

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Машине и алати у ОМД

Број индекса: 735/2011

Ивица В. Марјановић

Алати за пробијање и просецање
завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. проф. др. Милентије Стефановић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру завршног рада требало би да канидат детаљно размотри проблематику конструкције алата за просецање и пробијање танких лимова. На основу препорука за конструкцију, урадити идејну скицу склопа алата за израду изабраног дела.

Препоручена литература:

1. ТЕХНОЛОГИЈА ПЛАСТИЧНОГ ОБЛИКОВАЊА МЕТАЛА, Србислав Александровић, Милентије Стефановић, Машински факултет Крагујевац 2010
2. ОБРАДА МЕТАЛА ПЛАСТИЧНОМ ДЕФОРМАЦИЈОМ, Др. Бинко Мусафија

Ментор:

проф. др. Милентије Стефановић

Резиме :

У раду ћемо се упознати са основним појмовима , обраде лима алатима за пробијање и просецање, њиховим карактеристикама у односу на друге начине обраде лима. Такође ћемо се упознати са основним конструктивним и помоћним елементима алата за пробијање и просецање лима. Представљене су основне конструкције алата које су нашле широку примену због своје рентабилности и лаке интеграције у производним процесима. У раду је представљен алат који је у производњи.

Кључне речи:

Лим, алати за обраду лима пробијањем и просецањем, елементи алата конструктивни и помоћни.

Summary:

In this paper we introduce the basic concepts of sheet-metal manufacturing by perforate and excision tools, their characteristics and advantages compared to other metal-sheet manufacturing. We will also be familiar with the basic structural and support elements, of sheet-metal perforation and excision tools. We have presented the basic designs metal-sheet perforation and excision tools who have found wide application because of its cost effectiveness and easy integration into production processes. This paper describes one metal-sheet perforation tool who is in production proces.

Keywords:

Sheet-metal, metal-sheet perforation and excision tools, tool elements structural and support

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
1.1. Основне карактеристике обраде лима.....	1
1.2. Врсте операција обраде лима.....	2
1.3. Карактеристике делова од лима и њихова технологичност.....	4
1.4. Подела алата за обраду лима и њихови основни елементи.....	6
2. ПРОРАЧУН СИЛЕ ПРОБИЈАЊА И ПРОСЕЦАЊА, ДЕФОРМАЦИОНИ РАД.....	9
2.1. Прорачун силе пробијања и просецања.....	9
2.2. Рад просецања и пробијања.....	17
3. ИЗБОР МАШИНЕ.....	20
4. ЗАЗОРИ И ТОЛЕРАНЦИЈЕ ИЗРАДЕ АЛАТА.....	29
4.1. Зазор између покретних и непокретних органа алата.....	29
4.1.1. Зазор према V. P. Romanovskom.....	30
4.1.2. Зазор према G. Ohleru.....	31
4.1.3. Зазор из дијаграма према E. Gohreu.....	31
4.1.4. Зазор према подацима фирме SCHULER.....	32
4.2. Прорачун толеранција алата за просецање и пробијање.....	34
4.2.1. Пробијање.....	34
4.2.2. Просецање.....	35
5. КОНСТРУКЦИЈА АЛАТА, ИЗВРШНИ И ПОМОЋНИ ЕЛЕМЕНТИ.....	38
5.1. Типизирани и стандардни делови алата за обраду лима.....	38
5.2. Конструкцијске карактеристике радних органа.....	44
5.2. Покретни радни органи (пробојци и просекачи).....	44
5.3. Непокретни радни органи (плоче за пробијање и просецање).....	45

5.4. Елементи алата за вођење и локацију припремка.....	54
5.5. Одређивање степена искоришћења материјала и центра притиска алата.....	62
5.6. Примери конструкције алата за пробијање и просецање.....	68
6. ПРИМЕР ПРОЈЕКТОВАНОГ АЛАТА ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ.....	73
7. ЗАКЉУЧАК.....	94
8. ЛИТЕРАТУРА.....	95

1.УВОД

1.1.Основне карактеристике поступака обраде лима

Полупроизводе испоручене из железаре у облику табли лимова, вучених и ваљаних профила треба припремити за даљу производњу. Технологија припреме полупроизвода може се реализовати процесима без скидања струготине, као што су: одсецање на маказама и ломљење на ломилицама или са скидањем струготине као што је процес резања на тестерама.

Методе(поступци) обраде лима су многобројне и налазе најширу примену у разним индустријским гранама: машиноградњи, моторној, аутомобилској, авионској и индустрији шинских возила, производњи ратне опреме. радио и телевизијској техници, индустрији кућних апарата и др. Због тога се данас у свету и показује стална тенденција процентуалног пораста овог начина прераде у односу на остале технолошке могућности производње.

Поступке израде делова од лима одликује велика производност, висок степен искоришћења материјала, једноставно послуживање машина са могућношћу механизације и аутоматизације рада, коришћења радне снаге нижих квалификација. У већини случајева делови од лима мале дебљине се обрађују обликовањем материјала у хладном стању, а код лимова веће дебљине обавезно је грејање, јер се загревањем знатно смањује отпор деформисању метала.

Делове од лима карактерише добра тачност димензија. Тачност код хладне обраде је већа, толеранције израде се крећу у границама IT12 до IT8, а под посебним условима IT7 и IT6.

Мала је потреба за накнадном обрадом, мала тежина, задовољавајућа чврстоћа, а габаритне димензије се крећу у широким границама, на пример дубоким извлачењем лима се обрађују материјали дебљине 0,02-50 мм, димензије неколико милиметара (минијатурни делови у електронској индустрији) до делова дужине неколико метара (нпр. делови пољопривредних машина и возила).

Испитивања су показала да се, уколико се ливени, или вруће ковани замене деловима израђеним деформацијом лима у хладном стању, постижу економске предности које се изражавају кроз.

- ❖ смањење тежине дела за око 25% - 30%,
- ❖ смањење утrophка материјала за око 30%-70%,
- ❖ смањење трошкова радне снаге за око 50%-60%.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Истовремено се повећава чврстоћа и стабилност делова услед побољшања механичких особина материјала који се прерађују.

1.2. Врсте операција обраде лима

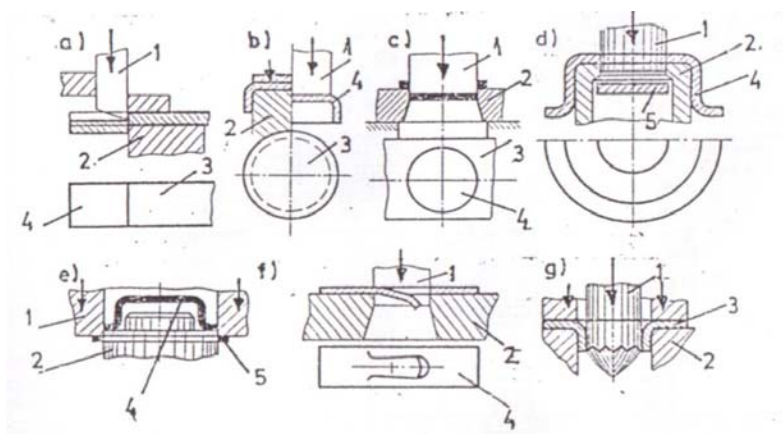
Технологија обраде лима је модерни вид прераде који се примењује у готово свим производним погонима металне индустрије.

Све операције обликовања материјала, које се примењују код израде делова од лима деле се у две основне групе:

- ❖ Операције обликовања одвајањем (одсецање, просецање, пробијање, опсецање, делимично просецање и калибрисање).
- ❖ Операције обликовања пластичном деформацијом материјала (савијање, извлачење, рељефно обликовање и др. сличне операције).

Код прве групе обликовања материјала се изводи на тај начин што се један део материјала одваја од другог (по отвореној или затвореној контури), док се код друге групе операција обликовање врши локалном пластичном деформацијом материјала.

На сл.1.1. шематски су приказани облици алата за извођење операција обликовања лима одвајањем.

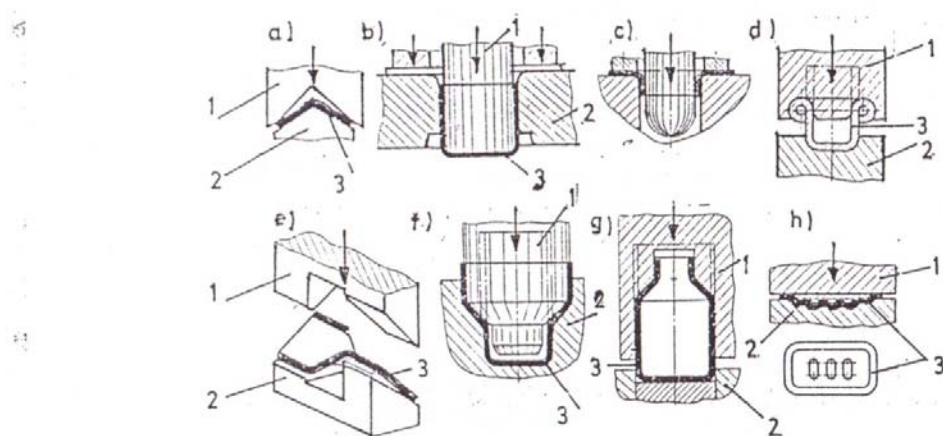


Сл. 1.1. Шематски приказ алата за извођење операције обликовања лима одвајањем: одсецање (a), расецање (b), просецање (c), пробијање (d), опсецање (e), делимично просецање (f), и калибрисање (g).

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

- ❖ Одсецање је одвајање дела материјала од полазног материјала (табле лима или траке) по отвореној контури.
- ❖ Расецање је одвајање дела од готовог израдка.
- ❖ Просецање (исецање) формира спољну (затворену) контуру дела или припремка који се даље обликује савијањем или извлачењем.
- ❖ Пробијање формира унутрашњу (затворену) контуру или се пробијају отвори, са одстрањивањем материјала у виду одпатка.
- ❖ Опсецање формира правилну спољну контуру дела и одваја вишак материјала.
- ❖ Делимично просецање врши одвајање материјала по отвореној контури без одстрањивања одвојеног дела материјала.
- ❖ Калибрисање представља завршну обраду по спољашњој или унутрашњој контури дела у циљу добијања тачних димензија и глатких површина, скидањем одговарајућег додатка за калибрисање.

На сл. 1.2. шематски су приказани основни облици алата за извођење операције обликовања лима пластичном деформацијом.



Сл.1.2.Шематски приказ алата за извођење операција обликовања лима пластичном деформацијом: савијање (a), извлачење (b), проширивање отвора са извлачењем руба (c), пресавијањем руба (d), увртањем лима (e), проширивањем (f), сужавањем (g), и рељефним обликовањем (h).

- ❖ Савијање служи за добијање профилисаних делова од равног припремка
- ❖ Извлачење служи за добијање шупљих делова од равног припремка.
- ❖ Проширивање отвора (предходно добијеног) служи за извлачење руба цевастог облика (уместо извлачења са накнадним пробијањем).
- ❖ Увртање лима служи да би се добили делови савијени у две равни под жељеним углом.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

- ❖ Проширивање и сужавање служе за накнадно обликовање припремака доијених извлачењем (или припремци у облику цеви.
- ❖ Рељефно обликовање служи да се на припремку формирала испупчења или удубљења локалним истезањем материјала.

1.3. Карактеристике делова од лима и њихова технологичност

Под технологичношћу једног дела треба подразумевати прилагођеност решења основних елемената његове конструкције, не само основним функционално-експлоатационим захтевима, већ и захтевима успешне и рационалне производње.

То значи да се још при конструисању делова од лима морају узимати у обзир специфичности различитих обрадних операција. С обзиром да конструктори најчешће нису у потпуности упознати са свим технолошким потребама, које се могу јавити при изради делова, нормално је потребна сарадња између њих и технолога, односно конструктора алата, јер се понекад и незнатним а дозвољеним конструкцијским изменама могу избећи знатни технолошки проблеми. Конструктор свакако мора водити рачуна првенствено о функционалним захтевима за део и њима прилагодити : облик , димензије , тачност, материјал, квалитет површине и сл.

Технологичност дела је испуњена онда када је његова израда најекономичнија за одговарајуће експлоатацијске услове.

Елементи за оцену технологичности конструкције дела су:

- ❖ Број и компликованост операција технолошког процеса,
- ❖ Утрошак материјала,
- ❖ Постојаност алата,
- ❖ Потребна опрема и радна површина,
- ❖ Обим накнадне механичке обраде и
- ❖ Квалификација радника који опслужују машине.

Може се рећи да је општи показатељ технологичности дела цена коштања дела. Велики удео у цени коштања дела има и утрошак материјала. Облик (конфигурација) треба да је што простији , јер се тиме постиже већи степен искоришћења материјала, а са тиме и простије контрукција алата, већа постојаност алата и мањи трошкови одржавања алата.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

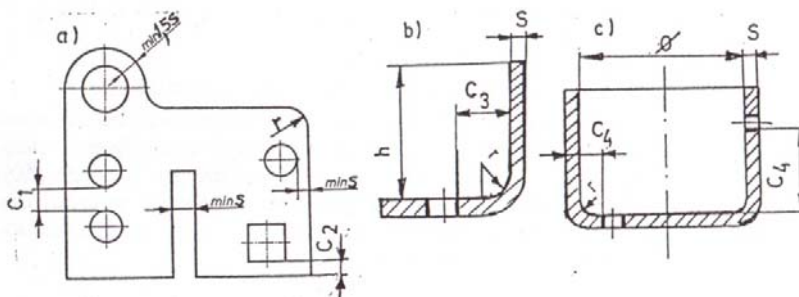
У циљу омогућавања квалитетне израде и снижења цене коштања (нпр. већа постојаност алата) , потребно је придржавати се следећих препорука:

- ❖ најмања димензија, отвора при пробијању, пречник при изради отвора са вођењем или без вођења, као и ширина у односу на дебљину лима не треба да је испод вредности датих у табл.1 Потребно је избегавати дугачке а уске прорезе, ширине мање од дебљине лима (S), као и делове мале ширине у односу на дебљину лима ($b > S \cdot 3$)

Најмање димензије отвора добијених пробијањем Табл.1

Материјал лима	Облик отвора			
	sa vodje.	bez vodje.	ϕ	a
Тврди челик	$0,5 S$	$1,3 S$	$1,2 S$	S
Мек челик, Ms	$0,4 S$	$1,0 S$	$0,9 S$	$0,8 S$
Алуминијум	$0,3 S$	$0,8 S$	$0,7 S$	$0,6 S$
Пласт. масе	$0,3 S$	$0,5 S$	$0,7 S$	$0,3 S$

- ❖ Полупречници заобљења ћошкова делова који се израђују просецањем треба да су $r \geq 0,5 \cdot S$, а размак отвора до ивице дела и међусобни размак отвора да је $C1 \geq S$ за кружне и $C1 \geq (1,5-2)S$ за правоугаоне отворе.
- ❖ Код делова који се обликују савијањем, отвори се могу пробијати при просецању ако им је ивица удаљена од места савијања $C2 \geq r + 2S$. Ради задовољења тачности савијања крака под углом од 90° његова висина треба да је $h = 3 S$ (при $r = S$)
- ❖ Ако се код делова добијених извлачењем накнадно треба да се пробијају отвори на дну или боку дела допуштени размаци од бока и дна треба да буду $C4 \geq r + 0,5 S$.



Делови са отворима израђеним пробијањем, савијањем и извлачењем

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

1.4 Подела алата за обраду лима и њихови основни елементи

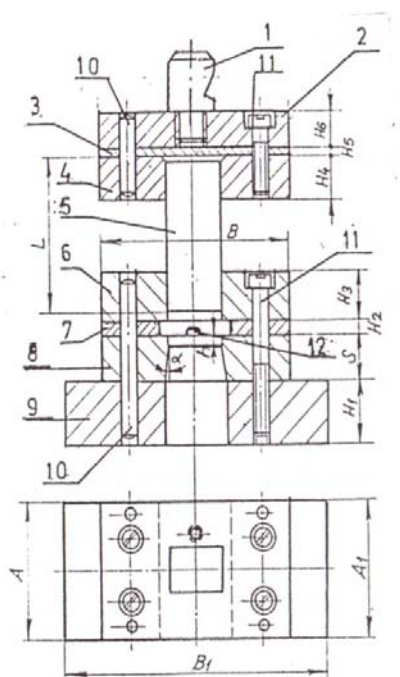
С обзиром на велику разноврсност конструкција ових алата подела се може вршити по више основа, па је подела према:

- ❖ Врсти операције обраде лима (алати за просецање ,алати за савијање, алати за извлачење, и др.)
- ❖ Начину вођења горњег дела алата у односу на доњи део алата, па имамо алате без вођења, са плочним вођењем, (водећа плоча алата) и са стубним вођењем.
- ❖ Броју операција, једнооперацијски (прости алати), вишеоперацијски (комбиновани алати).
- ❖ Универзалности примене алата (специјални и универзални алати) и
- ❖ Начину померања материјала одвођења готових делова и отпадака.

Основни елементи алата за обраду лима

У принциппу сви алати за обраду лима имају склоп од истих елемената а једино се разликују у елементима који непосредно врше обликовања материјала (радни органи).

На сл.1.4. дат је алат за просецање са плочним вођењем.Основни елементи алата су:



1. рукавац за везу са пресом (чеп)
2. држач рукавца
3. међуплоча
4. држач просекача
5. просекач
6. водећа плоча
7. вођица траке
8. плоча за просецање
9. основна плоча
10. чивија
11. вијци за везу
12. граничник

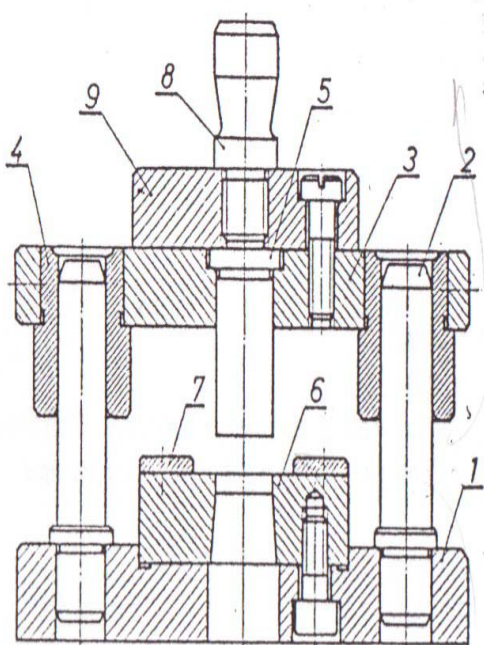
Елементи 1-5 чине подсклоп који се назива горњи или покретни део алата.

Елементи 6-9 чине други подсклоп који се назива непокретни део алата.

Сл.1.4. Алат за просецање са плочним вођењем

Код алата за савијање, извлачење и других врста алата уместо просекача (поз. 5) и плоче за просецање (поз. 8), као радни органи су горњи и доњи обликач (код алата за савијање), односно извлакач и прстен за извлачење (код алата за извлачење). На сл.1.5 дат је алат за просецање са стубним вођењем.

Сл.1.5. (↓) Алат за просецање са стубним вођењем

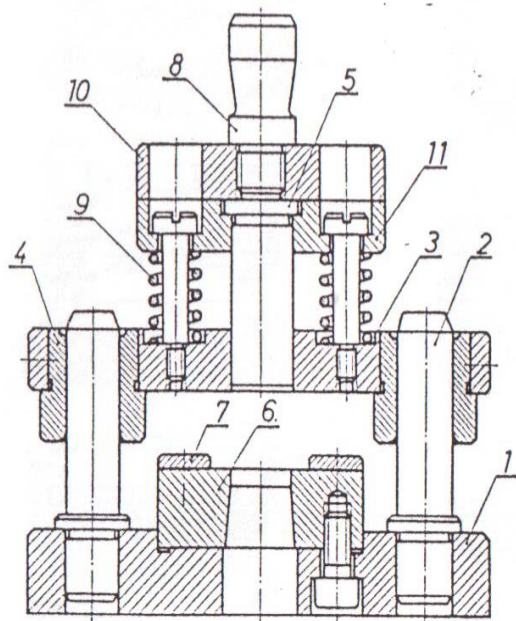


Он се састоји, из основне плоче (1), на којој су учвршћени стубови (2), за вођење плоче (3), са утиснутим чаурама (4). На плочи је учврвршћен просекач (5), а на основној плочи је намештена плоча за просецање (6). На резној плочи учвршћене су вођице (7) за усмеравање лима који се просеца, а на плочи (9) спојеној са плочом (3) уграђен је рукавац (8).

