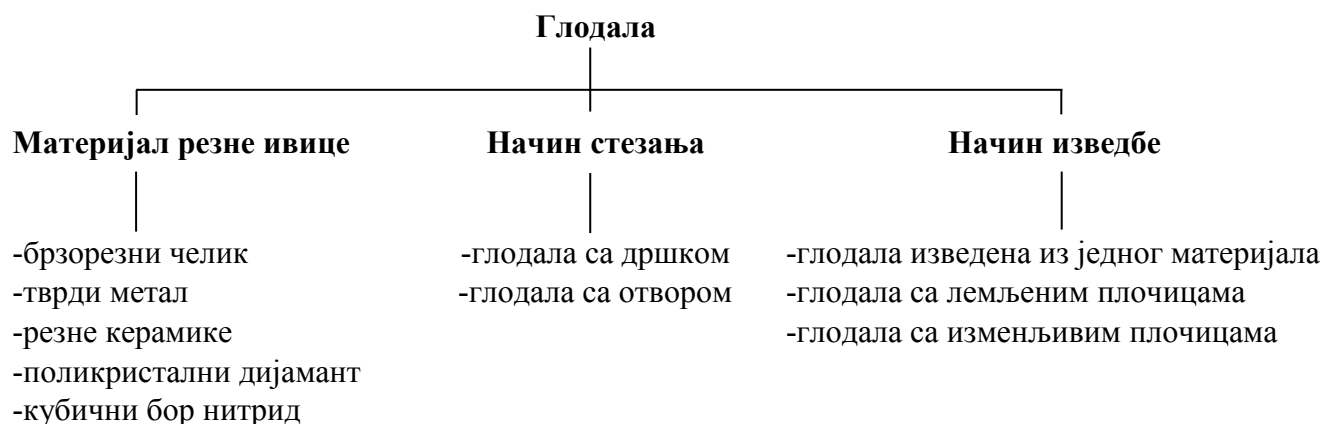
- глодала конструисана изједна са држачем,
- монтажна глодала са стављена из резног дела и држача,
- глодала са уметнутим зубима,
- глодала са плочицама од тврдог метала која су заварена за тело.

Алати за поступак глодањем су глодала која могу бити у облику ваљака или других округлих плоча. На ободу се налазе правилно распоређени зуби, а сваки зуб у основи представља нож. Глодало има дефинисану геометрију резног дела и састоји се од више главних резних ивица. Оштрице се налазе на зубима глодала, а могу бити смештене или на ободу и на челу глодала или само на ободу што је редак сличај. На сл. 147, су приказани основни елементи глодала, а то су: радни део са зубима на којима се налазе резне ивице, врат који спаја стезни и редни део, као и стезни део који је предвиђен за стезање глодала у машину.



Сл. 147–  
Елементи глодала

По конструкцијским извођењима, глодала можемо поделити и према материјалу резних елемената, начину стецања као и начину изведбе глодала са резним елементима.



Када говоримо о материјалима резних ивица глодала, сваки материјал који се користи за ове израду ових елемената мора да испуњава одређене услове. Ти услови, тј. захтеви се постављају у зависности од алата који се користи за обраду, при чему су општи услови отпорност на хабање, ударна издржљивост тј. жилавост и високи ударни рад лома. Приликом обраде долази до одношења материјала алата и то услед абразивног хабања. Поред абразије, долази и до одношења материјала путем адхезионог хабање тј. наваривања обрађеног материјала на резну ивицу или грудну површину алата. Због оваквих врста хабања алата потребно је у зависности од врсте глодања, услова резања и других фактора који се јављају, правилно изабрати материјал резних елемената глодала.

Начин стецања глодала у машину зависи од његовог облика, тј. да ли се ради о глодалу са дршком или о глодалу са отвором.

На свим машинама где се алат може причврстити директно на излазно вратило машине, користе се глодала да отвором. За стецање глодала са отвором, најчешће се користе хидраулични погони, ради постизања веће тачности као и прецизност. Пре стецања у машину, сам алата се ручно или хидрауличним путем ставља у тзв. прихват који се накнадно притеже на машину.



Сл. 148 – Стецање глодала са отвором

Глодала са дршком, се углавном користе код ручних глодалица и стоних глодалица. Оне могу бити класично и нумурилко управљане. Сама дршка оваквих глодала може бити:

- 1) цилиндричног облика
- 2) конусног облика

1. Глодала са цилиндричном дршком се могу стезати на три начина, и то :
  - помоћу еластичних чаура
  - помоћу вијака
  - хидро прихватима
2. Глодала са конусном дршком могу бити са:
  - морсеовим конусом
  - ISO конусом
  - HSK

Према начину изведбе, глодала се деле на: глодала која су цела изведена из једног материјала, глодала са лемљеним плочицама, глодала са изменљивим плочицама. На сл. 149 се могу видети глодала изведена из истог материјала, то су једноделни алати. Најчешћи материјали од којих се израђује оваква врста глодала су брзорезни челици и тврди метали.



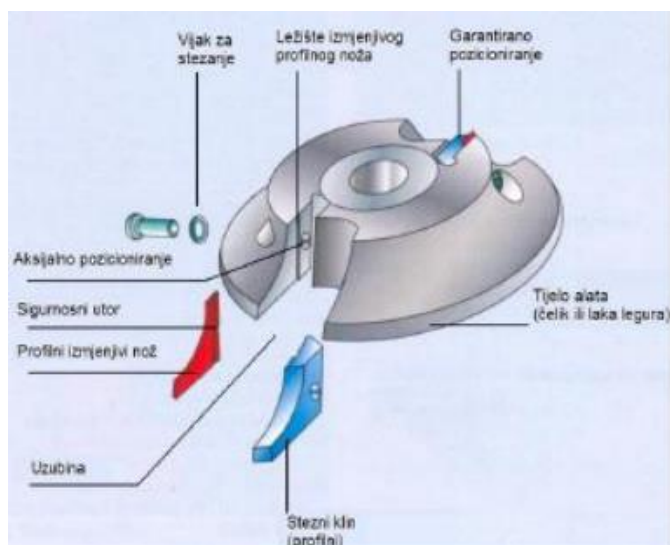
Сл. 149 – Глодала изведена из једног материјала

Глодала са лемљеним плочицама су глодала чији се делови за резање, тј. резне оштрице, помоћу лема спојене са телом алата. У данашње време оваква врста глодала има веома широку примену. Материјали од којих се израђују оштрице су тврди метали, брзорезни челици и поликристални димајамант, док се тело израђује од неке врсте челика за побољшање.



Сл. 150 – Глодала са лемљеним плочицама

Глодала са изменљивим плочицама су такви алати код којих је могуће изменити резне ножеве онда када то буде било потребно. Предност оваквог алата је то што је олакшано одржавање самог алата, као и скраћивање времена одржавања. Омогућено је и стављање плочица различитих квалитета на исто тело алата, у зависности од врсте обрадивог материјала. Још једна предност је та што је продужен век трајања оштрице алата. На сл. 151 се може видети један овакав алат.



Сл. 151 – Глодало са изменљивим плочицама

Разликујемо следеће врсте глодала: ваљкаста, котураста, тестераста, вретенаста, профилна.