Основна плоча алата се причвршћује за сто пресе, а рукавац у притискивач пресе.

При раду пресе плоча (3) клизи дуж стубних вођица и креће се заједно са просекачем, који сече материјал намештен на резној плочи.

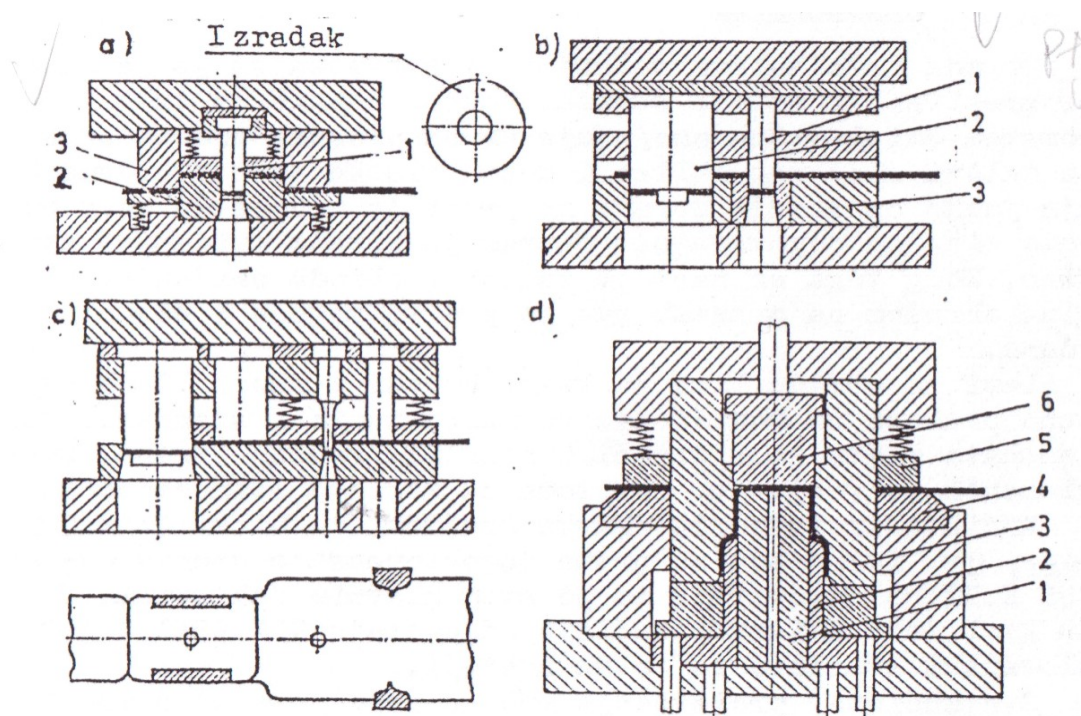
Сл. 1.6. (↓) Алат за просецање са комбинованим вођењем



На сл.1.6. дат је алат који представља комбинацију алата са плочним вођењем и алата са стубним вођењем. Он се састоји из основне плоче (1) на којој су учвршћени стубови (2) за вођење плоче (3) са уграђеним чаурама (4). Плоча (3) представља вођицу за просекач (5) уграђен у држач просекача (11) који се подиже на одређену висину опругама (9). Са држачем просекача (11) спојен је држач рукавца (10), у који је уграђен рукавац (8). Испод просекача на основној плочи налази се плоча за просецање (6), на којој су учвршћене вођице (7).

Комбинација операција просецања и пробијања може бити двојака и то: са истовременим извођењем захвата просецања и пробијања и са узастопним извођењем ових захвата (прво пробијање , а затим просецање), помоћу радних органа алата постављених један за другим (редно).

На сл.1.7. а и б приказане су шеме алата за израду дела у облику подлошке, са истовременим а и узастопним б извођењем пробијања и просецања. У првом случају се пробијање изводи пробојцем (1), у отвору просекача (2), док се просецање врши просекачем у прстену (3). У другом случају б пробојац (1) и просекач (2) налазе се у горњем делу алата а отвори у плочи (3) у доњем делу алата. На сл. 1.7. приказана је упрошћена конструкција једног комбинованог алата за пробијање , савијање и одсецање. На сл.1.7. d дат је такође шематски изглед алата за просецање из траке и извлачење где је: (1) први извлакач, (2) други извлакач, (3) прстен за извлачење , (4) плоча за просецање, (5) држач лима, (6) избацивач дела из прстена за извлачење. Види се да прстен за извлачење има улогу и просекача којим се најпре врши просецање, а у наставку хода извлачење (најпре први захват), а затим други захват извлачење извлакачима (1) и (2).

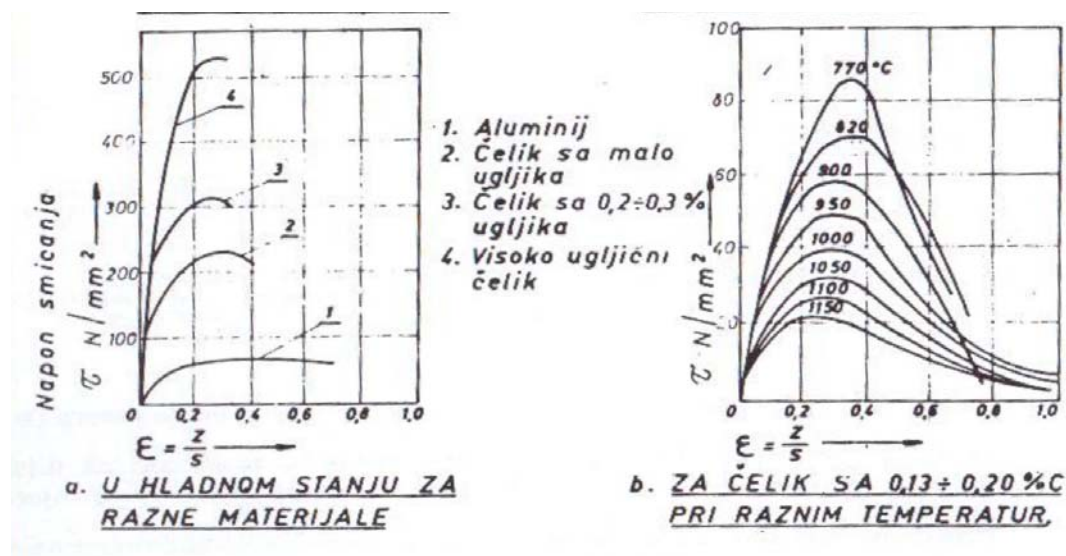


Сл.1.7. Вишеоперацијски (комбиновани) алати: истовремено пробијање и просецање (а), узастопно пробијање и просецање (б), пробијање , савијање и одсецање (с) и просецање и извлачење (d).

2. Прорачун силе просецања и пробијања, деформациони рад

2.1. Прорачун силе пробијања и просецања

У прорачунима који се користе у техничкој пракси од пресудног значаја за одређивање силе просецања (пробијања) је максимална вредност напона смицања или чврстоће смицања τ_m . Напон смицања код просецања (пробијања) није константна величина, него се мења у зависности од релативне дубине продирања просекача ($\epsilon = \frac{z}{s}$), по одређеним законитостима, а у зависности од врсте материјала и температуре деформације. Код просецања (пробијања) у хладном стању (сл. 1.8. а), може се уочити да са порастом тврдоће материјала расте и највећа вредност напона смицања (τ_m), док релативна дубина просецања ($\epsilon_{от}$) опада. Код рада при повишеним температурама (сл. 1.8. б) за одређени материјал чврстоћа смицања опада, а релативна дубина просецања расте са повећањем температуре.



Сл. 1.8. Напон смицања код пробијања и просецања

Номинални напони у моменту раздвајања материјала

❖ Чврстоћа истезања: $\sigma_m = \frac{Fm}{A_0}$ ($A_0 = \frac{\pi d^2}{4}$)

❖ Чврстоћа смицања $\tau_m = \frac{Fm}{A_0}$ ($A_0 = \pi d s$)

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Стварни напони у истој фази оптерећења материјала:

❖ Истежање $K_M = \frac{Fm}{A_m} = \frac{Fm}{A_o(1-\psi m)}$,

❖ Смицање $\tau_m = \frac{Fm}{A_m} = \frac{Fm}{\pi d(s-z)} = \frac{Fm}{A_o(1-\epsilon o t)}$.

У овим обрасцима је :

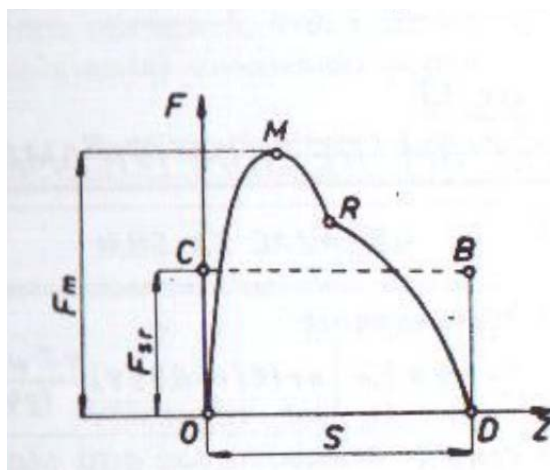
F_m - сила у моментима раздвајања

$\psi_m = \frac{A_o - A_m}{A_o}$ - попречна контракција пробне епрувете у моменту почетка локализације.

$\epsilon_{ot} = \frac{Z_{ot}}{s}$ - релативна дубина просецања.

Стварни напони су већи од номиналних :

$K_M > \sigma_m$ и $\tau_{mst} > \tau_m$ јер је $A_m < A_o$.

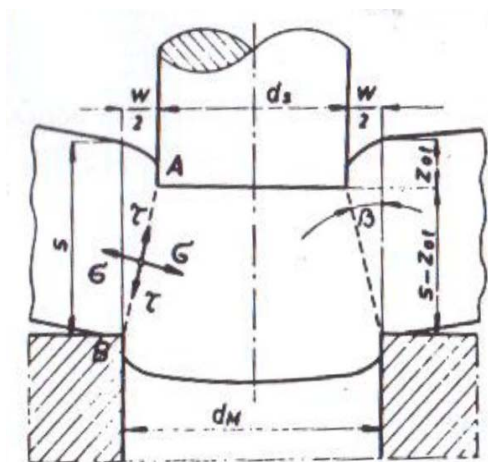


Сл .1.9 Сила просецања као функција апсолутне дубине продирања просекача

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Крива зависности силе просецања (пробијања) од апсолутне дубине продирања (сл. 1.9.) . Део криве OM представља прву фазу просецања а MR другу. Сила не пада тренутно на нулту вредност јер је потребно утрошити одређен део силе за савлађивање отпора трења за протискивање језгра тако да део RD одговара трећој фази.

Теоретски, сила просецања и пробијања би требало да буде одређена на основу тангенцијалних (τ), и нормалних (σ) напона који се јављају у равни просецања (сл.2.0.)



Међутим, овом анализом се долази до врло компликованих образаца, који се тешко могу применити у пракси.

Зато је искључиви критеријум за одређивање силе просецања (пробијања) узима утицај тангенцијалних напона.

Сл.2.0. Шема напонског стања материјала у трећој фази просецања (фази раздвајања)

Сила просецања (пробијања) за алате са паралелним резним ивицама се одређује по обрасцу:

$$F = L s \tau_m N$$

(образац -1)

где је:

L (mm)-- опсег дела који се просеца (пробија) или опсег платине

s (mm)-- дебљина материјала

$\tau_m \frac{N}{mm^2}$ -- чврстоћа смицања.

Посебни случајеви:

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

- ❖ Округла платина пречника d , $L = \pi d$

$$F = \pi d s \tau_m N$$

- ❖ Квадратна платина странице a , $L = 4 a$,

$$F = 4 a s \tau_m N$$

- ❖ Правоугаона платина са страницама a и b , $L = 2(a + b)$

$$F = 2(a + b) s \tau_m N$$

Овако прорачуната сила просецања се због неравномерности дебљине материјала, као и тупљења резних ивица (до којег неизбежно долази у експлоатацији) повећава се за 30%, тако да је стварна сила на основу које се одређује машина (преса):

$$F_M = 1.3 L s \tau_m N$$

Из (обрасца -1) види се да је сила просецања (пробијања) управо пропорционална величинама L , s , и τ_m . Због тога при просецању тврдых материјала (τ_m веће), или материјала веће дебљине (s), односно платине. Због тога при просецању тврдых материјала (τ_m веће), или материјала веће дебљине (s), односно платине већег опсега (L), може доћи до прекомерног пораста силе. Да би се избегао, или бар донекле ублажио овај пораст, постоје три начина.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Алати са закошеним резним ивицама

Закошење резних ивица код просецања се изводи на прстену за просецање (табл.2). јер просечено језгро - радни комад остаје равно, док се остатак траке отпадак криви Код пробијања је обрнуто . Пробијено језгро је отпадак и оно се криви, док је остатак- радни комад раван, зато се закошење изводи на пробојцу (табл. 2.).

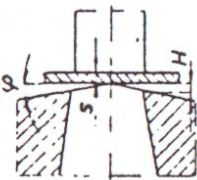
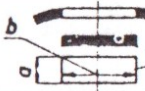
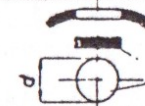
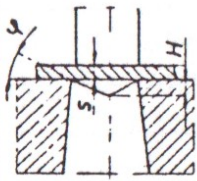
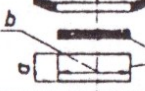
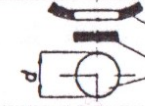
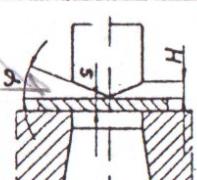
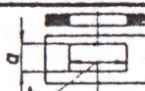
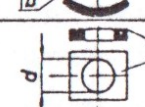
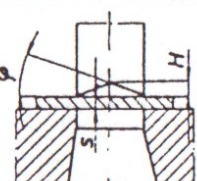
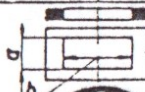
OPER.	NAČIN ZAKOŠENJA	OBLIK KOMADA	OBRAZAC ZA SILU
PROSJEĆANJE			Pravougaonik: $F = 2,5 s \tau_m \left[a + 1,6(1 + 0,05 \varphi) \frac{s E_{o1}}{\lg \varphi} \right]$
			Krug: $F = 2(1 + 0,02 \varphi)^2 \frac{d s^2 \tau_m E_{o1}}{H \sqrt{1 - \left(\frac{H - 0,2 s E_{o1}}{H} \right)^2}}$
			Pravougaonik: $F = 2,5 s \tau_m \left[a + 1,6(1 + 0,05 \varphi) \frac{s E_{o1}}{\lg \varphi} \right]$
			Krug: $F = 2,4(1 + 0,02 \varphi)^2 d s \tau_m \arccos \frac{H - s E_{o1}}{H}$
PROBIJANJE			Pravougaonik: $F = 2,5 s \tau_m \left[(1 + 0,03 \varphi) a + 1,6(1 + 0,05 \varphi) \frac{s E_{o1}}{\lg \varphi} \right]$
			Krug: $F = 2,4(1 + 0,02 \varphi)^2 d s \tau_m \arccos \frac{H - s E_{o1}}{H}$
			Pravougaonik: $F = 2,5 s \tau_m \left[a + 1,6(1 + 0,05 \varphi) \frac{s E_{o1}}{\lg \varphi} \right]$
			Krug: $F = 2,4(1 + 0,02 \varphi) d s \tau_m \arccos \frac{H - s E_{o1}}{H}$

Табл. 2. Изведбе алата са закошеним резним ивицама

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Величина закошења H и угао φ се бирају у зависности од дебљине материјала у границама.

$$\text{за } s < 3 \text{ mm} \quad H < 2s \quad \text{и} \quad \varphi < 5^\circ,$$

$$\text{за } s > 3 \text{ mm} \quad H = s \quad \text{и} \quad \varphi < 8^\circ$$

Уколико се изводе већа закошења, тада услед великих деформација долази и до кривљења радних комада, па је након просецања потребно комаде исправљати.

Силу просецања (пробијања) код алата са закошеним резним ивицама се може израчунати по приближном обрасцу.

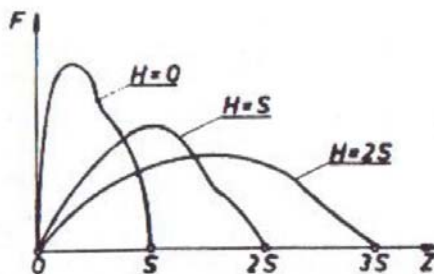
$$F = k L s \tau_m N$$

коефицијент k има вредност:

$$\text{за } H = s \quad k = 0.4 - 0.8,$$

$$\text{за } H = 2s \quad k = 0.2 - 0.4$$

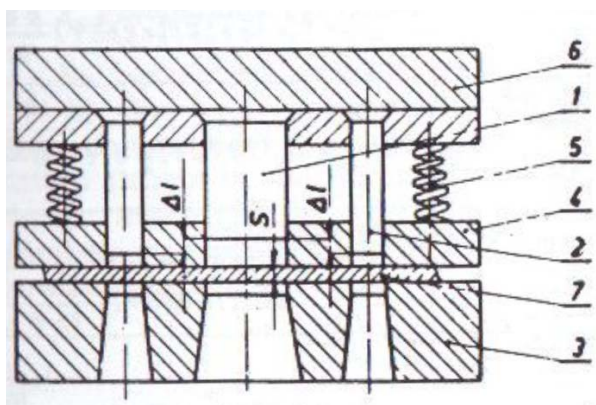
Са повећањем вредности закошења H , опада максимум силе, али расте ход просекача сл. 2.1.



Сл.2.1. Сила просецања код алата са закошеним резним ивицама

Алати са различитом дужином просекача (пробојаца)

Уколико се користи вишесечни алат за истовремено просецање (пробијање) неколико делова (отвора), тада се просекачи (пробојци) 1 и 2 изводе са различитим дужинама (сл. 2.2.)



1. Средњи пробојац
2. Бочни пробојац
3. Плоча за пробијање
4. Држач лима
5. Опруга држача
6. Горња плоча
7. Лим

Сл. 2.2. Вишесечни алат са различитим дужинама пробојаца

Да би се спречило савијање лима, просецање (пробијање), се врши са држачем лима (4) који у повратном ходу притискивача под дејством опруга (7) врши и функцију скидача. Овим се максимуми сила просецања (пробијања) временски померају, тако да не долази до сумирања истих.

Разлика дужина Δl се узима у зависности од дебљине лима у границама.

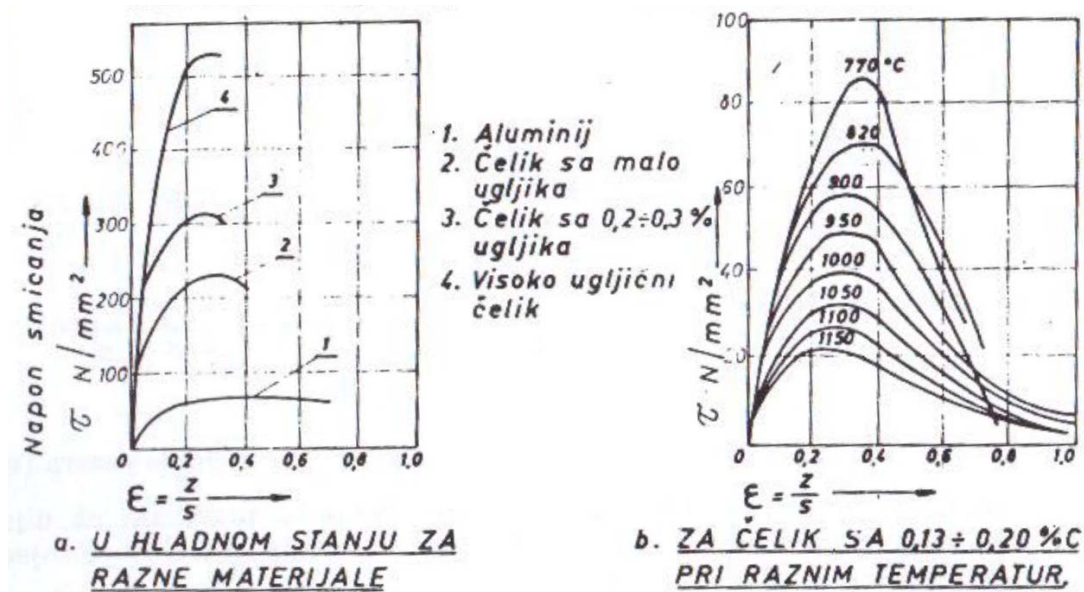
$$\Delta l = s \text{ за тање,}$$

$$\Delta l = \frac{s}{2} \text{ за дебље лимове.}$$

Вишесечни алат са различитом дужином пробојаца као конструктивно решење има низ предности. Поред тога што се смањује резултантна сила, смањује се знатно и трошење алата, а повећава се стабилност просекача и отпорност на извијање. Нормално се краћи просекачи изводе краћи од дебљих.

Просецање при повишеним температурама

Са повећањем температуре материјала опада чврстоћа смицања истог (сл.2.3 б) Обрасци за прорачун силе просецања су исти као и код обраде у хладном стању, само се за T_m узима вредност за одговарајућу температуру (таб.3). Најповољније температуре просецања леже у подручјима од 700 - 900°C, при чему горњу границу треба избегавати. Челик се овим поступком не може прерађивати у интервалу 100 - 400°C, који се означава као интервал температурне кртости.



Сл.2.3. Напон смицања код пробијања и просецања

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Redni broj	M A T E R I J A L			Čvrstoća smicanja τ_m N/mm ²			
	GOST	ODGOVARA Približno		PRI TEMPERATURI			
		JUS	DIN	600°C	700°C	800°C	900°C
1	Čelik 2	Č. 0245	St 34-2	200	110	60	30
2	Čelik 3	Č. 0345	St 34-2	240	130	90	60
3	Čelik 4	Č. 0445	St 42-2	240	130	90	60
4	Čelik 5	Č. 0545	St 50-2	330	160	90	70
5	Čelik 6	Č. 0645	St 60-2	380	190	90	70
6	Čelik 10	Č. 1120	C 10	200	110	60	30
7	Čelik 15	Č. 1220	C 15	200	110	60	30
8	Čelik 20	Č. 1330	C 22	240	130	90	60
9	Čelik 35	Č. 1430	C 35	330	160	90	70
10	Čelik 45	Č. 1530	C 45	380	190	90	70
11	Čelik γ8	Č. 1840	C 85W2	180	100	100	60
12	Čelik γ10	Č. 1940	C 100W2	280	110	110	60

Табл. 3. Чврстоћа смицања при повишеним температурама

2.2 Рад просецања и пробијања

Деформациони рад утрошен на пробијање и просецање се може израчунати, познавајући $F = F(z)$, као интеграл:

$$W = \int_0^s F \, dz$$

Овај интеграл представља површину ограничену кривом OMRD и апсцисом $z=s$ сл.1.9. Ако се средња вредност силе у интервалу од $z=0$ до $z=s$ означи са F_{sr} тада се поменута површина може заменити површином правоугаоника OCBD па је рад

$$W = \int_0^s F \, dz = F_{sr} s$$

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Уводећи фактор x као однос средње и максималне вредности силе

$$x = \frac{F_{sr}}{F_m} \quad \text{или} \quad F_{sr} = x F_m$$

добиа се образац рад просецања (пробијања) у коначном облику:

$$W = x F_m s N \text{ mm} = x \frac{F_m s}{1000} \text{ Nm}$$

Уколико се ради о два различита материјала (са $\tau_m = 300 \frac{N}{mm^2}$ и $\tau_m = 600 \frac{N}{mm^2}$)

исте дебљине и опсега, тадаће максимална сила просецања (пробијања) F_m за материјал са $\tau_m = 600$ бити два пута већа од силе за $\tau_m = 300$. Међутим, средња вредност силе $F_{sr} = F_m x$ ће се повећати само за 30 - 40%, јер се релативна дубина продирања смањује, што значи да пре долази до раздвајања материјала. Због тога тога и фактор x мора бити пропорционалан релативној дубини просецања ϵ от. Из табеле 4. по В. П. Романовском се може уочити да фактор x са порастом дебљине и порастом чврстоће материјала. Исто тако ће и рад за други материјал бити за 30 - 40% већи од оног за први.

Рад просецања (пробијања) код алата са закошеним резним ивицама се одређује по обрасцу:

$$W = x_1 \frac{F_m (s+H)}{1000} \text{ Nm}$$

где је:

F_m , N - максимална сила просецања (пробијања),

H mm - висина закошења,

s mm - дебљина материјала,

$x_1 = \frac{F_{sr}}{F_m}$ - фактор који за меки челик има вредности:

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

за $H = s$ $X_1 = 0.5 - 0.6$,

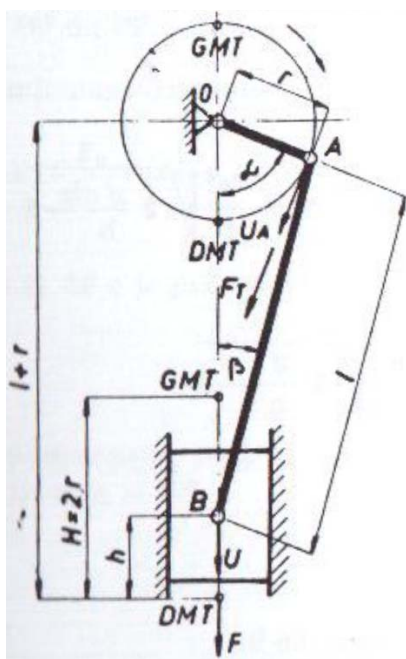
за $H = 2s$ $X_1 = 0.7 - 0.8$.

M A T E R I J A L	$\tau_m \frac{N}{mm^2}$	DEBLJINA MATERIJALA s mm			
		< 1	$1 - 2$	$2 - 4$	> 4
Mekši čelik	250 - 350	0.70 - 0.65	0.65 - 0.60	0.60 - 0.50	0.45 - 0.35
Čelik srednje tvrdoće	350 - 500	0.60 - 0.55	0.55 - 0.50	0.50 - 0.42	0.40 - 0.30
Tvrdi čelik	500 - 700	0.45 - 0.42	0.42 - 0.38	0.38 - 0.33	0.30 - 0.20
Aluminij i bakar (žaren)		0.75 - 0.70	0.70 - 0.65	0.65 - 0.55	0.50 - 0.40

Табл. 4.. Фактор x за прорачун рада просецања (пробијања)

3. ИЗБОР МАШИНЕ

С обзиром да се просецање, пробијање и остале операције раздвајања материјала раде готво искључиво на кривајним пресам (ексцентар и коленастим), то ће се у овом делу разматрати они параметри кривајних преса који су од одлучујућег значаја за ову врсту технологије.



Сила и рад пресе се преко кривајног механизма (сл. 3.1) преноси се на притискивач а са овог преко алата на радни предмет. Тренутни положај криваје (ексцентар, или колена полупречника r) је одређен углом α од доње мртве тачке (DMT).

Овом положају одговара положај преносне полуге (дужине l) под углом β . Ротација криваје од положаја А (α) DMT, трансформише се утранслацију притискивача од тачке В до DMT за износ h , који се означава као тренутни ход притискивача. Ротацији криваје за $\alpha = 180^\circ$ од GMT до DMT одговара укупни ход притискивача $H = 2r$. Код даљег прорачуна параметара кривајних преса усвојена је метода Н.Макелта.

Сл.3.1. Кривајни механизам

Са сл:3.1. се види да је:

$$h = l + r - l \cos \beta - r \cos \alpha = r(1 - \cos \alpha) + (1 - \cos \beta)$$

$$\sin \beta = \frac{r}{l} \sin \alpha = \lambda \sin \alpha$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha}$$

$$h = r(1 - \cos \alpha) + l(1 - \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha})$$

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

За кривајне пресе се однос λ налази у границама :

$$\lambda = \frac{r}{l} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{1}{4} + \frac{1}{10} = 0.25 + 0.1$$

па се може применити приближан образац за $\cos \beta$.

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha} = 1 - \frac{1}{2} \lambda^2 \sin^2 \alpha$$

тако да је ход притискивача:

$$h = r \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda}{2} \sin^2 \alpha \right] \dots \dots \dots (a)$$

Брзина притискивача, добија се диференцирањем хода по времену, водећи рачуна да је угао α функција времена t .

$$\alpha = \omega t = \frac{\pi n}{30} t$$

где је :

$\omega \text{ s}^{-1}$ - угаона брзина

$n \frac{o}{min}$ - број окретаја криваје

$$u = \frac{dh}{dt} = \frac{dh}{d\alpha} \frac{d\alpha}{dt} = \omega \frac{dh}{d\alpha}$$

па је брзина притискивача:

$$u = r \omega \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2 \alpha \right) \dots \dots \dots (b)$$

У првој апроксимацији ради поједнастављења анализе (јер се овде не разматра конструкција , него технолошке особине пресе) може се без веће грешке занемарити однос λ тј. узети да је:

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

$$\lambda = \frac{r}{l} \approx \frac{1}{\infty} = 0$$

Узимајући напред наведено у обзир, могу се поставити следећи односи.

❖ Ход притискивача као функција угла криваје:

$$h = h(\alpha) = r(1 - \cos \alpha) \dots\dots\dots(c)$$

❖ Угао криваје као функција хода притискивача:

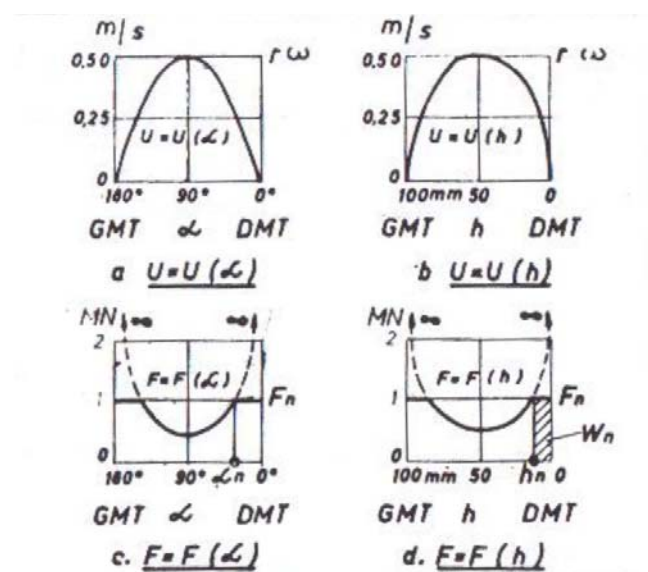
$$\alpha = \alpha(h) = \arccos\left(1 - \frac{h}{r}\right) \dots\dots\dots(d)$$

❖ Брзина притискивача као функција угла криваје:

$$u = u(\alpha) = r \omega \sin \alpha \dots\dots\dots(e)$$

Функција $u = u(\alpha)$ приказује дијаграм на сл.3.2. где је узето:

$$H = 2r = 100 \text{ mm}; \quad r = \frac{H}{2} = 50 \text{ mm}; \quad \omega = 10 \text{ s}^{-1};$$



$$n = \frac{30\omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 10}{\pi} = 96 \frac{o}{min}$$

(што значи да притискивач пресе има у рафалном раду 96 радних ходова у минути)

Брзина притискивача се мења од максималне вредности $r \omega = 0.05 \cdot 10 = 0.5 \text{ m/s}$ за угао $\alpha = 90^\circ$, до вредности нула за $\alpha = 0^\circ$, по закону синусне промене.

Сл.3.2 . Брзина и сила пресе као функција угла криваје и хода притискивача

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

- ❖ Брзина притискивача као функција хода :
Увршћујући вредност из обрасца (g)

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \left(1 - \frac{h}{r}\right)^2} = \frac{h}{r} \sqrt{2 \frac{r}{h} - 1}$$

у образац (e)

$$u = r \omega \sin \alpha = r \omega \frac{h}{r} \sqrt{2 \frac{r}{h} - 1}$$

добија се коначан облик :

$$u = u(h) = h \omega \sqrt{2 \frac{r}{h} - 1} \dots\dots\dots(f)$$

Ток функције $u = u(h)$ приказује дијаграм на сл.3. 2. b.

ако се под утицајем тангенцијалне силе F_r криваја обрне за угао $d\alpha$, тада ће се притискивач померити за износ dh и остварити силу F . Рад тангенцијалне силе мора бити једнак раду силе притискивача.

$$F_r r d\alpha = F dh$$

$$F_r = F \frac{dh}{r d\alpha} = F \frac{\frac{dh}{dt}}{r \frac{d\alpha}{dt}} = F \frac{u}{r \omega} .$$

Ако се за u уврсти вредност по обрасцу (b), тада је тангенцијална сила

$$F_r = F \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha \right) \dots\dots\dots(g)$$

или за

$$\lambda = 0$$

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

$$Fr = F \sin \alpha \dots\dots\dots(i)$$

одакле се добија да је сила на притискивачу :

$$F = \frac{Fr}{\sin \alpha} \dots\dots\dots(j)$$

Под претпоставком костантног обртног момента је и тангенцијална сила непроменљива величина (за $r = \text{const}$). Однос тангенцијалне силе (Fr) и нормалне (називне) силе притискивача (F_n) је сталан.

$$\frac{Fr}{F_n} = \sin \alpha_n \dots\dots\dots(k)$$

Величина угла α_n код преса за просецање и пробијање се креће у границама од 10° до 35° .

Заменом вредности (к) у (j) добија се сила на притискивачу пресе :

$$F = \frac{F_n}{\sin \alpha} \sin \alpha_n \dots\dots\dots(l)$$

На сл. 3. 2. с. приказана је зависност $F = F(\alpha)$ за $\alpha = 30^\circ$

$$F = F(\alpha) = \frac{F_n}{\sin \alpha} \sin 30^\circ = \frac{F_n}{2 \sin \alpha}$$

У подручју $\alpha_n = 30^\circ < \alpha \leq 90^\circ$ сила на притискивачу опада достижући свој минимум за $\alpha = 90^\circ$

$$F_{\min} = F_n \sin \alpha_n = \frac{F_n}{2}$$

За $\alpha = 0$ сила на притискивачу постаје бесконачно велика . Да би се преса заштитила од преоптерећења, убацује се сигурносни уређај, који у моменту прекорачења номиналне силе пресе искључује електрозамајни погон. Номинална сила пресе остаје у подручју од $\alpha = 0^\circ$ до $\alpha = \alpha_n$ konstantna.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Због тога се за прорачун технолошких процеса уводи се појам граничне силе притискивача пресе, а која се одређује по обрасцу :

$$F = \frac{Fn}{\sin \alpha} \sin \alpha n$$

Номинални угао α_n којим се код кривајних преса дефинише пуно искоришћење варира у зависности од врсте преса :

❖ за пресе за просецање и пробијање $\alpha_n = 10^\circ - 35^\circ$

❖ за ковачке пресе $\alpha_n = 10^\circ$ $\frac{Ft}{Fn} = \frac{4}{23}$.

❖ за пресе за пресовање истискивањем ... $\alpha_n = 45^\circ$ $\frac{Ft}{Fn} = \frac{5}{7}$.

❖ за пресе за дубоко извлачење (нпр. извлачење

посуђа)..... $\alpha_n = 75^\circ$ $\frac{Ft}{Fn} = \frac{29}{30}$

По првом критеријуму за избор пресе за просецање (пробијање) мора бити испуњен услов да је :

$$F_m \leq F_g \cdot N$$

где је:

F_m , N - максимална сила просецања (пробијања) према обрасцима који се налазе у делу прорачуна силе за просецање и пробијања или таб. 2.

F_g , N - гранична сила притискивача

Сила F_g треба да буде око 30% већа од силе F_m , да би се узели у обзир експлоатациони фактори , тако да се задовољи услов, и да је:

$$F_m = F_g = 1.3 F_m$$

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Сила притискивача се може приказати и као функција хода (аналогно као код трансформације (е) у (f):

$$F = F_{(h)} = \frac{F_t r}{h \sqrt{2 \frac{r}{h} - 1}} \dots\dots\dots(m)$$

номиналном углу α_n одговара ход притискивача

$$h_n = r (1 - \cos \alpha_n) = \frac{H}{2} (1 - \cos \alpha_n)$$

Номинални рад који преса може да оствари је:

$$W_n = F_n h_n = F_n \frac{H}{2} (1 - \cos \alpha_n) \text{ Nm}$$

Овај рад се може предочити површином правоуганика са основицом h_n и висином F_n (сл.3 2 d) . сада се може поставити и други критеријум , који мора бити испуњен да би преса могла обавити своју функцију, а то је рад процеса W мора бити мањи, или у крајњем случају једнак номиналном раду пресе.

$$W \leq W_n, \text{ Nm}$$

Код великог броја лаких и средњих кривајних преса постоји могућност промене величине полупречника криваје r , па се укупни ход пресе $H = 2 r$ може подешавати у одређеним границама.

DIN 55 170 --- 55 177 даје стандардне вредности номиналне силе пресе F_n , и у зависности од тога интервал подешавања укупног хода H , и то искључиво за ексцентар пресе . Наведени подаци су оријентационог карактера.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

<u>F_n kN</u>	<u>H mm</u>	<u>F_n kN</u>	<u>H mm</u>
25	5 - 52	630	6 - 100
40	5 - 52	1000	6 - 112
63	6 - 60	1600	20 - 120
100	6 - 60	2500	32 - 132
160	6 - 68	4000	40 - 140
250	8 - 80	6300	50 - 160
400	8 - 80	10 000	60 - 180

Детаљне карактеристике дају савремени произвођачи преса.