Сл.151.1. – Вретенаста глодала



Сл. 151.2. – Ваљкаста глодала



Сл. 151.3. – *Котураста глодала*



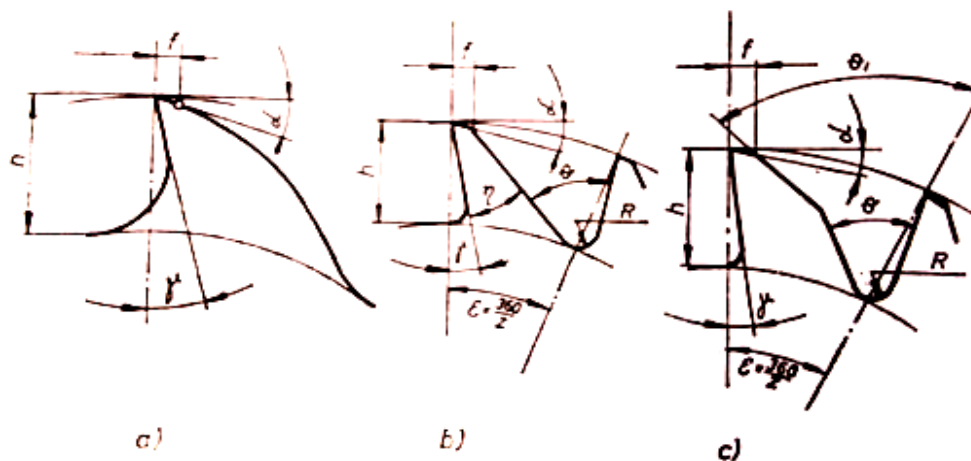
Сл. 151.4. – *Тестерасто глодало*

## 4.2.Конструкцијске карактеристике глодала

Глодала су намењена за обраду равних и степенастих површина, површина обрађеног профила, жлебова, прореза, итд. Усавршавањем облика глодала и прилагођавањем резне геометрије условима рада, са глодалима се може постићи велики учинак при резању. Обзиром на велики избор облика и могућност извођења резне геометрије, као и то да је глодало вишесечни алат могу се применити за обраду свих врста материјала. Облик сечива зависи од врсте глодала односно од облика врха глодала.

Облик зуба глодала мора бити такав да се може формирати одговарајућа резна геометрија да буде довољно простора за прихватање ивера и да може да се оптерети одговарајућом силом. Код глодала је битно: број зуба, угао спирале и геометрија зуба. Ако усвајамо мањи број зуба тада имамо могућност да идемо са већом висином зуба на глодалу што повећава укупни век трајања глодала, јер је број могућих оштрења повећан. Ако имамо већи број зуба, смањује се маса зуба што утиче на могућност веће дубине резања ради смањења могућности одвођења струготине.

Глодало је резни алат који на својој цилиндричној или чеониј површини, а често и на обема, има зупце којима врши резање метала. Сваки зубац се посебно посматра у процесу формирања струготине. Постоје различита конструкцијска извођења зуба глодала. На сл. 152 дата су три различита облика леђне површине зуба и то: а) параболичан, б) трапезни облик са две леђне површине и ц) трапезни облик са три леђе површине.



Сл. 152 – Конструкцијски облици озвођења леђних површина на зубима глодала

### 4.3. Хабање глодала

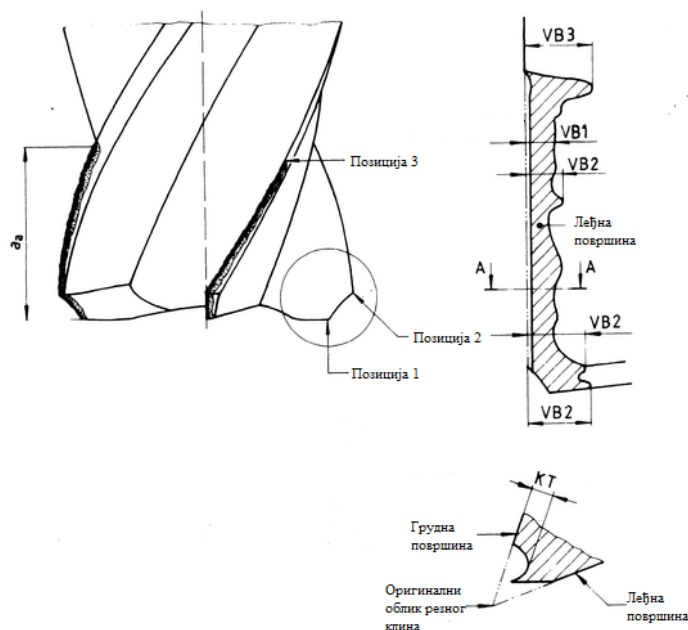
Глодала су намењена за обраду равних и степенастих површина одређеног профила, жлебова, прореза, итд. Обзиром на велики избор облика и могућности извођења резне геометрије као и то да је глодало вишесечни алат могу се применити за обраду свих материјала. Са њима се постиже широк дијапазон квалитета обрађених површина грубим – претходним, и завршним финим глодањем.

Резни део глодала сачињавају чело и ожебљени део глодала. За разлику од алата за обраду отвора, код вретенастих глодала активан резни део није само чело, односно улазни део, него у самом процесу резања поред чела учествује ожебљени део. Уколико чело нема функцију неког профилисања при раду, обично оно служи за поравњавање, а ожебљени део обавља главни део обраде радног предмета.

Пошто глодало у процесу резања учествује са сечивима врха и ожебљеног дела то се на истима појављује хабање. Облик, величина и место појаса хабања зависи од врсте глодања и начина рада.

Зуб глодала клизи за извесну дужину по радном предмету пре него што задре у материјал. Трење које ствара задирање сечива делује у већој мери на хабање. Недовољна крутост ношења глодала и вретена машине знатно доприносе иступљењу сечива глодала. Трење које се при глодању појављује на сечивима глодала хаба углавном грудну и леђну страну сечива. Хабање леђне стране сечива на зубу не би требало да пређе 0,3mm, јер ће трошкови преоштравања бити сувише велики, а глодало ће се превремено истрошити.

На сл. 153 дата је слика хабања глодала од тврдог метала. Дозвољена хабања по леђној површини глодала, у зависности од врсте обраде и врсте глодала дата су у Табели 3.



Сл. 153 – Хабање зуба глодала

Табела 3 – Дозвољена хабања по леђној површини глодала

| Vrsta glodala               | Dovoljeno habanje (h) |             |
|-----------------------------|-----------------------|-------------|
|                             | Gruba obrada          | Fina obrada |
| Cilindricna I diskasta      | 0,4 do 0,6            | 0,2 do 0,3  |
| Testerasta za (za usecanje) | -                     | 0,1 do 0,2  |
| Vretenasta                  | 0,3 do 0,5            | 0,1 do 0,2  |
| Ceona glodala I rezne glave | 0,6 do 0,8            | 0,3 do 0,5  |