Ако се горња граница укупног хода упредходном прегледу означи са $H_{\max} = 2 \cdot r_e$ а укупни ход пресе са којим се ради код поједине операције за $H_e = 2 \cdot r_e$, при чему је $H_e < H_{\max}$ односно $r_e < r_{\max}$, тада гранична сила F_g (за H_e), стоји у односу према номиналној сили пресе F_n управо пропорционална односу $H_{\max} : H_e$.

$$\frac{F_g}{F_n} = \frac{\sin \alpha_n}{\sin \alpha} \cdot \frac{H_{\max}}{H_e}$$

Гранична сила се код смањеног укупног хода H_e у зависности од угла α или тренутног хода h може се израчунати по обрасцу:

$$F_g = F_n \frac{\sin \alpha_n}{\sin \alpha} \frac{H_{\max}}{H_e}$$

У интервалу $H_{\min} \leq H_e \leq H_{\max}$ су интересантна два гранична случаја :

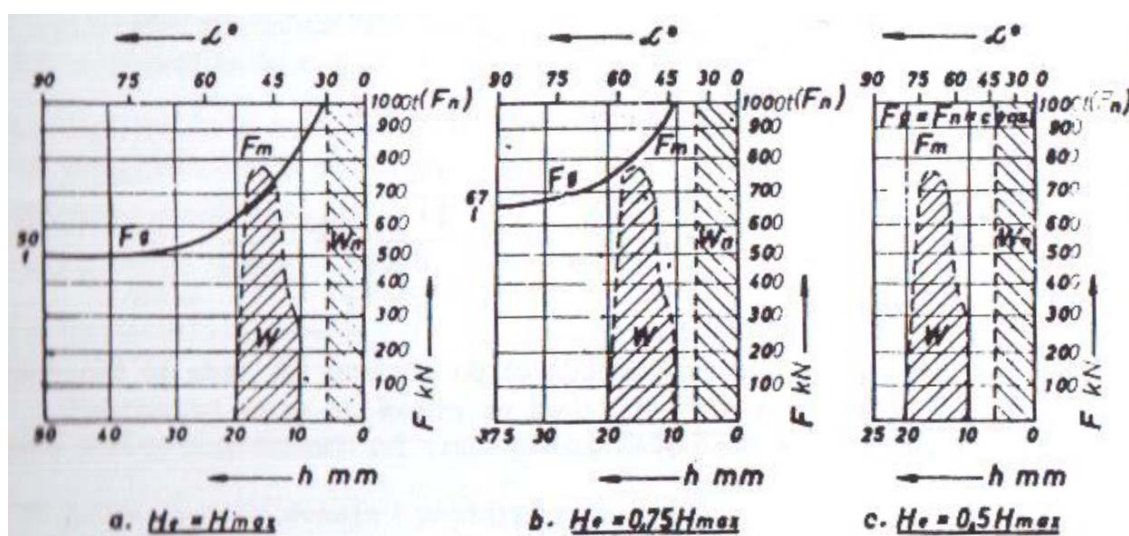
1. За $H_e = H_{\max}$ је $F_g = F_n \frac{\sin \alpha_n}{\sin \alpha}$

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Преса ради са максималним укупним ходом, а номинална сила $F_n = \text{const}$ се користи само у подручју:

$$0 \leq \alpha \leq \alpha_n \quad (\text{сл.3. 3 а})$$

$$2. \text{ За } H_e = H_{\min} \text{ је } F_g = F_n \frac{\sin \alpha_n}{\sin \alpha} \frac{H_{\max}}{H_{\min}}$$



Сл. 3 3 Утицај промене величине хода на силу пресе

Преса ради са смањеним ходом, али се номинална сила пресе $F_n = \text{const}$ користи у проширеном подручју, које за $\alpha_n = 30^\circ$: $H_{\min} = \frac{H_{\max}}{2}$ обухвата интервал $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$ (сл.3 3 с)

Или за исти пример у осталим случајевима за $\frac{H_{\max}}{2} < H_e < H_{\max}$ као нпр. за $H_e = \frac{3}{4} H_{\max}$ је $F_g = \frac{2}{3} \frac{F_n}{\sin \alpha}$ преса ради са смањеним ходом (овде са $0.75 H_{\max}$), али се подручје коришћења номиналне силе $F_n = \text{const}$ проширује и изван $\alpha_n = 30^\circ$ (овде за $\sin \alpha = \frac{2}{3}$ односно $\alpha = 42^\circ$ сл. 3 3 б)

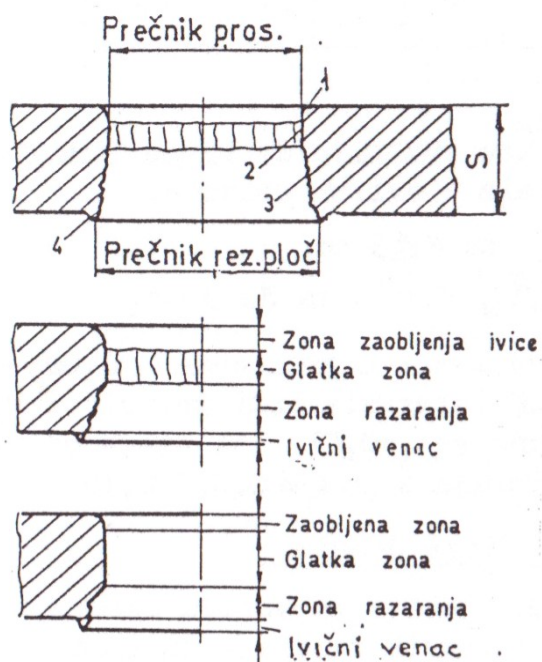
Значи да се код процеса који захтевају мање радне ходове од максималних подручја пуног коришћења пресе може проширити.

4. Зазори и толеранције израде алата

4.1. Зазор између покретних и непокретних радних органа алата

Између просекача (пробијача) и отвора у плочи за просецање (пробијање) мора постојати зазор. Од величине овог зазора зависи квалитет обрађених површина, постојаност алата (хабање резних елемената радних органа алата), сила и рад потребни за извођење операције.

На сл 4.1 шематски је приказан утицај величине зазора на квалитет зидова пробијеног отвора. Види се да је при умањеном зазору могуће добити релативно глатку површину отвора на чијем се само доњем делу формира храпав појас



❖ Номинални зазор је 5 -10 %
дебљине лима (S)

1. заобљена ивица
2. глатка зона
3. храпава зона разарања
4. ивични венац

❖ велики зазор
❖ умањен (мали) зазор

Величина зазора зависи од дебљине лима, квалитета обраде, врсте материјала и услова (начина) рада. Величина зазора се креће од минималне вредности (нов алат) до максималне.

Сл. 4.1. Шематски приказ отвора при постојању различитих зазора

Постоји више аутора који су дали изразе за одређивање величине потребног зазора. Из испитивања се дошло, да зазори израчунати по неколико аутора, налазе у границама од 6.9 - 9 % дебљине лима.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

4.1.1. Зазор према V. P. Romanovskom

а) Аналитички начин

$$z = 2 S (1 - \varepsilon_{ot}) \operatorname{tg} \beta \text{ (mm)}$$

S (mm) - дебљина лима

ε_{ot} - највећа релативна дубина продирања ножа

β - угао смицања материјала

За меки челик $\beta = 3^\circ - 6^\circ$

За средње тврди челик $\beta = 4^\circ - 5^\circ$

За тврди челик $\beta = 4^\circ$

б) Табеларно

Величина зазора за просецање и пробијање изражене у процентима дебљине материјала:

M A T E R I J A L	DEBLJINA MATERIJALA S mm					
	do 1	1-2	2-3	3-5	5-7	7-10
Mekši čelik, bakar i mekši mesing	5	6	7	8	9	10
Čelik srednje čvrstoće C=0,20-0,25% i tvrdi mesing	6	7	8	9	10	11
Tvrdi čelik C=0,40-0,60%	7	8	9	10	11	12

Таб. 5. Величина зазора просецање и пробијање изражена у процентима дебљине материјала по Romanovskom

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

4. 1.2. Зазор према G. Ohleru

Овај аутор даје зазор као функцију дебљине лима и чврстоће смицања материјала у облику обрасца:

$$z = c S \sqrt{\tau_M} \text{ (mm)}; \quad \text{за} \quad S \leq 3 \text{ mm},$$

$$z = (1.5 c_1 S - 0.015) \sqrt{\tau_M} \text{ (mm)} \quad \text{за} \quad S > 3 \text{ mm}$$

C_1 - коефицијент који се креће у границама $C_1 = 0.005 - 0.035$,

Које ће вредности из овог интервала бити зависи од врсте алата. Најчешће се рачуна са $C_1 = 0.01$. Код алата од метало-керамичког (тврдог) материјала је $C_1 = 0.015 - 0.18$.

S (mm) - дебљина материјала

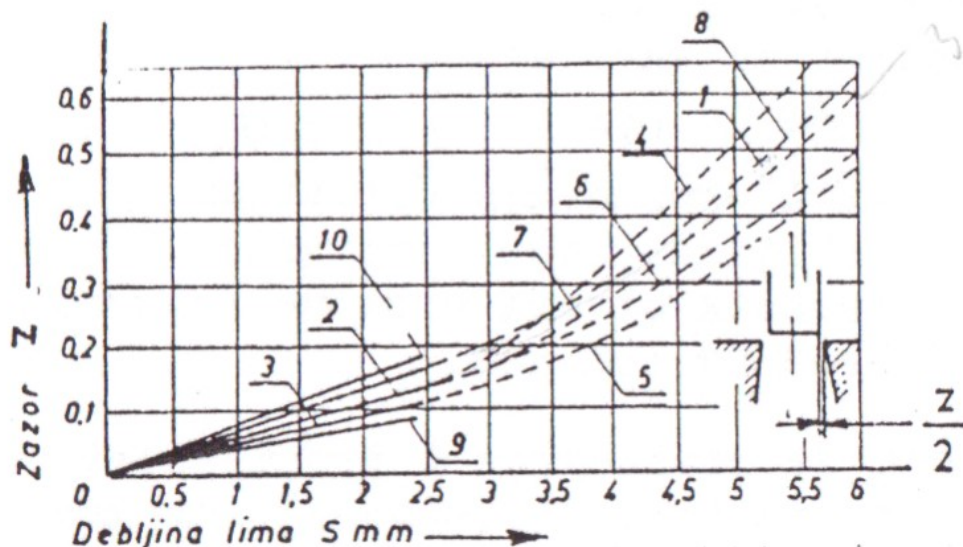
$\tau_M \frac{N}{mm^2}$ - чврстоћа смицања

4. 1. 3. Зазор из дијаграма према E. Gohreu

По E. Gohreu се зазор одређује у зависности од врсте и дебљине материјала (сл. 4.2.) Овај дијаграм је направљен на основу испитивања аутора и добро се слаже са обрасцем по G. Ohleru. Криве су дате за следеће материјале:

1. Челични лим за пресовање и дубоко извлачење
2. Динамо лим са малим садржајем силицијума
3. Динамо лим са великим садржајем силицијума
4. Обични челични лим
5. Мек месинг
6. Полутврд и тврд месинг
7. Мек бакар
8. Полутврд и тврд бакар
9. Чисти алуминијум

10. Дуралуминијум



Сл. 4.2 Дијаграм за одређивање зазора по (E. Gohreu)

4. 1 . 4. Зазор према подацима фирме Schuler

Позната фабрика машина и алата за обраду деформацијом Schuler да је апсолутне вредности зазора у зависности од врсте и дебљине материјала Таб. 6

готово увек је боље бирати зазоре на доњој граници , рачунајући на то да се трошењем алата исти повећавају. Уколико се код пробе алата покаже да је зазор премален исти се може врло лако повећати (накнадним брушењем просекача или прстена) . Теже је поправити алат са превеликим зазором . Постоји могућност да се извесним границама димензије просекача повећају наношењем галванских превлака (тврдо хромирање) , уколико алатнице поседују уређаје за тврдо хромирање.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Правилно димензионисање алата и одређивање израдних толеранција зависи од захтеване тачности (толеранције) радног предмета и врсте рада

Прорачун толеранција зависи да ли се врши просецање или пробијање.

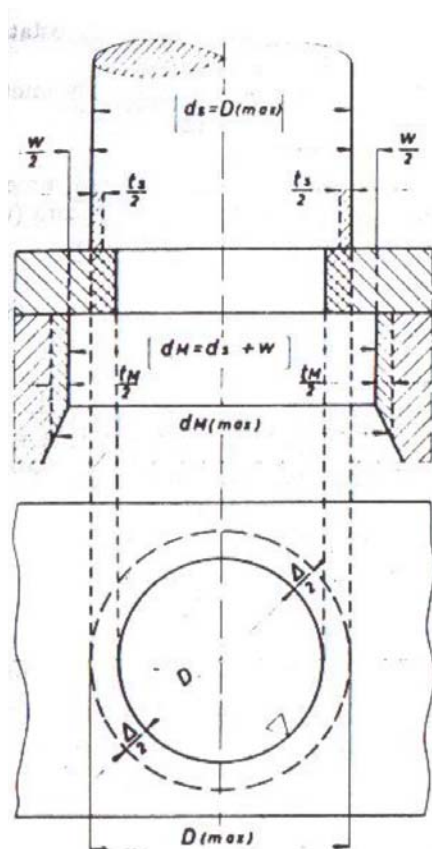
DEBLJINA MATERIJALA S m m.	M A T E R I J A L			
	Mesing i mekši čelik	Čelik srednje čvrstoće	Tvrdo valjani čelik	Aluminijum
0,25	0,01	0,015	0,02	0,02
0,5	0,025	0,03	0,035	0,05
0,75	0,04	0,045	0,05	0,07
1,0	0,05	0,06	0,07	0,10
1,25	0,06	0,075	0,09	0,12
1,5	0,075	0,09	0,10	0,15
1,75	0,09	0,10	0,12	0,17
2,0	0,10	0,12	0,14	0,2
2,25	0,11	0,14	0,16	0,22
2,5	0,13	0,15	0,18	0,25
2,8	0,14	0,17	0,20	0,28
3,0	0,15	0,18	0,21	0,30
3,3	0,17	0,20	0,23	0,33
3,5	0,18	0,21	0,25	0,35
3,8	0,19	0,23	0,27	0,38
4,0	0,20	0,24	0,28	0,40
4,3	0,22	0,26	0,30	0,43
4,5	0,23	0,27	0,32	0,45
4,8	0,24	0,29	0,34	0,48
5,0	0,25	0,30	0,36	0,50

Табл .6. Величина зазора за просецање пробијање по подацима фирме SCHULER

4. 2.Прорачун толеранција алата за просецање и пробијање

4.2.1. Пробијање

Код пробијања је потребно у материјалу израдити отвор називног пречника D (језгро је отпадак) сл. 4.3. а.



За димензионисање је меродавна максимална димензија предмета.

$$D_{\max} = D + \Delta$$

Код пробијања је пречник пробијача (d_s), једнак максималној димензији предмета ($D_{\max}$) а пречник прстена за пробијање (d_m), је увећан за износ зазора (z).

$$d_s = D_{\max} = D + \Delta$$

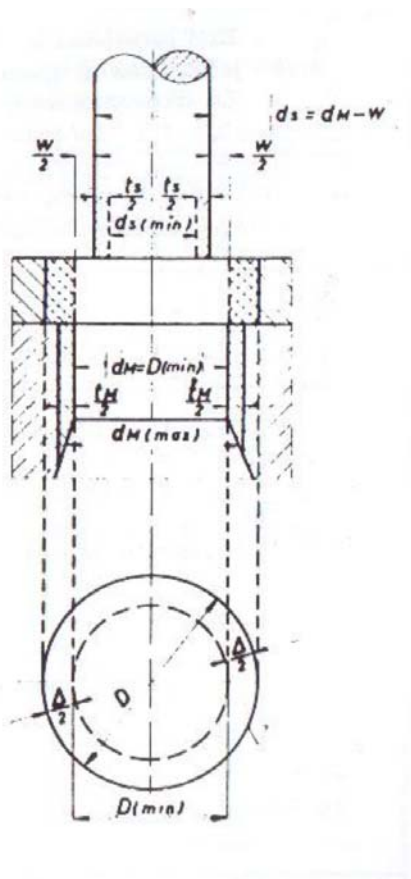
$$d_m = d_s + z = (D + \Delta) + z$$

Трошење пробијача се врши у подручју израдне толеранције предмета (Δ). Алат се сматра истрошеним када се пречник пробијача смањи до вредности $d_s = D$.

Сл. 4.3. а Пробијање

4.2.2. Просецање

Код просецања радни комад (језгро) има називни пречник D (а остатак траке је отпадак) и израдну толеранцију (Δ) која је негативна, сл.4.3 б.



За димензионисање алата је меродаван минимални пречник предмета:

$$D_{min} = D - \Delta$$

Пречник прстена за просецање (d_m) се узима једнак минималној димензији радног комада (D_{min}) а пречник просекача се смањује за износ зазора (Z)

$$d_m = D_{min} = D - \Delta$$

$$d_s = d_m - z = (D - \Delta) - z$$

Трошење прстена иде на рачун израдне толеранције предмета (Δ), тако да се алат сматра истошеним када се пречник прстена повећа до вредности $d_m = D$.

Сл. 4.3. б. Просецање

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Изградне толеранције алата се одређују по станардима ISA система (таб. 6)

VRSTA KVALIT.	P O D R U C J E N A Z I V N I H M J E R A Dmm												
	1 do 3	Iznad 3 do 6	Iznad 6 do 10	Iznad 10 do 18	Iznad 18 do 30	Iznad 30 do 50	Iznad 50 do 80	Iznad 80 do 120	Iznad 120 do 180	Iznad 180 do 250	Iznad 250 do 315	Iznad 315 do 400	Iznad 400 do 500
IT 1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	3	4	5	6	7	8
IT 2	2	2	2	2	2	3	3	4	5	7	8	9	10
IT 3	3	3	3	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
IT 4	4	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
IT 5	5	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
IT 6	7	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
IT 7	9	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
IT 8	14	18	22	27	33	39	45	54	63	72	81	89	97
IT 9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155
IT 10	40	48	58	70	84	110	120	140	160	185	210	230	250
IT 11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400
IT 12	90	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630
IT 13	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970
IT 14	250	300	360	430	520	620	740	870	1000	1150	1300	1400	1550
IT 15	400	480	580	700	840	1000	1200	1400	1600	1850	2100	2300	2500
IT 16	600	750	900	1100	1300	1600	1900	2200	2500	2900	3200	3600	4000

Табл.6. Основне толеранције по ISA систему (вредности у микронима -0.001мм)

Јединица толеранције се рачуна по обрасцу :

$$i = 0.45 \sqrt[3]{D} + 0.01D$$

где је:

i , μm - јединица толеранције у микронима (1 μ -0.001 мм)

D , мм -геометријска средина крајњих вредности пречника у датом подручју

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Најчешће се у пракси захтева да тачност израде алата буде три квалитета боља од тачности израде предмета који се просеца (пробија)

Тада је нпр:

Тачност израде предмета	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14
Тачност израде алата	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11

Ако радни предмет није по конструктивном цртежу толерисан, може се рачунати са израдном толеранцијом у квалитету IT 11 уколико није интерним фабричким стандардима другачије прописано

Просекач (пробијач) и прстен за просецање (пробијање) раде се један у односу на други, у толеранцијама по -окретном- проходном споју.

Може се нпр узети.

$$\frac{\text{прстен}}{\text{просекач}} = \frac{H7}{h8} : \frac{H8}{h7} : \frac{H9}{h8} ; \text{ итд.}$$

5. Конструкција алата , извршни и помоћни елементи

Сви саставни делови у алатима, према функцији, могу се сврстати у две основне групе:

1.група: Делови алата технолошког карактера који непосредно обезбеђују извођење операције и имају директан додир са материјалом а ту спадају:

- ❖ радни органи (пробојци , просекачи, обликачи-доњи и горњи плоче за просецање , пробијање, извлачење
- ❖ делови за локацију и вођење припремка у алату
- ❖ делови за држање припремка у току извођења операције (држачи лима, скидачи избацивачи)

2.група. Делови конструкционог карактера, који повезују делове - елементе алата у целину као иза везивање алата за сто машине - пресе, и ту спадају:

- ❖ држачи и носачи радних органа,
- ❖ делови за вођење покретног дела алата у односу на непокретни део (плоча за вођење, чауре и стубови за вођење),
- ❖ делови за везивање у подсклопове покретног и непокретног дела алата (чивије , вијци , опруге)

5.1 Типизирани и стандардни делови алата за обраду лима

Алати за обраду лима су компликовани и скупии. Зато се постепено прелази на коришћење нормализованих и стандардизованих елемената алата као:држачи (носачи) радних органа, рукавац , елементи за вођење. При томе се користе стандардна кућишта

Кућишта производње " Марко Орешковић" - Лички Осик (Теслин Град) МОЛ израђена су према JUS стандарду, група JUS K.H2. и одговарају им по свим главним захтевима. У погледу квалитета у изради одговарају DIN 9811 .

Сва кућишта производње MOL су израђена од сивог лива и то SL 26.Радне и належуће површине горњег и доњег дела су фино и паралелно брушене. Рупе за вођице у доњем делу су врло фино брушене, а у горњем делу хоноване. Управност рупе на површину не одступа више од 0.01/100 мм. Вођице су израђене од челика за цементацију, цементиране су , каљене и леповане. Оне су тако

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

одабране да се оствари минимални зазор између рупа и вођице у горњем делу, осим тога производе се кућишта са кугличним вођењем.

На универзална кућишта могу се уграђивати радни органи алата за сечење, савијање, извлачење, обележавање, итд. Кућиште се може користити за израду делова из траке са уздужним и попречним пролазима, као и улагањем, може се користити и за скупни рез.

Предности примене универзалних кућишта у односу на примену следећих алата:

а) Алате без вођења су:

- ❖ бољи квалитет урађеног дела,
- ❖ мање време за припрему пресе,
- ❖ дужи век трајања алата

б) Алата са водећом плочом,

- ❖ једноставнија израда алата,
- ❖ мањи утрошак материјала,

в) У односу на специјални алат:

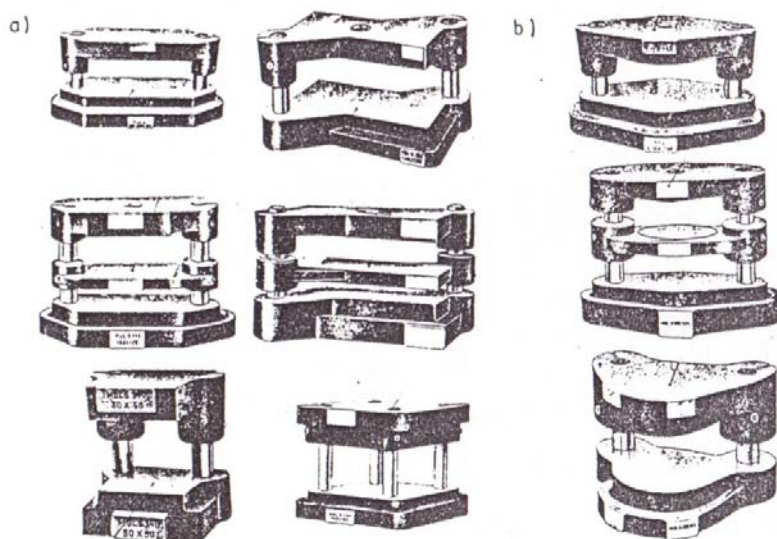
- ❖ трошкови амортизације се деле на већи број делова,
- ❖ мање време за конструкцију и припрему алата за производњу до 50%,
- ❖ мање време израде радног алата до 70%
- ❖ уштеда на материјалу до 60% и
- ❖ уштеда на магацинском простору.

Веома је повољна околност за она предузећа, која сама не могу израђивати алате, већ се користе услугама других је та, да могу добити за знатно краће време жељени алат по нижој цени и бољег квалитета.

Врсте, величине и облик кућишта зависе од габаритних мера, степена сложености, тражене тачности радног предмета, као и од врсте операције и броја алата у кућишту.

На сл. 5.1. приказана су нека од стандардних кућишта

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ



Сл. 5.1. Врста стандардизованих кућишта: а) правоугаона и б) округла кућишта

Врсте и подела универзалних кућишта:

а) За тачнију израду радних комада средње сложености просецањем, савијањем, извлачењем, обликовањем и комбинацијом више операција истовремено, употребљавају се кућишта са центрично постављеним стубовима.

Назив: Округла кућишта једноставне изведбе, димензије $\varnothing 50$ до $\varnothing 315$, стандард DIN 9812, а номенклатурна ознака S 100 и S 100 V.

б) Уколико су стубови постављени дијагонално трака лима може се водити попреко и уздуж радне површине.

Назив: Правоугаоно кућиште са дијагонално постављеним вођицама, димензије 80 x 63 до 250 160. Стандард DIN 9819, номенклатурна ознака S 120 и S 120 V.

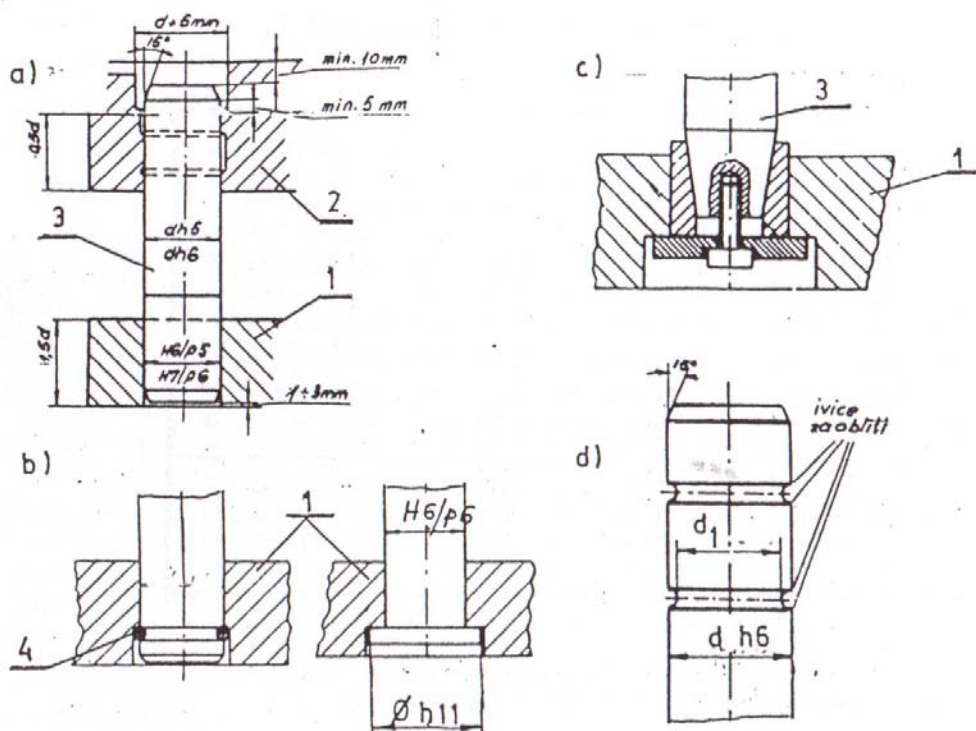
ц) Правоугаона кућишта са вођицама постављеним на истој страни једноставна изведба. Димензије 80 x 50 до 250 x 160. Стандард DIN 9822 и номенклатурна ознака S 140 и s 140 V.

д) Правоугаоно кућиште са четири вођице. Димензије 100 x 100 до 315 x 200. Номенклатурна ознака S 150 и S 150 V.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Стубови за вођење служе за вођење горњег дела алата према доњем, повећавају поузданост рада алата, тачност израде предмета, олакшавају постављање алата на пресу и његов транспорт. Број и конструкција стубова зависи од типа кућишта и примене алата. Ради веће сигурности од вађења или померања стубови се поред тесног споја са доњом плочом (H6/p5; или H7/p6) посебно осигуравају сл.5.2 b.

Када је потребно демонтирати стубове из било ког разлога они се изводе са купастим крајем сл. 5.2.c Између стубова и чауре за вођење мора постојати клизни спој H7/h6 или H6/h5, и мора се подмазивати. Жлебови се изводе у отвору плоче а некада се ураде и на водећим стубовима, сл.5.2. d.

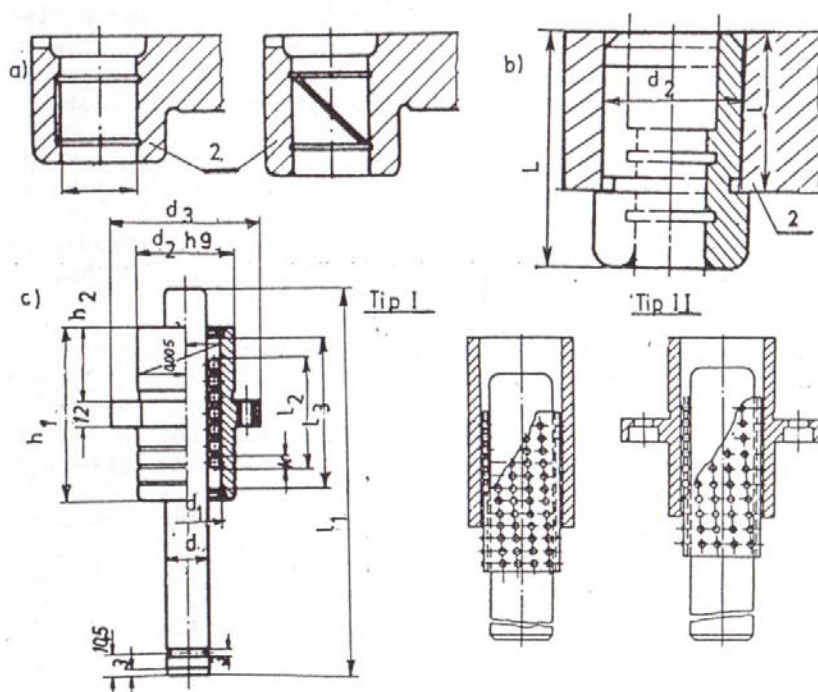


Сл.5.2. Веза водећих стубова у алату (кућишту)

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

При нормалним условима рада када је горња плоча која се води израђена од ливеног гвожђа, отвор у плочи за вођење се ради на тачну меру са каналима за подмазивање, сл. 5.3.а). Међутим, када је горња плоча од челика или када је алат предвиђен за дуготрајни рад у отвор горње плоче се уграђује чаура за вођење сл. 5.3 б). Челичне чауре се раде од челика за цементирање Č.1220, а после цементирања се кали са тврдоћом од 56 - 62 HRC.

За алате који раде на пресама са великим бројем ходова обавезно се морају користити куглична вођења сл.5.3. с. И код прецизних алата обавезно се уграђују куглична вођења. Ови алати служе за просецање (пробијање) танких лимова дебљине од 0.1мм.



Сл. 5.3. Уградња водећих стубова: отвор у држачу рукавца (а), уградња чауре за вођење (б), уградња кугличних вођица (с)

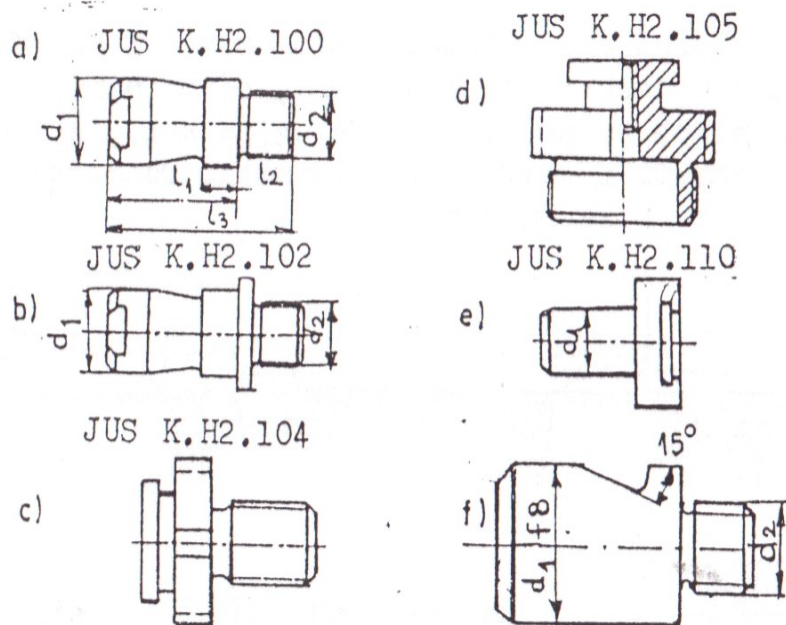
На сл.5.3.с приказана су два типа кугличних вођица

I тип: Кугличне вођице са водећим чаурама, које се спајају са кућиштем тесним склопом и стубовима за вођење. (Постоји исти такав тип само без водећих стубова).

II тип. Кугличне вођице са водећим чаурама, које се причвршћују завртњима, водећим стубовима и заштитном капом.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Рукавац служи за везу алата са притискивачем и он је такође стандардизован. На сл.5.4 дати су типови рукаваца, који су типизирани по облику, а његово везивање за држач најчешће се изводи помоћу навоја са осигурањем од обртања, најчешће помоћу вијака.



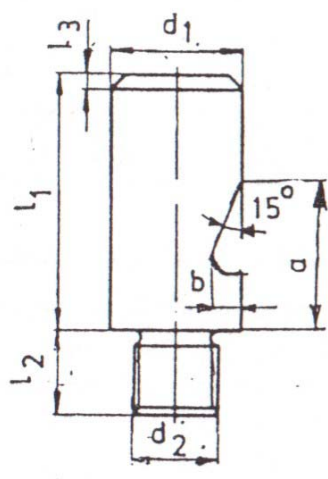
Сви рукавци су стандардизовани по JUS-у. Раде се од материјала Č.0545.

Најчешће су у примени типови.

b) Прихватни чеп (рукавац) са венцем и

f) Глатки прихватни чеп, који није по JUS-у.

Сл.5.4. Облици рукаваца



Mere u mm

d_1^{f7}	d_2	l_1	l_2	l_3	a	b
20	M16x1,5	40	18	3	28	4
25	M16x1,5	45	23	4	34	4,5
25	M20x1,5	45	23	4		
32	M20x1,5	56	23	4	40	5
32	M24x1,5	56	23	4		
40	M24x1,5	70	23	5	50	8
40	M30x2	70	23	5		
50	M30x2	80	28	6	70	10
60	M42x3	100	28	8	90	12

сл.5.5. Глатки прихватни чеп са димензијама датим у табlici

5.2. Конструкцијске карактеристике радних органа

Код пробијања и просецања облик контуре радних органа одговара облику контуре радног дела. Разликујемо радне органе:

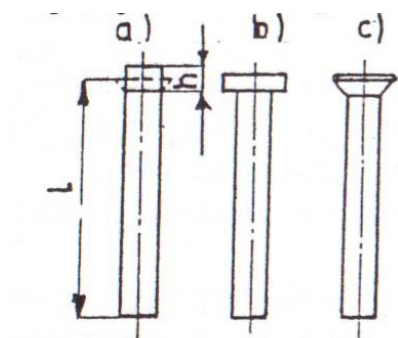
- ❖ покретни (горњи) , пробојци и просекачи
- ❖ непокретни (доњи) , плоча за пробијање (просецање).

Према начину израде радни органи могу бити изведени исцела (из једног дела) или издељени (састављени из више делова или са уметцима од квалитетног алатног материјала).

Код већих димензија и компликованијег облика контуре примењују се вишеделни радни органи алата.

5.2. Покретни радни органи (пробојци и просекачи)

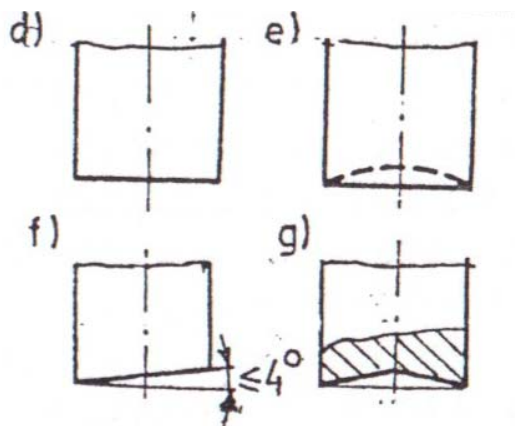
Облик попречног пресека просекача (пробојца), зависи од конфигурације радног предмета. Да би се спречило испадање просекача (пробојца) из држача они морају бити задебљани на крају сл. 5.6



Глава пробојца се може формирати раскивањем висине (h), после монтаже (сл. 5.6 а) или се изводи цилиндрично на (сл. 5.6.б), односно комбинацијом цилиндра и конуса (сл. 5.6. c).

Сл.5.6 .Облик глава пробојца

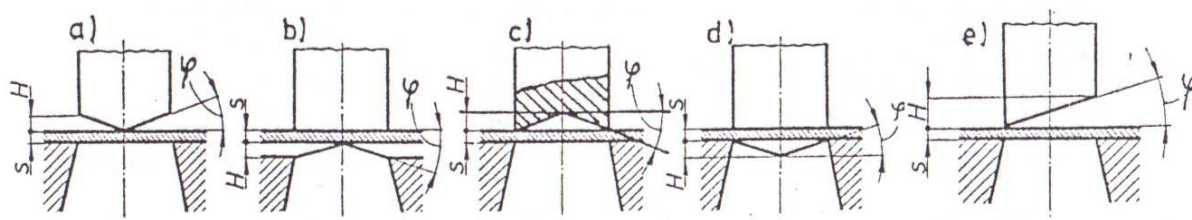
Врх пробојца може бити за тање лимове (сл. 5.7.d), код радних органа већих димензија (сл. 5.7.е), за обезбеђење смањења силе просецања (пробијања) , (сл. 5.7. f,g)



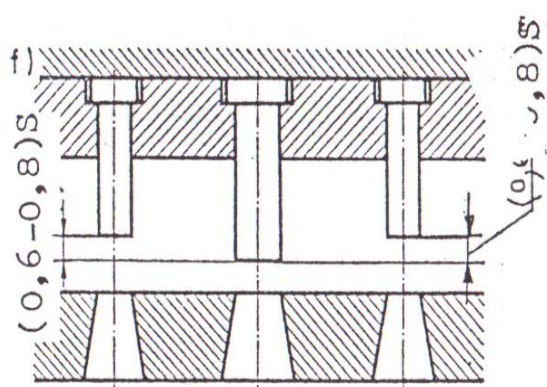
Сл. 5.7. Облик врха просекача (пробојца)

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Ради смањења силе просецања комбинује се равни и закошени облик радног дела просекача са закошеном, односно равном радном површином плоче за просецање (сл. 5.8 а -е), а сила се такође може смањити и различитим висинским размештањем просекача и пробијача (сл. 5.8. f)



Сл.5.8. а-е. Поступци смањења силе пробијања и просецања (закошењем радних површина)



за $S \leq 3 \text{ mm}$. $H \leq 2 S$; $\varphi \leq 5^\circ$

за $S > 3 \text{ mm}$ $H = S$; $\varphi \leq 8^\circ$

Сила просецања биће:

$$F = K_H L S \tau_m \text{ (daN)}$$

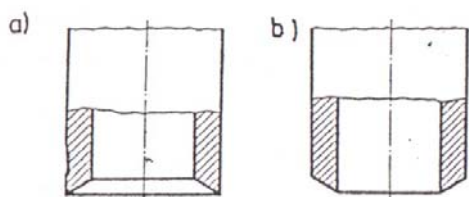
L - контура која се исеца

за $H = S$; $K_H = 0.4 - 0.6$

за $H = 2 S$; $K_H = 0.2 - 0.4$

Сл. 5.8 f. Поступак смањења силе пробијања и просецања висинским размештањем

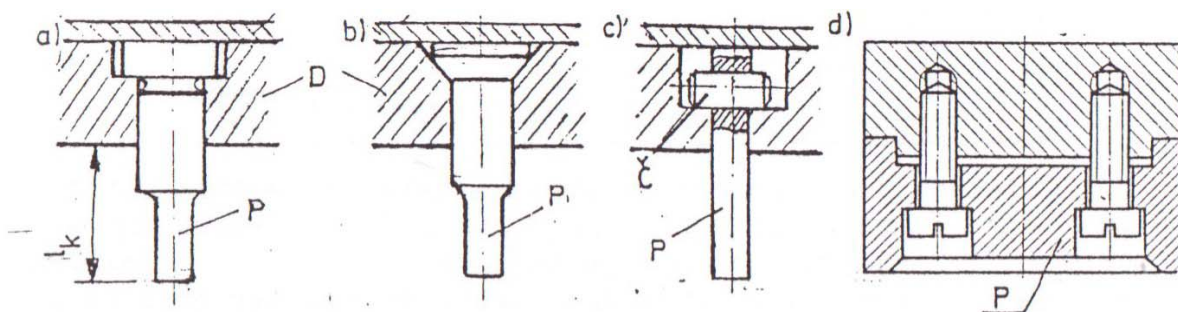
Код просецања танких лимова и мекших материјала (хартија , картон) користе се шупљи (цеваст) просекачи, који се примењују код алата без плоче за просецање (материјал се постаља на подлогу од меког материјала- мекан метал, тврдо дрво , плоча од пластичне масе. На сл 5.9. а приказан је пробијач за израду отвора у материјалу (унутрашњи део је отпад а на сл.5.9 b, је просекач за израду кружних плоча (спољни део је отпад)



Сл. 5. 9.. Шупљи просекачи

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

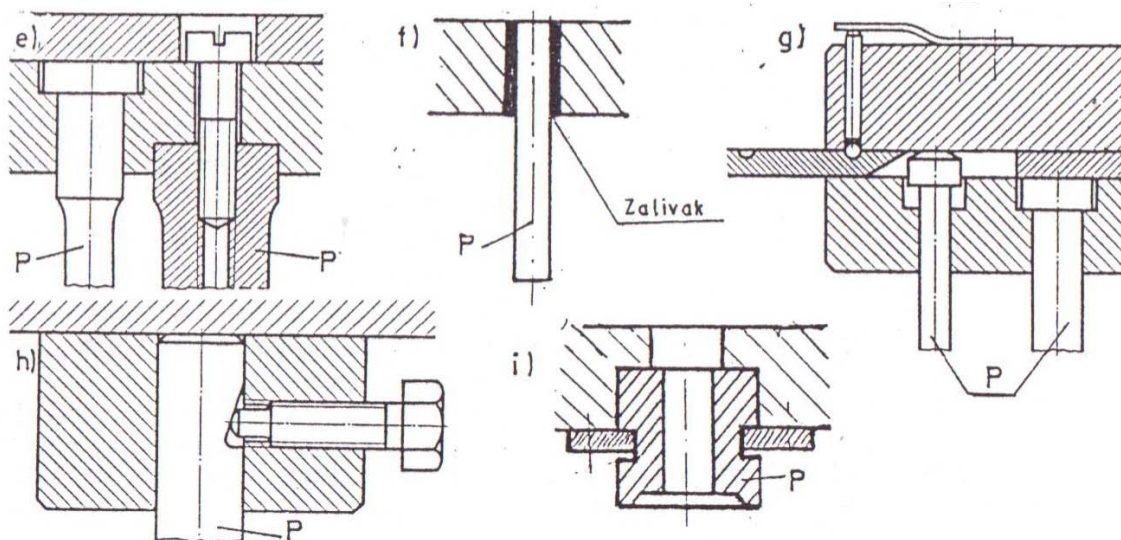
На сл. 5.10 приказане су поједине конструкције причвршћивања просекача (сл.а, b и c) , на сл. 5.10 .d. приказује причвршћивање просекача од скупог материјала (просекач од тврдог метала или керамике)



Сл. 5.10 (.a -d) Различити начини причвршћивања просекача

Ако се поједини просекачи постављају близу један другог, примењују се начини на (сл. 5.10.е), На сл.(5.10. f), приказано је заливање легурама са ниском тачком топљења.