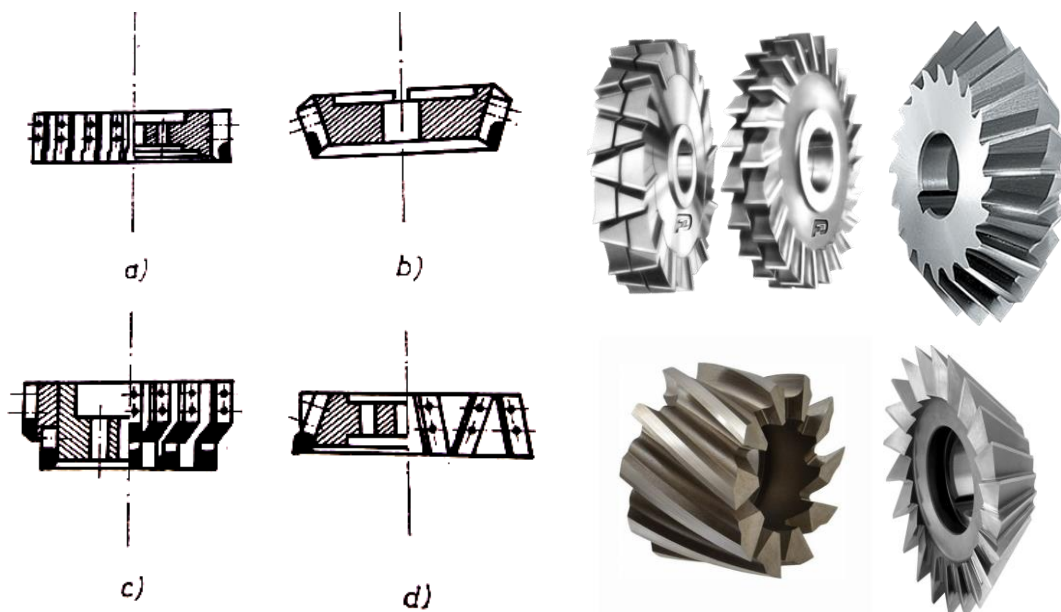
#### 4.4. Машине за оштрење глодачких резних глава

##### 4.4.1. Конструкцијско извођење машина

У последње време, глодачке главе имају све већу примену за грубу обраду делова добијених ливењем или ковањем. Обрада овим алатима обезбеђује равну површину која за следећу обраду служи као базна површина. Ови алати су стабилнији, и могу савладати неуједначене отпоре резања који се јављају при грубој обади одливака и отковака.

Облик глодачких глава је веома различит и зависи од намене. Основни саставни делови глодачких глава су носачи ножева са саставним елементима и ножеви за резање. Ножеви могу бити од брзорезног челика или са залемљеним плочицама од тврдог метала. Број ножева у резној глави је различит (од 2 до 3) па до више од 20 комада.

На сл. 154 могу се видети примери глодачких резних делова.



Сл. 154 – Неколико примера извођења глодачких резних делова. а) глава са равним ножевима, б) глава са угаоним ножевима, ц) главе са степенастим ножевима, д) главе са крстасто намештеним ножевима

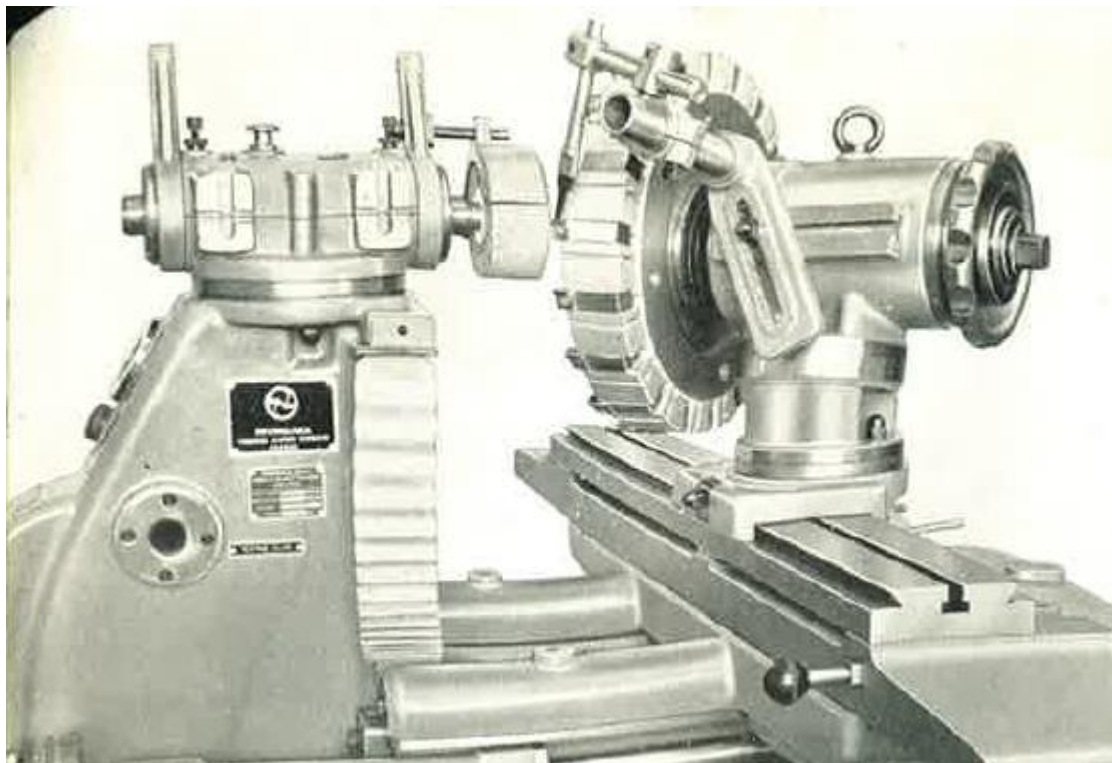
Током примене ових алата, у почетку, вршено је појединачно оштрење ножева, али се то показало непрактичним због дуготрајног монтирања при припреми алата за поновни рад. Данас се глодачке главе оштре без скидања ножева, осим кад је потребно заменити поломљени нож. Ова замена се врши пре оштрења.

Оштрење глодачких глава на универзалним машинама за оштрење, може се примењивати али је рад на њима дуготрајан и изводи се са много појединачних операција које захтевају подешавање машина, а постигнута тачност је често незадовољавајућа. Ово је условило конструкцију специјалних машина за оштрење глодачких глава, које скраћују време отрења и повећавају квалитет наоштрених сечива.

#### 4.4.1.1. Специјалне хоризонталне машине за оштрење глодачких глава

Глодачка глава је постављена и стегнута на радно вретено има могућности кретања у аксијалном смеру (напред-назад), вертикално (горе-доле) и хоризонтално (лево-десно). Носач тоцила са вретеном и плочом за закретање има могућност осцилаторног кретања, заокретања око вертикалне и хоризонталне осе и кретања у подужном и попречном смеру. Сва ова кретања су неопходна да би се за узео најпогоднији положај између тоцила и ножа на глодачкој глави коју треба наоштрити.

На сл. 155 приказана је машина за оштрење глодачких резних глава са хоризонталним вретеном и хоризонталном осом тоцила.



Сл. 155 – Машина за оштрење глодачких резних глава са хоризонталном осом радног вретена

Поред оштрења у истом стежању глодачке главе може се вршити и полирање резне ивице. За ово се на другом крају вретена носача тоцила монтира тоцило за полирање.

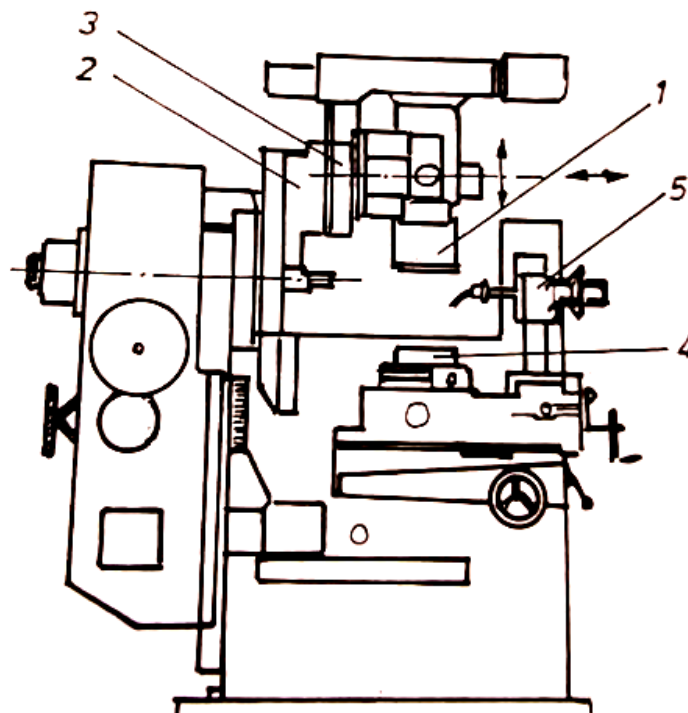
Аутоматским кретањем свако од ова два тоцила доводи се по потреби у радни положај. На овим машинама је, методом копирања, могуће брушење целог профила ножа и целе глодачке главе у аутоматском циклусу, чиме се знатно смањује време потребно за оштере.

#### 4.4.1.2. Специјалне машине са вертикалним радним вретеном

На сл. 156 приказана је машина за оштрење глодачких резних глава са вертикалним радним вретеном и вертикалном осом тоцила. Вретено (носач тоцила) смештено је у вертикалном правцу. Погон вретена тоцила је хидраулични мотор. Тоцило има могућност висинског померања у вертикалном правцу и попречног померања у уздужном правцу.

Радно вретено смештено је у вертикалном положају, што олакшава намештање тешких глодачких глава. Супорт за прецизно заузимање дубине брушења (позиција 3) омогућује да се после сваког пролаза, по избору, заузме дубина брушења од 0,0025 до 0,03mm. За управљање овим процесом служе аутоматски бројачки импулси, помоћу

којих се одређују следеће величине: број ножева на глодачкој глави, број обратаја глодачке главе без заузимања дубине брушења (полирање и леповање).



Сл. 156 – Машина за оштрење глодачких резних глава са вертикалном осом тоцила

#### 4.4.2. Технологија оштрења глодачких глава

##### 4.4.2.1. Услови за квалитетно оштрење

С обзиром на значај операције глодања у металопрерађивачкој индустрији и велики део тих операција у укупном времену обраде једног радног комада, потребно је да глодачка резна глава буде добро и квалитетно наоштрена. Треба избећи оно што се у пракси често дешава, а то је да се после неколико обрађених комада, па чак и после првог обрађеног комада, због лоше површинске храпавости глодачка глава мора скидати и носити на додатно оштрење и испитивање. С обзиром на то да су глодачке главе од 200 и 300 mm врло тешке и да је мукотрпно њихово скидање и стављање на машину за оштрење, значај доброг и квалитетног оштрења постаје све већи и разумљивији. Посебни услови који треба да буду задовољени при оштрењу су:

- радијално бацање сечива ножа (0,005mm ),
- уравњеност главе у аксијалном правцу (0,005 mm),
- површинска храпавост грудне и леђне површине ( $Ra=0,1 \mu m$ ),
- постојаност наоштрене резне главе мора задовољити стандардне вредности.

#### 4.4.2.2. Постављање глодачке резне главе на машину за оштрење

Потребно је добро очистити централни отвор у радном вретену машине, као и конус који служи за прихватање трнова на које се смештају глодачке резне главе. Затим се у машину ставља одговарајући трн, стеже и контролише помоћу мерног сата па је дозвољено аксијално и радијално бацање до 0,005 mm. На крају се на трн ставља глава која се пажљиво стеже.

#### 4.4.2.3. Избор тоцила

Тоцило треба бирати с обзиром на следеће услове: расположива машина за оштрење, која може да прими само одређене димензије тоцила и крутост машине (посебно крутост главе носача брусног вретена).

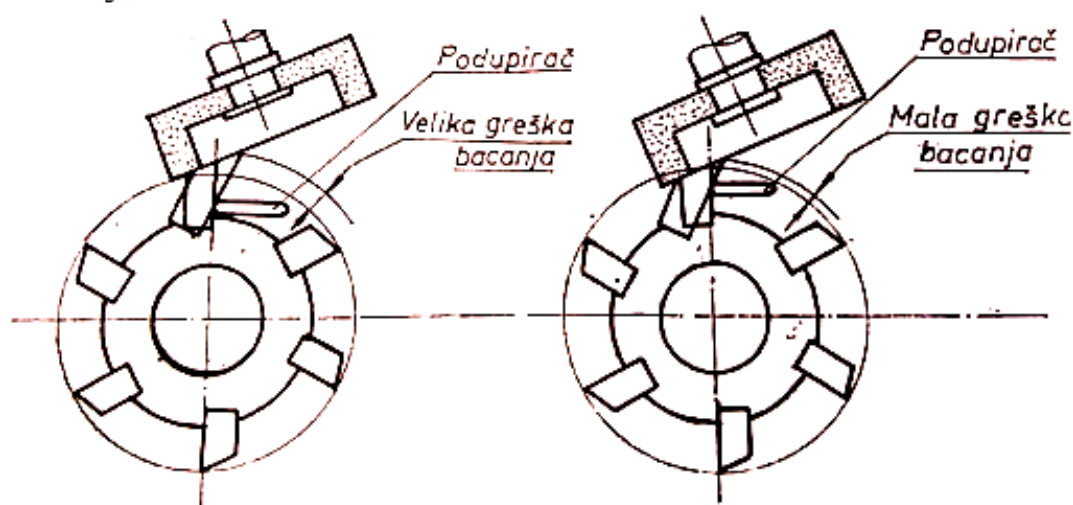
#### 4.4.3. Подешавање алата за оштрење

##### 4.4.3.1. Упутства за подешавање алата на машини ради извођења операције оштрења

Да би се спречиле грешке при оштрењу, потребно је строго поштовање упутства за подешавање уређаја на машини. Правилно руковање и одржавање ових уређаја гарантује дуг век машине и квалитетно извођење операције.

##### 4.4.3.2. Подешавање подеоног уређаја

Подеоно уређај на машини омогућује да се резна глава са ножевима доведе у правилан положај у односу на тоцило. У том положају, врх подеоног уређаја врши одређеном силом притисак на грудну површину ножа који се оштри. Удаљеност врха подеоног апарата од врха ножа не сме бити велики, јер се у том случају јавља велика грешка бацања.