Уколико је потребно да се неки просекач за време рада искључује онда се према слици 5.10 g. уграђује. Ако је потребно да се у току рада често врши промена просекача, онда се уграђује према сл. 5.10.h и према сл.5.10.i .



Сл. 5.10.(e - i) Различити начини уградње просекача и пробојаца

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Дуги и танки пробојци се прорачунавају на извијање. С обзиром на конструкцију алата (да ли је отвореног или затвореног типа) постоје два начина провере:

а) Отворени алат једнострано укљештен пробојац (сл. 5.11.а). Код отворених алата (који немају плочу за вођење), највећа сила пробијања F не сме бити већа од критичне силе извијања по другом Ојлеровом критеријуму извијања једнострано укљештених штапова.

$$F = L S \tau_m K \quad (\text{daN}) = 10^{-1} L S \tau_m K \quad (\text{N}) ; \quad F_k = \frac{\pi^2 E I_{\min}}{4L^2} = F$$

Из овог услова добија се максимално дозвољена слободна дужина пробојца:

где је :

$$l_{\max} = \sqrt{\frac{\pi^2 E I_{\min}}{4 L S \tau_m}}$$

$E \text{ (daN/mm}^2\text{)}$ - модул еластичности материјала пробојца

$I_{\min} \text{ (mm}^4\text{)}$ - момент инерције попречног пресека пробојца

$L, S \text{ (mm)}$ - обим контуре пробијања, дебљина лима,

$F, F_k \text{ (N)}$ - сила пробијања, критична сила,

$\tau_m \text{ (daN/mm}^2\text{)}$ - чврстоћа на смицање материјала,

$l \text{ (mm)}$ - дужина пробојца

$K \text{ (-)}$ - фактор који узима у обзир повећање силе пробијања услед затупљења алата ($K = 1.1 - 1.3$) .

Најмањи момент инерције и обим пробијеног дела према пресецима $M - M$.

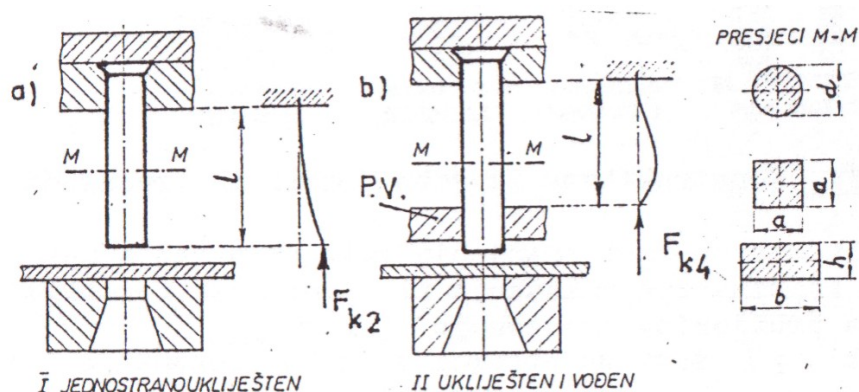
❖ за круг пречника (d) $I_{\min} = \frac{\pi d^4}{64} \quad L = d \pi$

❖ за квадрат са страницама (a)..... $I_{\min} = \frac{a^4}{12} \quad L = 4 a,$

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

❖ за правоугаоник са страницама b и h ($h < b$)

$$I_{\min} = \frac{bh^3}{12} \quad L = 2(b + h)$$



Сл.5.11. Извијање танких пробојаца у отвореним и затвореним алатима

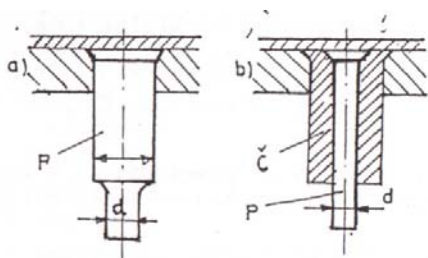
б) Затворени алат - пробојац укљештен и вођен (сл.5.11 б). Прорачун пробојаца у затвореним алатима (са плочом за вођење P,V: се спроводи по четвртом Ојлеровом критеријуму извијања са критичном силом која је осам пута већа него код отворених алата.

$$F = \frac{2\pi^2 E I_{\min}}{l} = 8 F_{k2} \quad ,$$

Због тога је максимално дозвољена дужина пробојца за $\sqrt{8} = 2,8$ пута већа од вредности која важи за отворене алате.

Пробојци се могу проверити и на притисак (кратки пробојци).

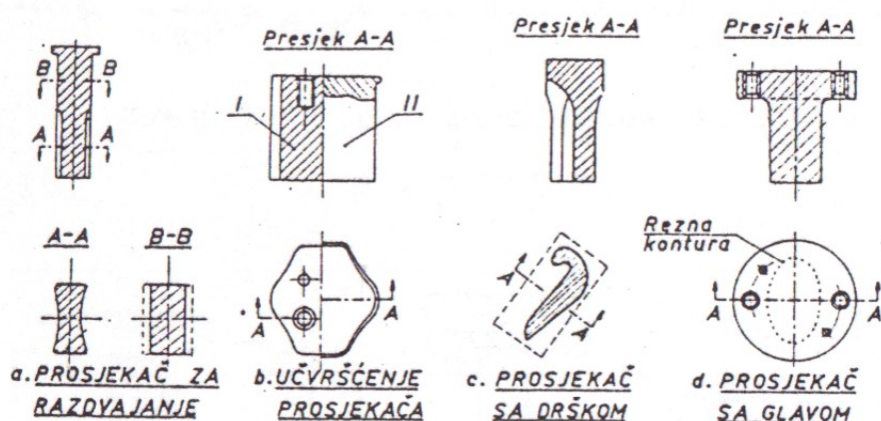
$\sigma_p = \frac{F}{A} \leq \sigma_p$; $\sigma_{pd} = 1000 - 1600 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ A - површина попречног пресека пробојца



Ојачање танких пробојаца уводи се повећањем попречног пресека од d до d_1 или са уметањем пробојца у чауру $\check{C}$.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Код пробојца и просекача са контуром просецања (пробијања) сложенијег облика, попречни пресек горњег краја (корена) може бити изведен као: правоугаоник или кружни (сл. 5.12), чиме се знатно олакшава израда одговарајућих отвора у држачу просекача.



Сл.5.12. Конструктивне изведбе профилних просекача

После просецања (пробијања) израдак и отпадак се задржавају на просекачу (пробијачу) или у плочи за просецање (пробијање), што зависи од конфигурације израдка и конструкције алата. Правилно и брзо одстрањивање израдка и отпадака са радних органа алата утиче на повећање производности и сигурности радне операције и на квалитет израдка.

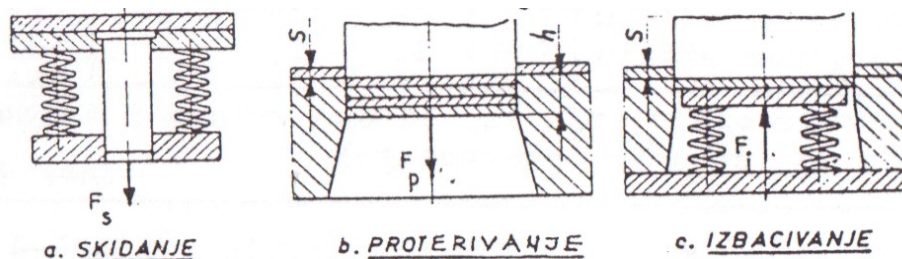
Сила потребна за скидање (протеривање или избацивање) зависи од силе просецања и услова рада и рачуна се по обрасцу:

$$F_s = n \cdot c_s \cdot F \text{ (daN)}$$

где је : n - број комада .

Приликом скидања комада са просекача (сл.5.13 а) $n = 1$, док је приликом протеривања комада кроз отвор (сл.5.13. б) $n = h/S$, што значи да зависи од висине цилиндричног дела отвора h и дебљине лима S .

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ



Сл.5.13. Елементи за скидање, протеривање и избацивање

C_s - коефицијент завистан од облика израдка и сложености конструкције алата (таб. 7)

DEBLJINA MATERIJALA S [mm]	VRSTA RADNOG PROCESA		
	Jednostavno prosijecanje i probijanje	Kombinovano pos- tupno prosijecanje i probijanje	Kombinovano isto- vremeno prosijecanje i probijanje
do 1	0,02 - 0,06	0,06 - 0,08	0,10 - 0,12
1 do 5	0,06 - 0,08	0,10 - 0,12	0,12 - 0,15
preko 5	0,08 - 0,10	0,12 - 0,15	0,15 - 0,20

Таб. 7. Вредности коефицијента скидања C_s

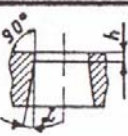
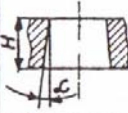
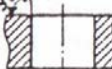
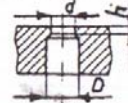
За скидање и избацивање се користи компримовани ваздух, завојне или тањирасте опруге или гумени јастуци.

Детаљан прорачун опруга и осталих елемената може се наћи у одговарајућој литератури.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

5.3. Непокретни радни органи (плоче за пробијање и просецање)

Резна контура плоче за просецање (пробијање) одговара облику комада који се просеца (пробија). Профил отвора зависи од намене и захтеваног квалитета производа. У таб. 8. дате су четири изведбе зависно од облика, димензија и квалитета просеченог (пробијеног) комада - израдка.

Red br.	OBLIK	SKICA	DIMENZIJE	PRIMJENA
1	Cilindar sa konusom		Visina h: $h = 3-5 \text{ mm}$ za $s \leq 0.5 \text{ mm}$ $h = 5-10 \text{ mm}$ za $s = 0.5 \text{ mm}$ $h = 10-15 \text{ mm}$ za $s = 5-10 \text{ mm}$ Ugao α : $\alpha = 3^\circ-5^\circ$	Za prosijecanje dijelova komplikovanih oblika ili dijelova veće tačnosti.
2	Konus		Ugao α : $\alpha = 10'-15'$ za $s = 0.1-0.5 \text{ mm}$ $\alpha = 15'-20'$ za $s = 0.5-1 \text{ mm}$ $\alpha = 20'-30'$ za $s = 1-2 \text{ mm}$ $\alpha = 30'-45'$ za $s = 2-4 \text{ mm}$ $\alpha = 45'-1^\circ$ za $s = 4-6 \text{ mm}$	Za prosijecanje manjih dijelova srednje tačnosti.
3	Cilindar		Ugao α : $\alpha = 0^\circ$	Za prosijecanje velikih dijelova koji ne propadaju kroz otvor prs.
4	Dvostruki cilindar		Visina h: Kao pod rednim brojem 1 Prečnik slobodnog otvora $D = d + 3 \text{ mm}$	Za probijanje manjih otvora do prečnika $d = 5 \text{ mm}$.

Таб. 8. Профили отвора плоча за пробијање (просецање)

Висина плоче (Н) за просецање (пробијање) правоугаоног облика комада, рачуна се по емпиријском обрасцу,

$$H = (10 + 5 S + 0,7 \sqrt{a + b}) c$$

где је ;

Н - висина плоче

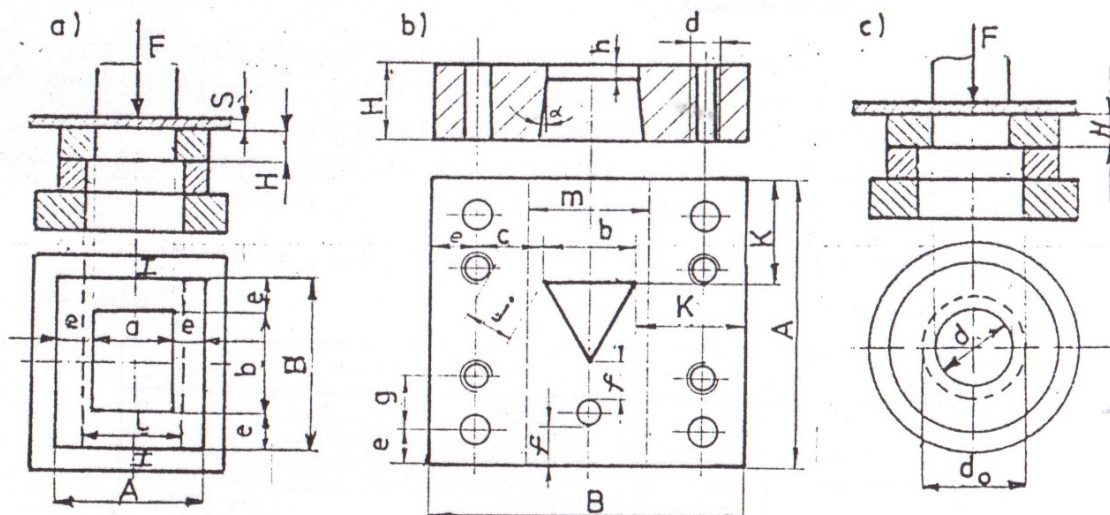
а , b - димензије странице правоугаоног комада који се просеца (пробија)

S - дебљина лима

С - коефицијент који зависи од чврстоће истезања материјала који се просеца (пробија)

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Осим прорачуна висине плоче по наведеном обрасцу, иста се може наћи и из таб. 9. зависно од ширине отвора O и дебљине S .



Сл. 5.14. Габаритне димензије плоча за просецање (пробијање)

Najveća širina otvora O , u ploči [mm]	Debljina osnovnog materijala za prosecanje (probijanje) S [mm]		
	do 1	1-3	3-6
do 50	$(0,3-0,4) \cdot O$	$(0,3-0,5) \cdot O$	$(0,45-0,6) \cdot O$
50-100	$(0,2-0,3) \cdot O$	$(0,22-0,35) \cdot O$	$(0,30-0,45) \cdot O$
100-200	$(0,15-0,20) \cdot O$	$(0,18-0,22) \cdot O$	$(0,22-0,30) \cdot O$
200	$(0,10-0,15) \cdot O$	$(0,12-0,18) \cdot O$	$(0,15-0,22) \cdot O$

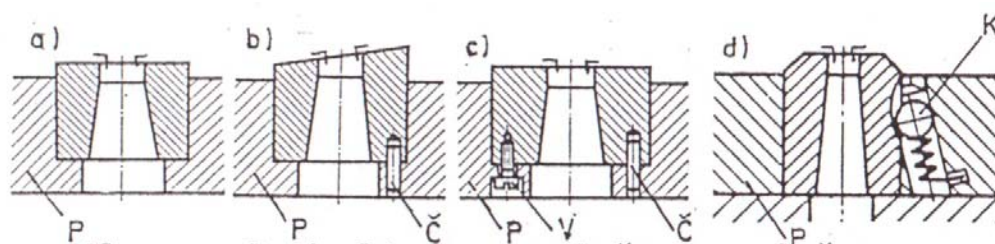
Табл.9. Зависност дебљине плоче (H) за просецање (пробијање) од ширине отвора O и дебљине лима S

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Отвори у плочи за просецање (пробијање) раде се директно , или у уметцима (резним чаурама) . Овакве уметке , односно "прецизне резне чауре" имају своје стандардне димензије. Преници отвора су од 3; 3,1; 3,2, 3,3 мм, итд. разлика у пречнику отвора по 0,1 мм , па све до 10мм. Исто то важи и за округле пробојце пречника од 3 - 10 мм,(разлика у пречницима такође 0,1мм, дужине од 60 и 70 мм.

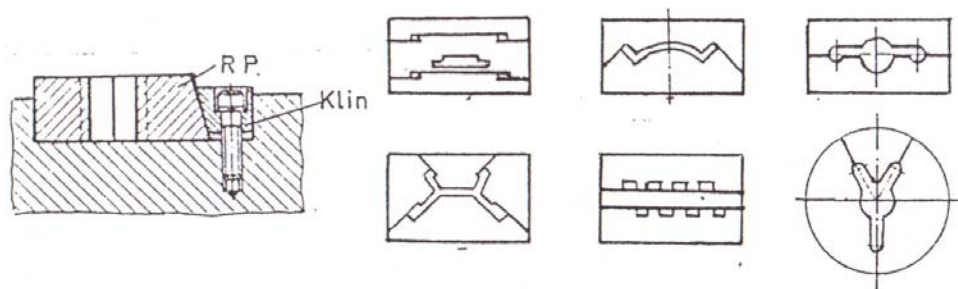
убацивањем чаура у плочу за просецање остварује се знатна уштеда у алатном материјалу , јер се само чауре и израђују од одговарајућег алатног челика , оне се могу лако и брзо мењати.

На сл.5.15. приказана су решења постављања чаура у плочи носачу Р; глатка чаура која се поставља у отвор плоче посредством пресованог склопа Н7/р6 (а); пресованим склопом са осигурањем помоћу чивије Č против заокретања (b) пресованим склопом са осигурањем помоћу чивије Č и помоћу вијка V против померања (c) ;учвршћивањем помоћу куглице К (сл.5.15 d)



Сл.5.15. Постављање резних чаура у плочу

У циљу поједнастављења израде и дотеривања радне контуре за просецање делова сложеног облика резне плоче R. P. се раде из два или више делова.



Примери поделе резне плоче на сегменте

5.4. Елементи алата за вођење и локацију припремака

: У ову групу елемената спадају:

- ❖ Граничници за одређивање положаја (локацију) комадних припремака:
- ❖ Вођице траке и елементи за одређивања корака траке (граничне чивије - чепови, и бочни ножеви) и центрирање;
- ❖ Други делови који обезбеђују правилно вођење траке (бочни притискивачи)

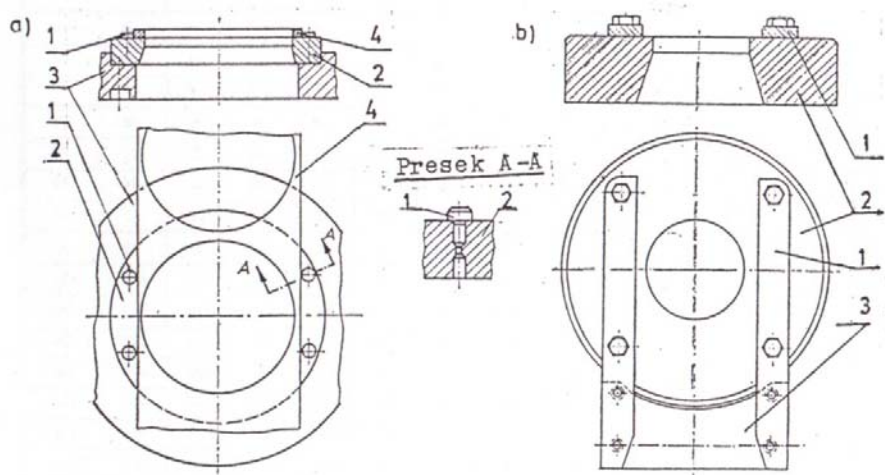
Вођице траке

Вођице траке обезбеђују правилно вођење припремака (траке) у алату. Поред тога што трака мора имати ограничен ход, за њено правилно кретање у алату морају постојати вођице. Вођице могу бити обезбеђене у самој преси, а ако их тамо нема (што је најчешће), онда се праве у алату.