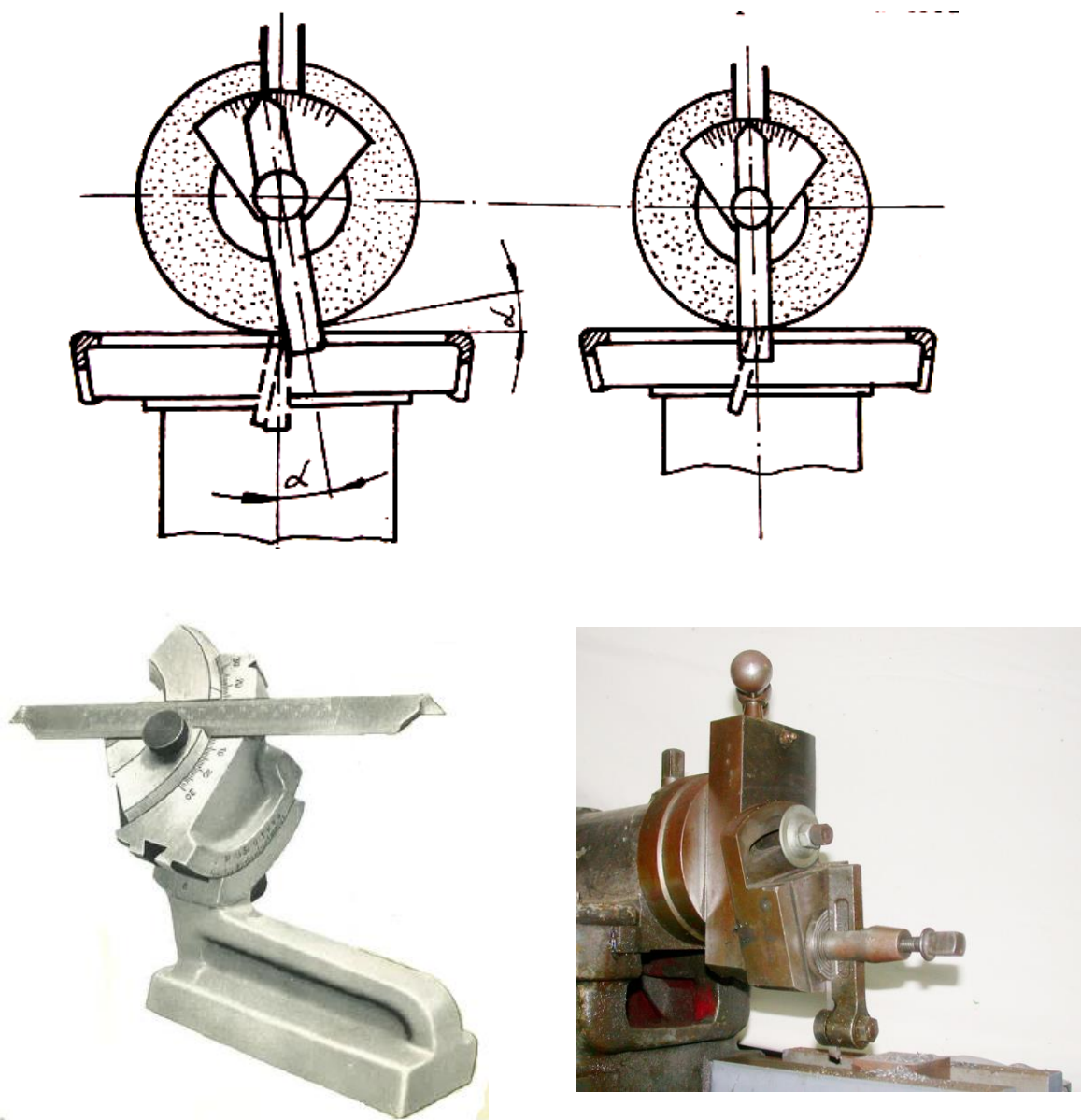
Сл. 157 – Утицај положаја врха ножа на грешку оштрења

Најпогоднија сила притискивања врха подеоног уређаја на грудну површину ножа остварује се применом опруга, које су смештене у телу испод врха уређаја.

#### 4.4.3.3. Примена мерке за одређивање леђног угла

При брушењу главне леђне површине подешавање леђног угла ( $\alpha$ ), врши се помоћу мерке за подешавање, као што се може видети на сл. 158. При том је важно да попречни супорт и глава за брушење буду постављени у нулти положај. После подешавања мерке се заједно са глодачком главом одмиче од тоцила.

За сваку резну главу и одређени број ножева на њој стварни угао сечива може да буде измерен само када је резни алат у срењем положају. При подешавању сечиво треба поставити у средину.



Сл. 158 – Мерка за одређивање леђног угла

#### 4.4.4. Поступак одржавања глодала

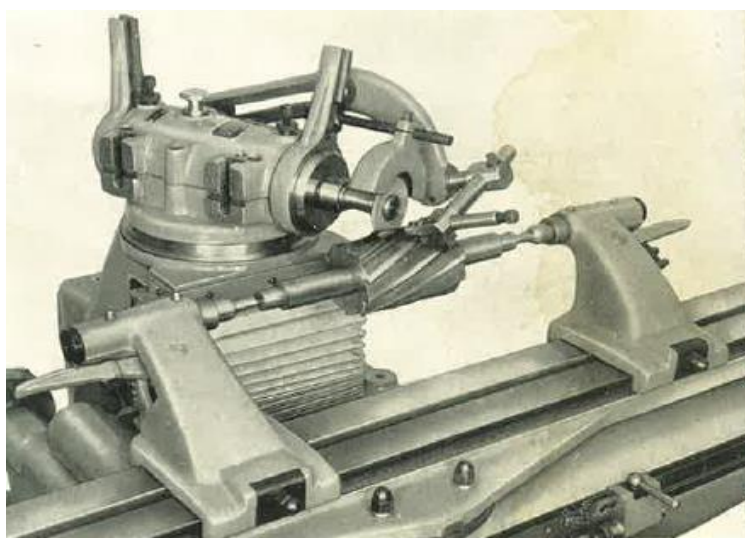
У зависности од насталог хабања – оштећења глодала, условљен је и поступак преоштравања. Код вретенастих глодала када је наступило нормално хабање - затупљење, преоштравање се углавном врши по леђној страни чеоног или уздужног сечива. У колико дође до налепљивања материјала или оштећења грудне стране сечива, тада је потребно прво извршити преоштравање грудне стране, па затим леђне стране сечива. Када се врши преоштравање грудне стране потребно је обратити пажњу да обрушени слој буде што мањи, односно само колико настало хабање условљава. Преоштравање грудне и леђе површине сечива врши се на универзалним брусилицама за оштрење алата. За глодала са лоптастим сечивом користе се специјалне оштрилице.

Вретенаста глодала са равни челом преоштравају се тако што се прво изврши преоштравање сечива на ожебљеном делу глодала, а затим се преоштравање врши на шеоним зубима. Вретенаста глодала могу бити са средишним гнездом на челу резног дела или без средишњег гнезда, што условљава базирање глодала при преоштравању.

Преоштравање грудне стране ожебљеног дела врши се у принципу слободним вођењем грудне површине сечива уз радну страну тоцила, док се ређе користе уређаји са принудним вођењем по жљебу. Преоштравање грудне површине изводи се тањирастим тоцилом.

Код глодала са правим зубима поступак преоштравања је следећи: ако глодало има средишна гнезда постави се између шиљака на радни сто оштрилице, изврши се померање осе глодала у односу на радну површину тоцила, да се добије одговарајући грудни угао по обрасцу:  $C = d/2\sin\gamma$ .