Ако се израђују велики комади, код којих се користе траке већих ширина, као вођице материјала користе се обично цилиндрични кочићи (сл. 5.16 а) : где је на слици : 1 - цилиндрични кочић за вођење, 2 - плоча за просецање (пробијање), 3 - основна плоча и 4 - трака.

Као вођице материјала користе се такође и летве које се постављају на плочу за (просецање), тако да је међусобно растојање једнако ширини траке. као што је показано на сл. 5.16. б. Где је на слици:

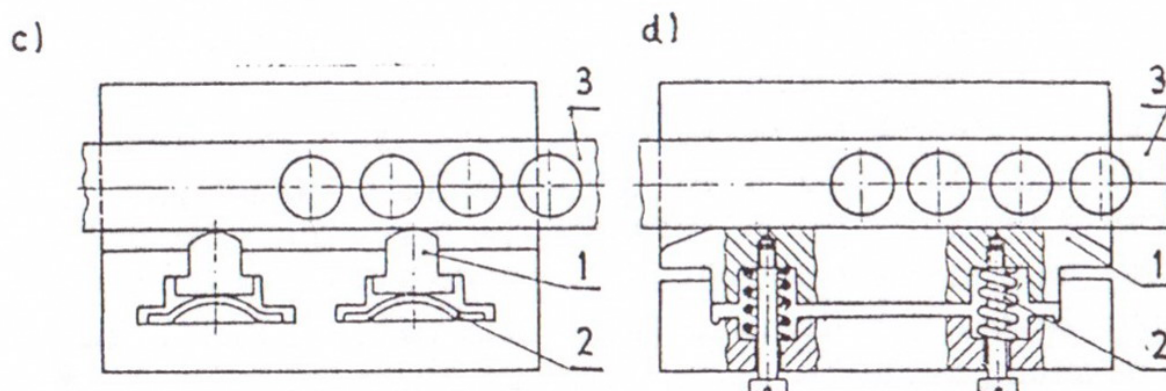
1 - летва за вођење; 2- плоча за просецање (пробијање) ;3 - лимени носач за увлачење траке у алата



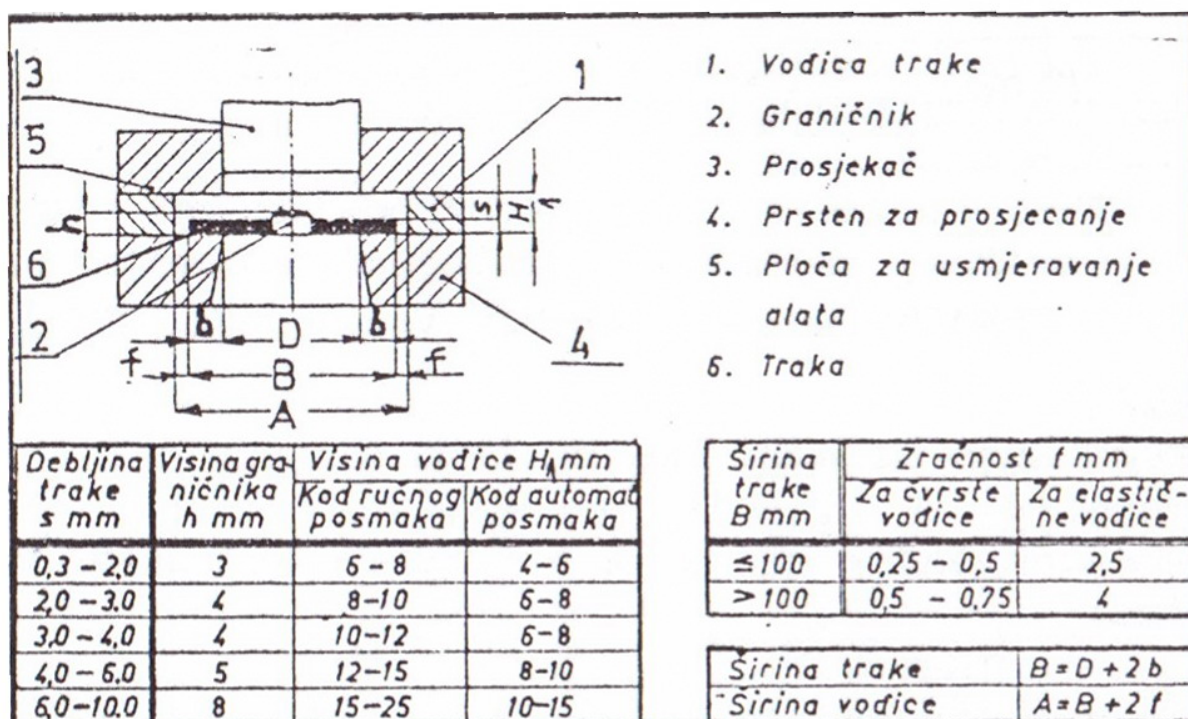
Сл. 5.16. Вођице траке (цилиндрични кочићи - а, и летве за вођење - б)

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Често се у алатима користе еластичне вођице. На сл.5.17 с је приказана еластична вођица са лиснатом опругом; 1 - вођица траке, 2 - лисната опруга. На сл. 5.17. d. приказана је еластична вођица са савојном опругом: 1 - вођица траке, 2 - савојна опруга и 3 -трака.



Сл. 5.17.Вођице траке : Еластична вођица са лиснатом опругом -с , еластична вођица са савојном опругом -d

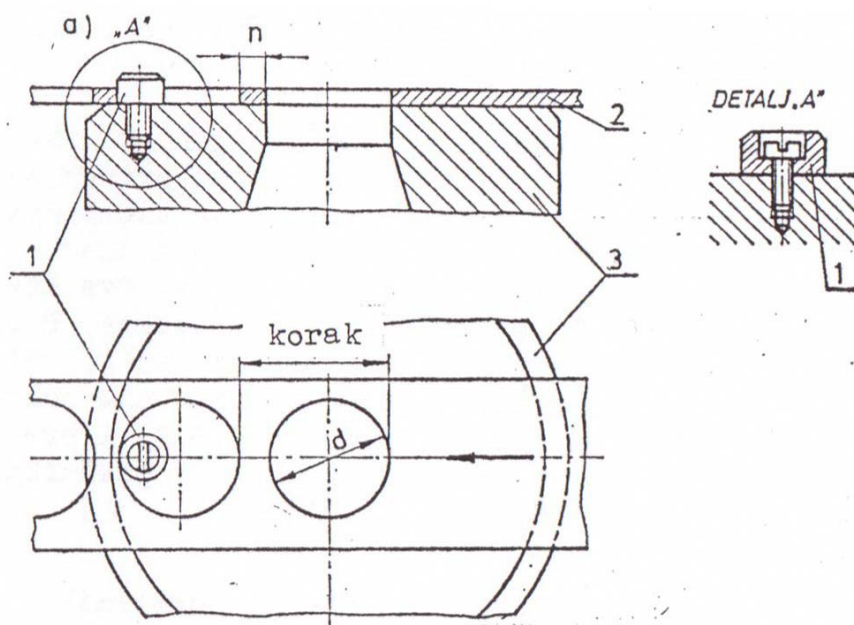


Таб. 10. Технички подаци за вођице

Граничници

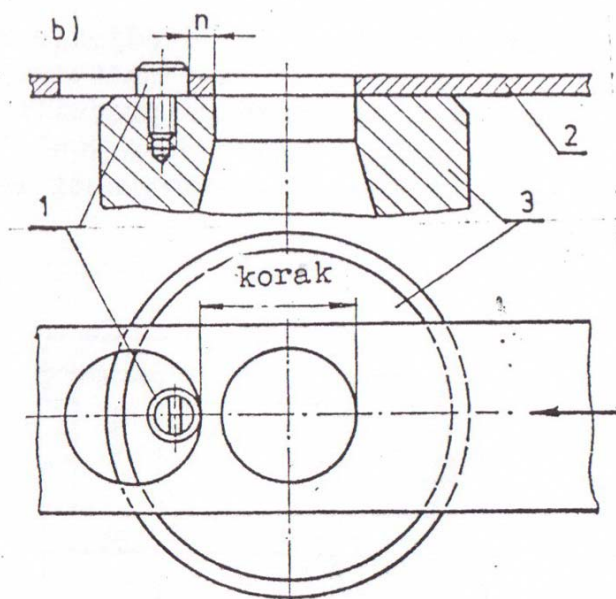
Граничници служе у серијској производњи комада за просецање из трака, због тога што се након радног хода просекача (пробијача), трака мора померити за одређену величину хода (корака). Ход траке зависи од распореда комада на траци и може се једноставно одредити. Тачно померање траке изводи се помоћу граничника.

Ако је помак траке ручни, најједноставније ограничавање померање траке је помоћу граничника у облику плочице, као на сл. 5.18.а. Код ове конструкције граничник 1, се поставља на одређено растојање од рупе плоче за просецање (пробијање) означене са 3. Трака 2 мора се подићи и гурнути тако да граничник ускочи у ново пробијени отвор. Затим се трака мора повући назад ради тачнијег налагања на граничник.



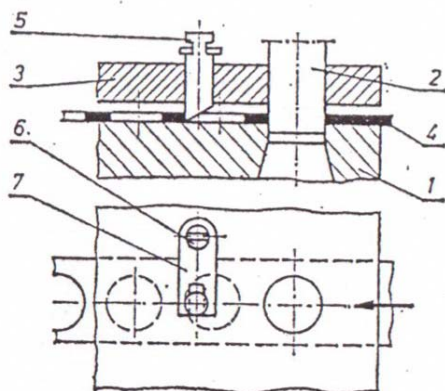
Сл.5.18 а .Граничник траке у облику плочице

Код неких конструкција трака се не мора након подизања и гурања напред, повлачити назад, чиме се убрзава рад саме пресе (сл.5.18 б)



Сл. 5.18.b. Граничник траке у облику плочице

У приказаној конструкцији основни недостатак је било подизање траке јер се тако смањује производност рада.



Сл.5.19. Граничник траке (са лиснатом опругом)

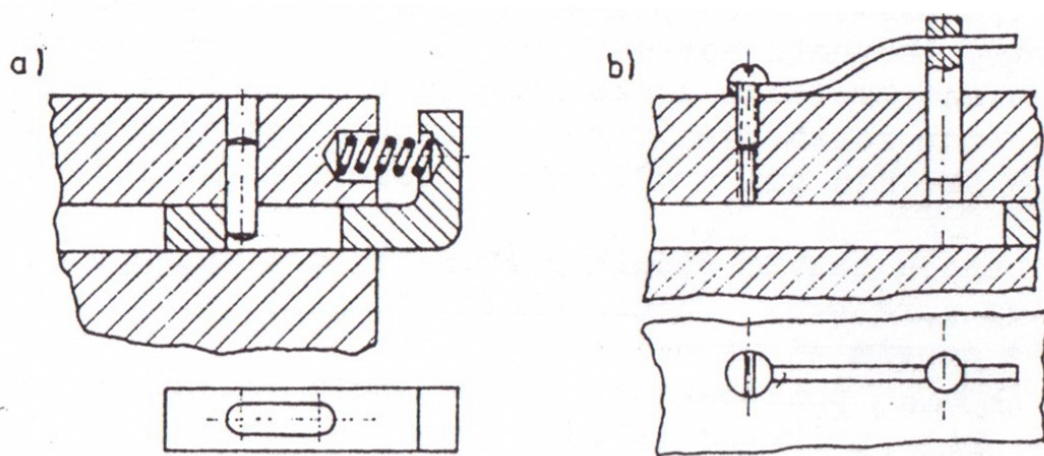
Применом еластичног граничника (сл. 5.19) овај недостатак нестаје, јер се након просецања отвора, трака помера унапред без подизања и граничник клизи по њој, при чему се савлада сила лиснате опруге (7) услед подизања граничника (5). Када граничник наиђе на рупу у траци он ускочи у рупу због супротног дејства лиснате опруге. Након тога трака се мора повући мало назад. Остале ознаке на слици су . 1 -

плоча за пробијање, 2 - просекач, 3 - плоча за вођење просекача, 4 - трака, 5 - граничник, 6 - вијак за везу опруге граничника 7 са плочом за вођење просекача -3.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

При поступној изради радних предмета, потребно је у алат уградити граничник, за постављање траке при првом пробијању, да би се добио тачан положај рупе које се пробијају у првом ходу у односу на спољну контуру, која се исеца у другом ходу. Граничник се доводи у радни положај на тај начин што се притисне руком при чему се сабија опруга, која после пробијања првог отвора аутоматски враћа граничник у почетни положај.

На сл.5.20 а, је приказана конструкција бочног граничника, а на сл.5.20. б, конструкција горњег граничника за граничење првог комада.

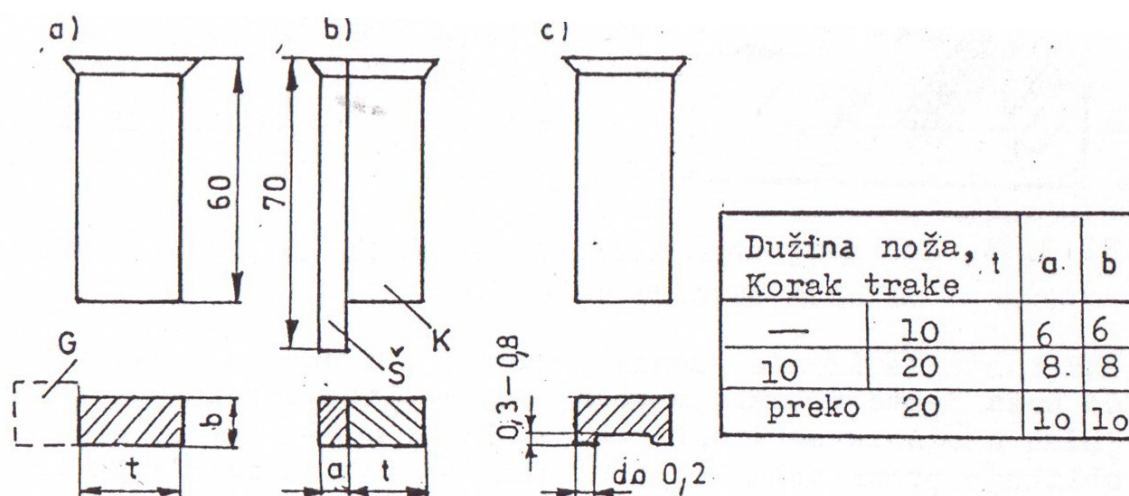


Сл.5.20. Граничници за први комад :бочни граничник (а), и горњи граничник (б)

Корачни ножеви

Корачни ножеви служе за добијање веће тачности при чему се повећава и продуктивност. На сл.5.21. приказани су стандардни ножеви према DIN - 9862.Алати са водећим ножевима су скупљи. Код ових ножева нож одсеца са стране уску траку. После његовог подизања трака се помера за тачно одређену дужину (корак), па се ови ножеви називају и "корачари".

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ



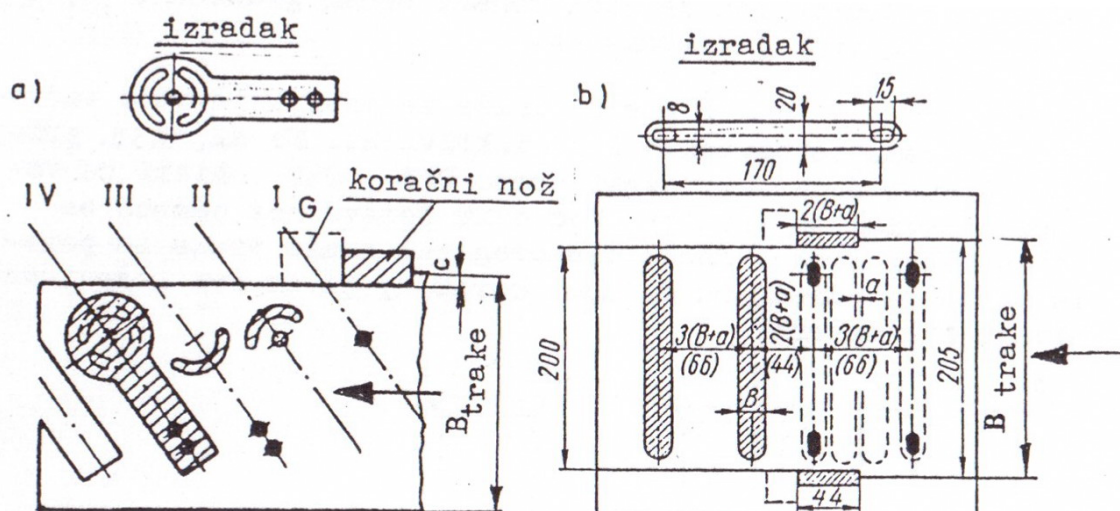
Сл.5.21. стандардни облици корачних ножева

Први тип водећег (корачног) ножа се примењује за израду делова од којих се не тражи висока тачност. Примена овог типа изискује уградњу граничника G у водећу плочу.

Други тип се такође примењује за израду делова мање тачности, с том разликом што код ових водећих ножева не треба уграђивати граничнике у водеће плоче. Улогу граничника, у овом случају преузима квадратна шипка Š, смештена поред корачног ножа K. Она је дужа од корачног ножа за 10 мм. Код алата са уграђеним оваквим корачним ножем долази до неравномерног засецања траке и појаве набора са бочне стране траке. То отежава провлачење траке између водећих летви.

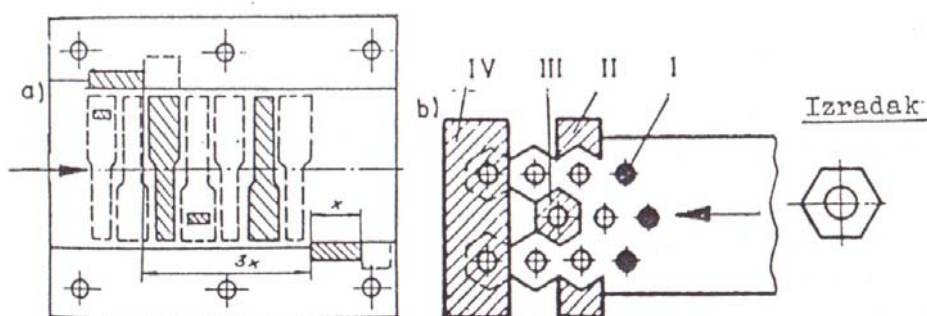
При исецању сасвим тачних а дугачких делова, употребљавају се два паралелна корачна ножа. Вођење траке у овом случају је сасвим сигурно и тачно.

На сл. 5.22. а . је приказан рад са једним водећим ножем, а на сл.5.22. б, приказан је рад са два водећа ножа (за веће ширине од 200 мм)



Сл.5.22. Рад са једним корачним ножем (а), и рад са два паралелна корачна ножа (б)

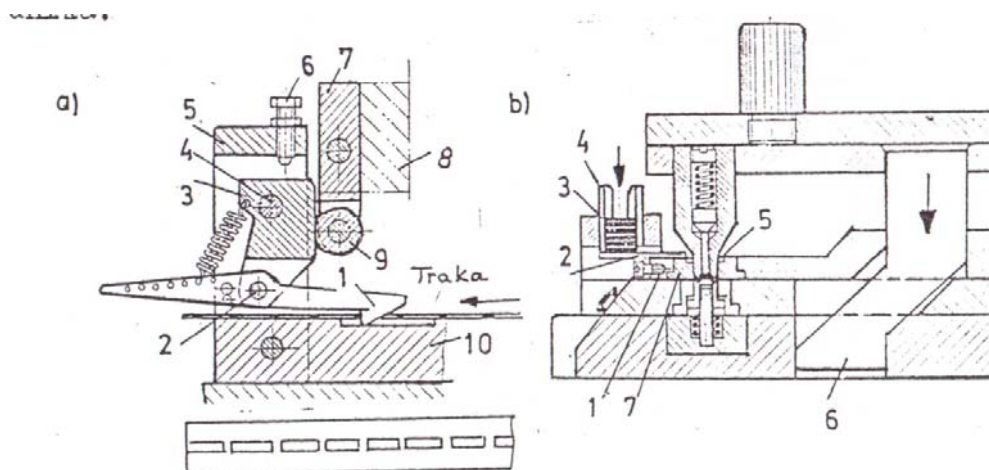
Код поступне израде радног предмета при употреби два водећа ножа често се они постављају неколико корака померени један у односу на други сл. 5.23 а. , а некада се корачни нож обликује према делу контуре, тако да добија двоструку функцију сл.5.23.б.