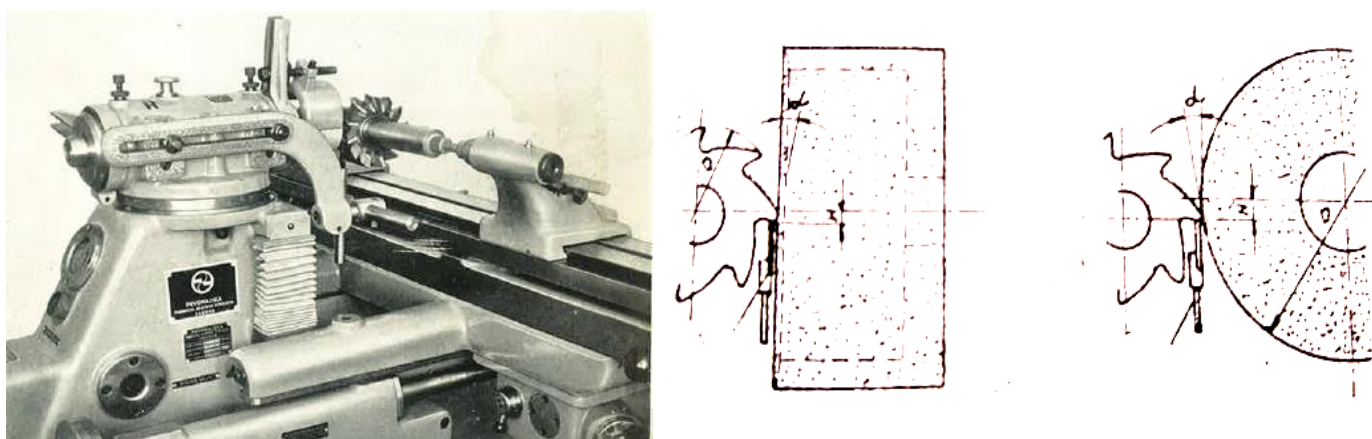
Код оштрења грудне површине глодала са спиралним зубима подешавање се врши према конусној брусној страни тоцила, и то тако да се одстојање тачке додира тоцила са врхом резне ивице одређује према обрасцу:  $C = d/2\sin(\gamma + \theta)$ , а  $Y = C/\operatorname{tg}(\gamma + \theta)$ .



Сл. 159 – Преоштравање грудних површина на ваљкастом глодалу са специјалном подупирачу

Ако се оштрење вршило равном страном тоцила настала би деформација грудне површине сечива (испуцчење).

Преоштравање по леђној површини сечива на ожљебљеном делу глодала, обавља се са принудним вођењем преко потпорног пера на које се ослања грудна површина сечива, а руком се води уз тоцило. Величина леђног угла одређује се положајом потпорног пера на које се ослања грудна страна зуба, односно одстојања врха сечице у односу на осу глодала у хоризонталној равни, сл. 160.



Сл. 160 – Леђни угао  $\alpha$

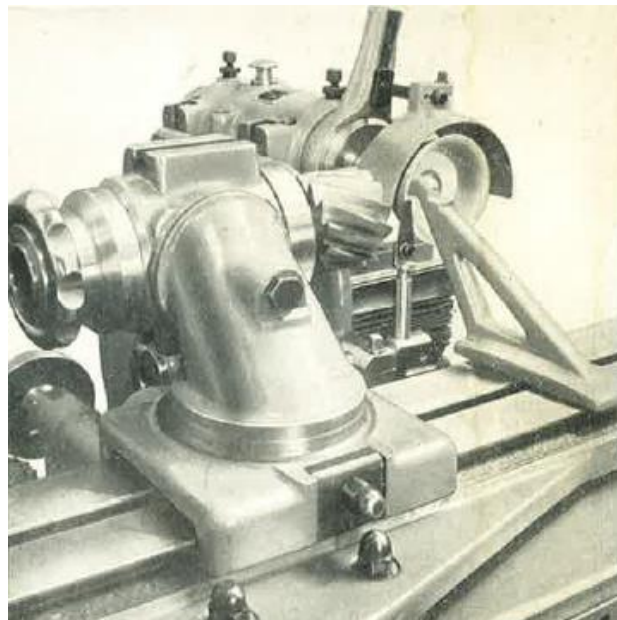
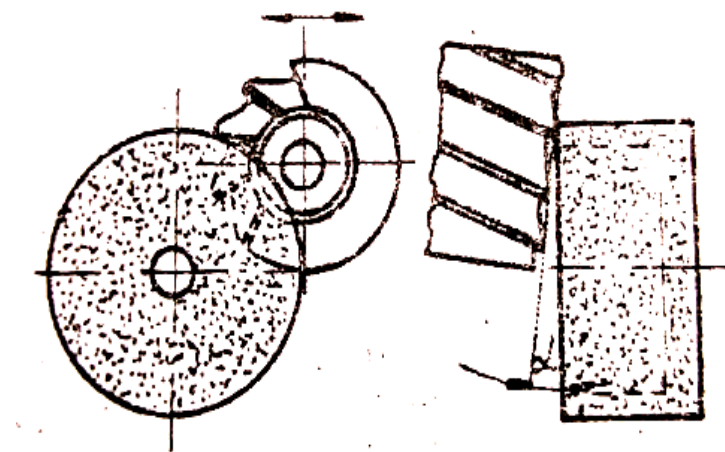
Одстојање између осе глодала и врха зуба за одређени леђни угао рачуна се по обрасцу:  $H = d / 2 \sin \alpha$ . Пожељно је да потпорно перо буде тако намештено да се грудна страна својим делом до врха сечива ослања на исто.

Радну страну тоцила треба накренути до  $2^\circ$  да се обезбеди брушење само предњом страном тоцила.

Код вретенастих глодала која немају средишно гнездо на чеоној страни, стезање се врши у подеони апарату посредством стезне или конусне чауре у зависности од дршке глодала, при чему је подеона плоча ослобођена. Поступак преоштравања је исти као међу шиљцима.

Преоштравање грудне и леђне површине сечива на чеоним зубима вретенастих глодала врши се углавном из подеоних апарата. На чеоним зубима се врши само преоштравање по леђној површини сечива, а у случају смањења дубине жлеба зуба као последица преоштравања и код насталих оштећења сечива у виду крзања, врши се преоштравање по грудној страни зуба.

Преоштравање чеоних зуба по леђној страни изводи се тако да се вретенасто глодало учврсти у подеону главу бруснице за оштрење помоћу стезне чауре или конусне дршке. Слободни угао се заузима заокретњем подеоне главе за жељени угао. Леђна страна која се преоштрава, постави се паралерно према уздужној оси стола и води се уз чеону страну чанчастог тоцила, сл. 161.

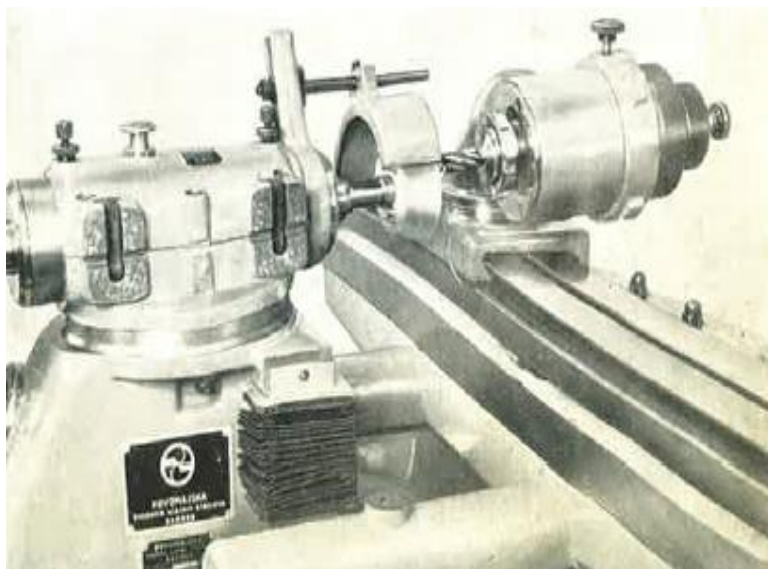
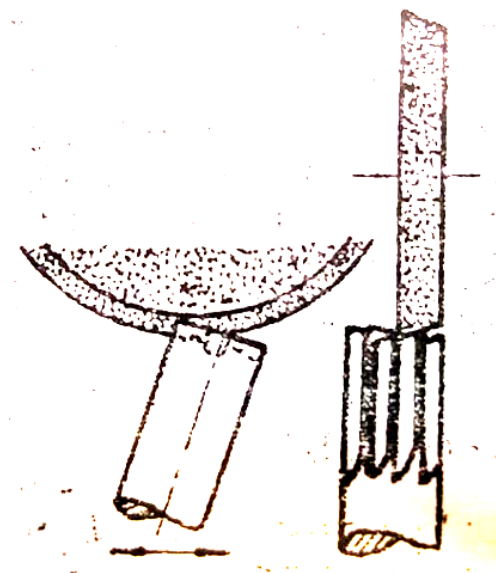


Сл. 161

Подела се врши посредством потпорног пера тако да се грудна страна чеоног зуба наслони на њега. Код вретенастих глодала са тачном поделом зуба, подела при оштрењу може се остварити са подеоном главом преко подеоне плоче.

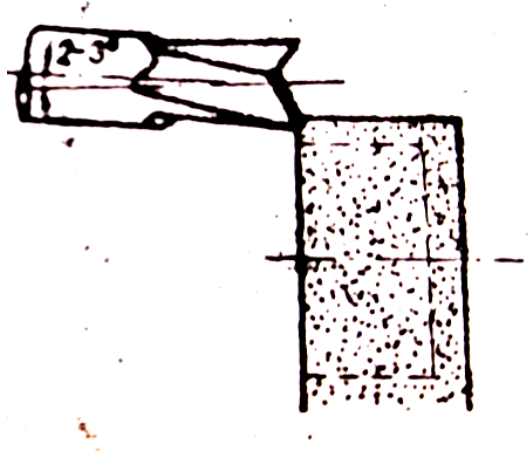
Ако је честим преоштравањем дубина жлеба на чеоним зубима постала мала, онда се може извести просецање са оштрењем по грудној страни зуба. Стезање комада изводи се на исти начин као и код поштравање леђне стране зуба, само се подеона глава закреће за угао просецања и грудног угла чеоних зуба. На сл. 162 приказан је положај тоцила и вретенастог глодала у процесу преоштравања.

Код јако оштећених чеоних глодала, прво се одсече са тоцилом за одсецање јако оштећени део па се на описан начин израде нови зуби брушењем.



Сл. 162- Положај тоцила и вретенастог глодала у процесу преоштравања

Преоштравање двоперих глодала за жлебове облика „В” изводи се оштрењем чеоне стране. Глодало се стеже у подеону главу помоћу стезне патроне или чауре. Вретенасто глодало се заокрене за жељени угао према тоцилу, а подела се остварује подеоном плочом. Положај глодала према тоцилу дат је на сл. 163.



Сл. 163 – Положај глодала према тоцилу

Преоштравање вретенастих глодала са лопатастим челом најлакше се изводи на специјалним машинама, по леђној површини зуба. Стезање се врши у стезну главу са стезном чауром или конусом који има лако покретљиву осовину. Након заузимања жељеног радијуса поставља се потпорно перо које мора бити постављено у правцу центра тоцила, а што ближе тоцилу како би по њему клизила резна ивица глодала.

Код овакве врсте глодала са лоптастим челом, код којих је наступило велико хабање резне ивице или оштећења резне ивице, потребно је пре преоштравања извршити брушење кугле, док се не одстрани настала оштећења. Након ове операције врши се преоштравање и оштрење грудне стране. Приликом формирања жлебова и оштрења грудне стране морају се заузети сви елементи на нонијусима који су табеларно дати за одређене димензије глодала.

При просецању жлебова, подеона глава изводи два кретања и то: цео уређај се клати око вертикалне осе радног стола, а радни комад се истоверемено делимично заокреће око своје осе. Заокретање комада се врши помоћу кривуље која је смештена у телу машине. Величина заокретања глодала око своје осе зависи од угла спиралне уздужних жлебова, а остварује се постављањем кривуље која задовољава наведене услове. Овако наштелован уређај даје при просецању, праву величину лоптастог чела. Преоштравање вретенастих глодала са лоптастим челом може се извршити и на универзалним оштрилицама, али квалитет преоштравања гарантује само употреба наменских оштрилица.

## 5.0. Пример оштрења глодала

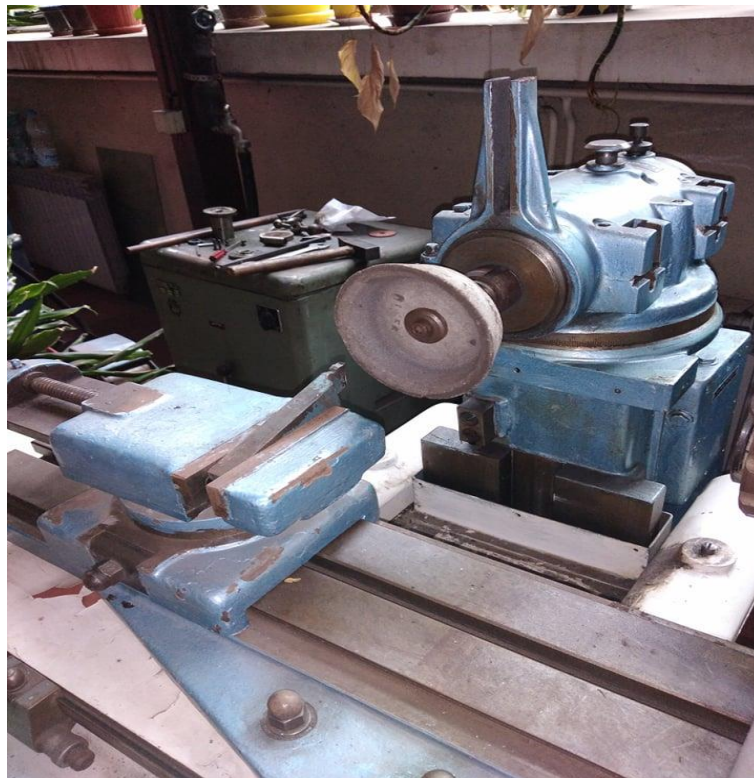
У последњем делу рада, извршено је експериментално оштрење алата у Лабораторији за обраду метала резањем. Као примери за оштрење коришћени су следећи алата: стругарски нож, урезник, вретенасто глодало као и катурасто глодало. Експеримент је извршен на универзалној оштрилици UOZA-5, произвођача „Првوماјска”, из Загреба.

Сам учинак и квалитет обраде резних алата, у високој мери зависи од стања његових резних ивица, при чему се fine и тачне обраде могу постићи оним алатима који поред задовољавајуће геометријске тачности и правилних резних углова имају и веома добре и квалитетне површине резних ивица. Ово је још битније код алата, чије су оштрице од тврдог метала. Сви ови захтеви који се траже од резних алата, могу се постићи на универзалној оштрилици UOZA-5, која код брушења даје врло тачне, fine и чисте површине. Једна од главних предности ове машине је веома миран рад брусног вретена услед доброг улежиштења у клизним лежајевима као и висока стабилност и крутост самог стола машине. То је предност која чини оштрилицу врло способном за брушење алата са оштрицама од тврдог метала, поготово када се бруси дијамантским брусним плочама.

Када говоримо о карактеристикама тј. техничким подацима ове машине имамо:

|                                                                     |                   |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|
| -Дужина заокретног стола                                            | 1100 mm           |
| -Висина шиљака изнад горње површине стола                           | 115 mm            |
| -Повећана висина шиљака                                             | 400 mm            |
| -Највећа вертикална удаљеност површине стола од осе брусног вретена | 345 mm            |
| -Најмања вертикална удаљеност површине стола од осе брусног вретена | 45 mm             |
| -Највећа вертикална удаљеност осе шиљака испод осе вретена          | 230 mm            |
| -Највећа вертикална удаљеност осе шиљака изнад осе вретена          | 70 mm             |
| -Висина брусног вретена изнад пода                                  | 1335 mm           |
| -Уздужни ход стола                                                  | 500 mm            |
| -Попречни ход стола                                                 | 270 mm            |
| -Вертикални ход стола                                               | 300 mm            |
| -Заокретност стола                                                  | 90°               |
| -Заокретност брусног вретена                                        | 360°              |
| -Бројеви обртаја брусног вретена                                    | 2500 и 5000 o/min |
| -Снага мотора                                                       | 1 и 1,3 kW        |
| -Димензије машине                                                   | 1540×1020×1490 mm |
| -Потребан простор за машину                                         | 2140×1290 mm      |

Први експериментални пример оштрења је изведен на стругарском ножу, и то оштрењем његове леђне површине, што се може видети на сл. 164.



Сл. 164 – Оштрење леђне површине стругарског ножа

Други пример јесте оштрење грудне површине котурастог глодала на тањирастом тоцилу.



Сл. 165- Оштрење грудне површине котурастог глодала

Сл. 166 представља оштрење котурастог глодала и то оштрење његове грудне површине.



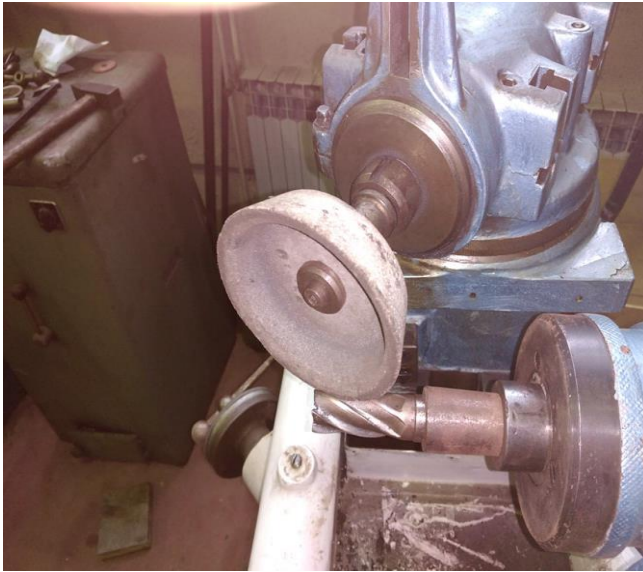
Сл. 166 – Оштрење грудне површине

У колко је потребно оштрити котурасто глодало са леђне стране, такав тип оштрења се врши помоћу пера.



Сл. 167 – Оштрење леђне површине помоћу пера

Вретенасто глодало је стегнуто у окретну главу, при чему се врши оштрење његове грудне површине, уз потребно заокретање тањирастог тоцила за одређени угао.



Сл.168 – Оштрење грудне површине вретенастог глодала

На крају је приказано и оштрење грудне површине урезника који се налази између шиљака.



Сл. 169 – Оштрење грудне површине урезника

## 6.0. Закључак

Како увеликосеријској тако и у масовној производњи, поред машина за обраду метала или неког другог материјала, машински паркови морају да поседују и машине за преоштравање великог броја алата који се користи. Поседовањем ових машина се на бржи и економичнији начин врши одржавање резних алата. Ове машине могу бити израђене у више варијанти као што су универзалне или специјалне оштрилице.

Током експерименталног дела овог дипломског рада, користила се универзална оштрилица, која је по својој конструкцији доста сложенија него што је то случај код специјалних машина. Универзалне оштрилице, као што им и сам назив каже, су опремљене тако да омогућују оштрење више врста алата при чему уз саму машину долази велики број редовног и ванредног прибора што се и може видети у другој тачки завршног рада. Поседовањем овакве машине могуће је одржавати велики број резних алата и то на веома високом нивоу, при чему ће се самим алатима обезбедити потребна резна геометрија и сви остали услови како би њихово даље функционисање било на знатном нивоу.

За разлику од универзалних, специјалне машине су мање захтевнијем у конструкцијском смислу, јер се на њима врши оштрење и сервисирање само једне врсте алата, при чему се добије виши квалитет наоштрених резних ивица. Овакве машине се користе за сервисирање алата који се користе у обради, у којој је потребна веома велика прецизност и тачност па је тако и стање алата потребно да буде на највишем нивоу. Све специјалне оштрилице су унапред програмиране што и те како скраћује време монтирања потребног алата, а и повећава тачност брушења у поређењу са обрадом на универзалним оштрилицама које изводи радник.

Данашњи степен развика саме индустрије базиран је на брзој и висококвалитетној производњи, где све мора да буде веома ефикасно и тачно. Из године у годину расте степен развијања машина, што за обраду што за одржавање самих алата, па се тако потискују машине које опслужују радници, CNC машинама. CNC машине су далеко више продуктивније од универзалних машина, али мана им је та што су ограничене бројем алата које могу одржавати. Ове машине се уводе у машинске паркове само онда када је то економски исплативо.

Са економског аспекта је потребно из алата извући максимум што се односи на његове експлоатационе могућности, а то се постиже само редовним и правилним одржавањем и сервисирањем истих.

## 7.0. Литература

- [1] Стојковић С., Стојковић А. **Технологија оштрења алата**, Београд, 1985.
- [2] Ивковић, **Основи технологије оштрења резног алата**, Крагујевац, 1972.
- [3] Првوماјска **Универзална оштрилица за алат UOZA-5**, Загреб.
- [4] <https://brmeccanicaitaly.com/en/>, јул, 2019.
- [5] <http://ibaada.co.rs/>, јул, 2019.
- [6] <http://honex.rs/>, јул, 2019.
- [7] <http://www.avyac-machines.com/>, јул, 2019.