Сл.5.23. Корачни ножеви: померени за три корака (а), и обликован према делу контуре (б)

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Уређаји (механизми) за померање траке и довођење комадних припремака обезбеђују аутоматизацију и механизацију рада при изради делова од лима., чиме се повећава продуктивност и степен искоришћења опреме, побољшава квалитет и снижавају трошкови производње уз увећање сигурности радника.



Уређаји за померање траке (а), и довођење комадних припремака (б)

- ❖ (а) Полуга (1) је окретна око осовине (2) и завојном опругом везана својим левим крајем за носач (3) који је везан осовиницом (4). Заокретање носача (3) осигурава се вијком (6) који је уврнут у носач (5). Ролница (9) , која се налази на полузи (7) која је везана за горњу плочу алата (8) покреће носач (3) који преко опруге повлачи полугу (1) тако да њен десни крај у облику клина захвата траку и на тај начин се трка помера са дена у лево.
- ❖ (б) Припремак постављамо у магацин (4). Преко шибера (1) припремак (3) иде преко канала (2) и улази у отвор (5) који се налази у вођици (7). То повлачење шибера (1) омогућује двоструки клин (6) који је везан у носач алата.

5. 5 Одређивање степена искоришћења материјала и центра притиска алата

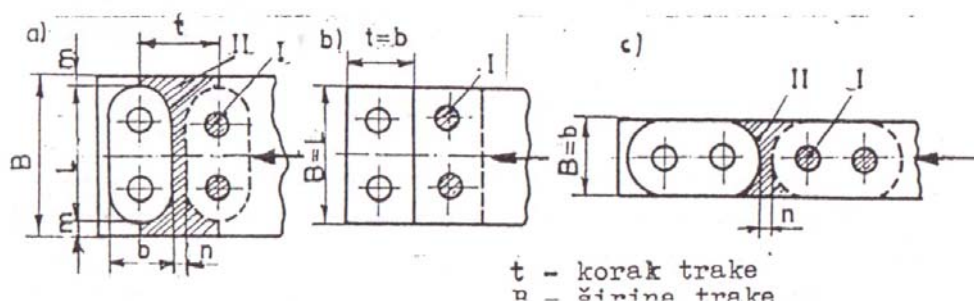
Економичност распореда комада у траци се може оценити степеном искоришћења материјала, који представља однос сврварног броја комада који се може добити из једне траке и теоретски могућег броја.

Постиже се следећим низом мера:

- ❖ најцелисходније сечење табли лима на траке и комаде,
- ❖ налажење оптималног распореда на траци,
- ❖ искоришћење отпадака за израду других делова,
- ❖ смањење додатака за опсецање после извлачења,
- ❖ смањењем губитака материјала применом помоћног граничника.

Унапред је немогуће прописати који ће распоред комада на траци дати најмањи отпадак. У пракси се нормално разматра неколико варијанти распореда и одабира се она за коју се прорачуном установи да је најповољнија.

Према литератури разликујемо три начина кројења зависно од величине губитака: сл.5.24.

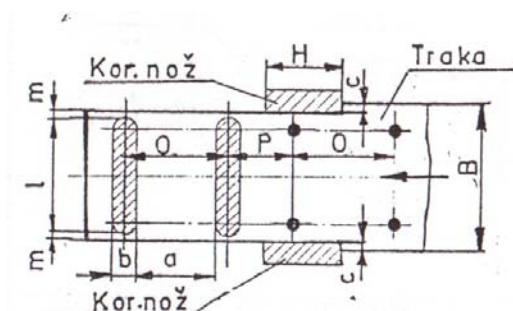


Сл 5.24. Начини кројења траке и врсте отпадака ,конструкцијски (I), и технолошки отпаци (II)

- a) Нормални отпадак када се ради са нормалним размаком између контуре дела n и размаком до ивице траке m .
- b) Са малим отпацима, јер не постоји међусобни размак односно $n = 0$ као ни размак до ивице траке $m = 0$. Једини је отпадак пробијање отвора (I - конструкцијски отпадак). За овај случај имали би највећа искоришћења.
- c) Постоји међусобни размак n али је $m = 0$.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Некада се може вршити истовремено исецање више комада



$$h = a + b$$

a - mostić između otvora u traci,

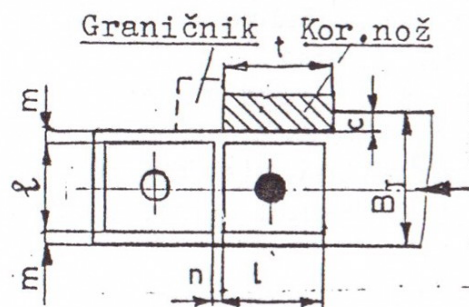
h - korak između dva mostića na traci,

H - veličina pomaka trake za svaki radni hod prese

$$B = l + 2 \cdot m + 2 \cdot c$$

Плоча за исецање истовремено два комада са паралелним распоредом

Повећање ширине траке s , када се ограничавање обавља водећим (бочним) ножевима., а предмети се исецају из траке од меког челика.



t - korak trake

$$t = l + n$$

B - širina trake

$$B_T = l + 2 \cdot m + c$$

Debljina trake S (mm)	Širina trake (B_T) u mm			
	20	50	75	100
Do 0,20	1,0	1,2	1,5	1,9
0,20—0,30	1,0	1,3	1,6	2,0
0,30—0,45	1,0	1,4	1,7	2,1
0,45—0,60	1,2	1,5	1,8	2,2
0,60—0,75	1,4	1,6	1,9	2,3
0,75—1,00	1,5	1,8	2,0	2,4
1,00—1,20	1,5	1,9	2,1	2,4
1,20—1,35	1,6	2,0	2,2	2,6
1,35—1,50	1,7	2,1	2,3	2,8
1,50—1,75	1,8	2,2	2,5	3,0
1,75—2,00	2,1	2,5	2,8	3,2
2,00—2,25	2,4	2,8	3,0	3,3
2,25—2,50	2,6	3,0	3,3	3,6
2,50—2,75	2,8	3,3	3,6	4,0
2,75—3,00	3,0	3,5	4,0	4,5

Вредности за коефицијент s се узимају из таблице

Степен искоришћења материјала изражава се коефицијентом искоришћења η који представља однос између површине комада A_0 и површине траке или укупног броја комада N који се израде од једне траке и површине траке.

$$\eta = \frac{A_0}{A_1} 100 (\%); \quad \eta = \frac{A_0 i}{B t} 100 (\%); \quad \eta = \frac{A_0 N}{B L} 100 (\%)$$

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

где је:

A_0 (мм^2) - ефективна површина израдка,

A_1 (мм^2) - површина траке потребна за један израдак,

B (мм) - дужина табле лима,

i - број редова на траци,

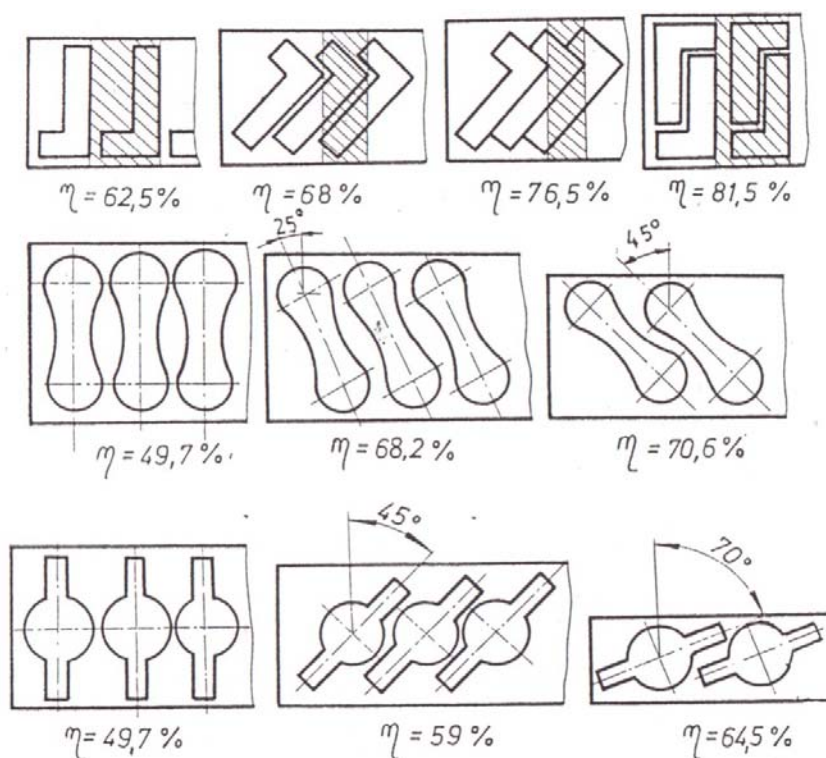
L (mm) -дужина табле лима,

N (ком) -број израдака добијен из табле лима

Распоред (размештај) делова на траци има велики утицај на степен искоришћења материјала, јер се променом распореда мења величина отпадака што је нарочито изражено код делова сложеног облика контуре као и код вишередног распореда делова простијег облика.

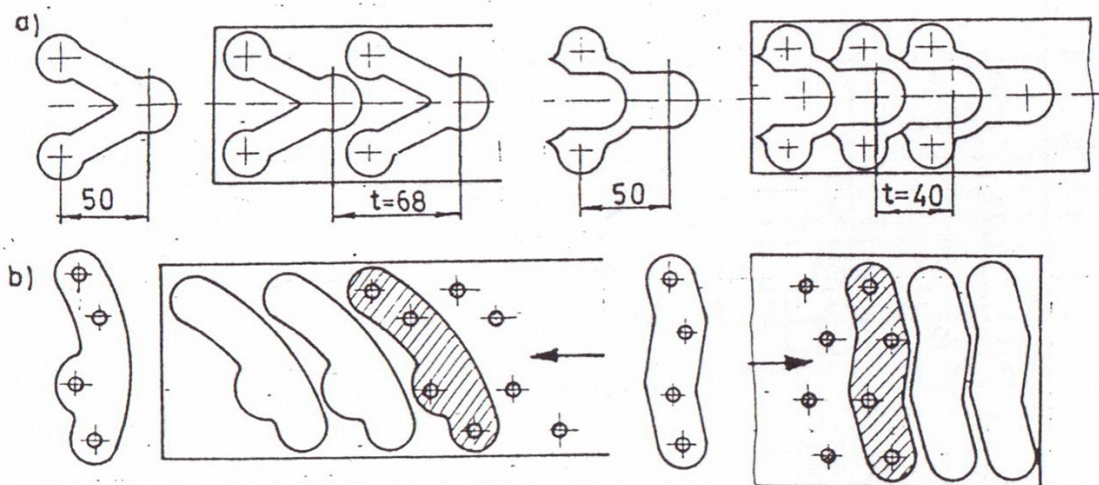
Да би се одредио најповољнији распоред, за сваки конкретан случај разматра се више варијанти распореда и усваја се варијанта која обезбеђује највећи коефицијент искоришћења материјала, водећи рачуна о сложености конструкције алата за пробијање (просецање) или комбинованог алата за пробијање и просецање.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ



На сл. 5.25. а, показује се како се такође незнатном конструктивном изменом облика дела може остварити повећање степена искоришћења материјала омогућава се просецање без међуразмака, а смањењем корака траке смањују се и бочни отпаци.

На сл.5.25 б. дат је пример како се изменом облика дела може постићи оптималнији распоред делова на траци, што има за последицу смањење отпадака, односно побољшање степена искоришћења материјала.



Сл. 5.25. Конструктивне измене облика дела

Центар притиска алата

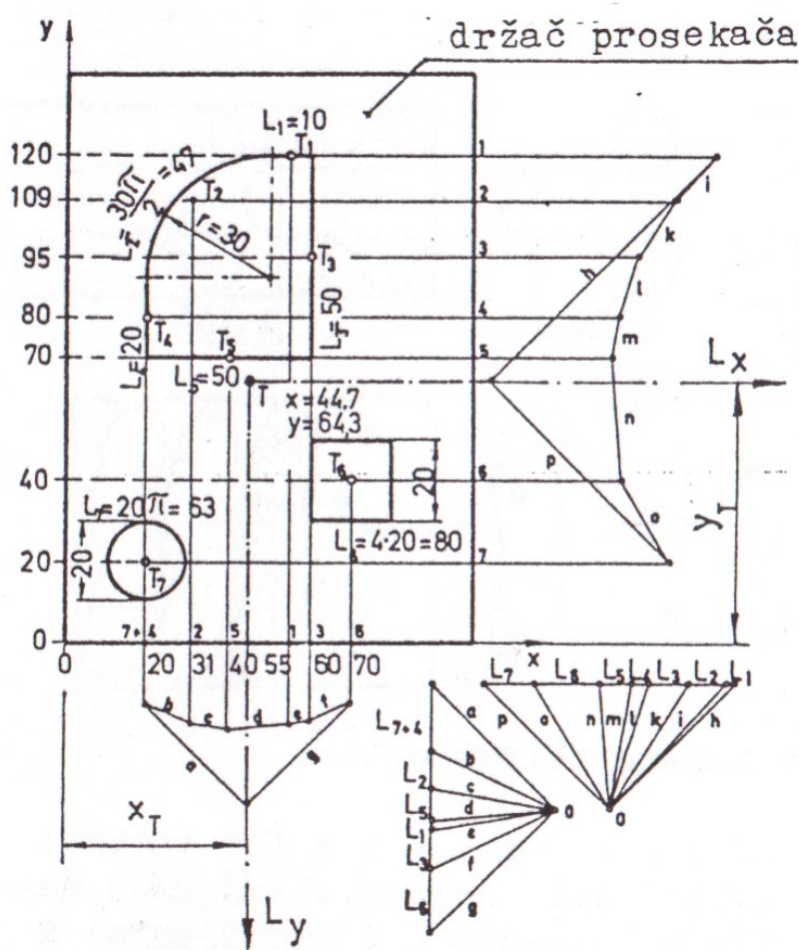
Центар притиска алата или тежиште алата налази се на вертикалној оси, која пролази кроз нападну тачку резултанте сила просецања и пробијања и поклапа се са осом рукавца, што је нарочито важно код алата са плочним вођењем. у противном јављају се грешке вођења покретних радних органа алата у односу на непокретне (неједнак зазор, повећано хабање, неповољно оптерећење итд.). Одређује се рачунским и графичким путем применом познатих метода из механике. метода момента сила, односно плана силе и верижног полигона.

Пошто је сила просецања (пробијања) директно пропорционална обиму (дужини) контуре, уместо са вредностима појединих сила може се радити са дужинама контура, а затим и применом правила момента сила оређује положај центра притиска (тежиште) алата у односу на две међусобно управне осе.

Тежиште контура које имају две осе симетрије (кружница) налази се у пресеку тих оса, у тежиште контура са једном осом симетрије налази се на тој оси. Код несиметричних контура тежиште се одређује поделом те контуре на простије (елементарне) делове такође применом правила момента сила. На сл. 5.26. дат је пример одређивња положаја рукавца (центра притиска) комбинованог алата за пробијање и просецање (без корачног ножа) у односу на кординантни систем.

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

а) Графички поступак: Најпре се контурна линија (линија просецања или пробијања) подели на већи број делова - елемената и тако да се тежиште сваког од њих може лако одредити.



Дужине ових елемената су $L_1, L_2, \dots, L_7$ (где су познати положаји њихових тежишта).

На основу верижног полигона (познато из статике-одређивање тежишта) одређује се положај тежишта T .

Сл.5.26. Графички поступак одређивања (тежишта) положаја рукавца

б) Аналитички поступак. Најпре треба поставити координатни систем на основу којег ће се дефинисати координате тежишта. његов положај се у принципу може произвољно одабрати, али се ипак настоји да он буде што повољнији с обзиром на растојање појединих елемената од оса. Постављањем координатног система одређене су и координате тежишта појединих елемената, при чему треба водити рачуна да индекси ових координата одговарају индексима елемената на које се односе.

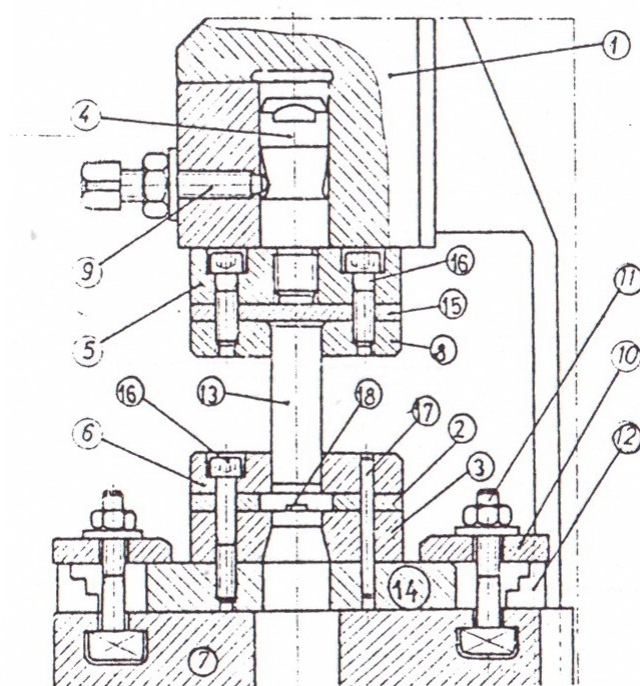
ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Координате заједничких тежишта свих контура добијају се из образаца:

$$X_t = \frac{\sum X_i L_i}{\sum l_i}, \quad y_t = \frac{\sum Y_i L_i}{\sum L_i}$$

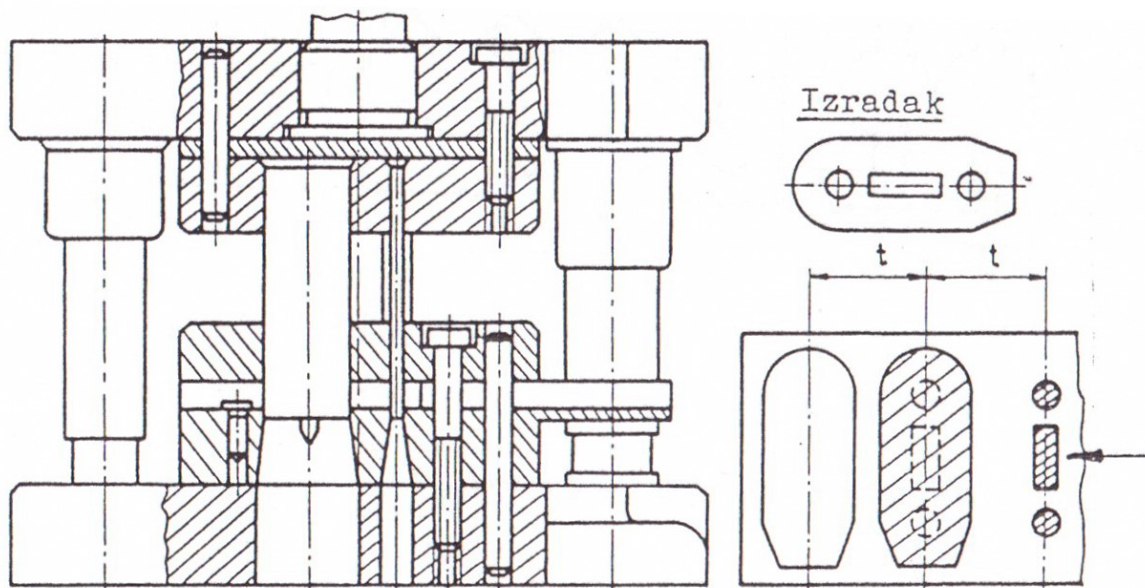
5.6. Примери конструкције алата за пробијање и просецање

Алати за пробијање и просецање могу бити прости и комбиновани. Прости алати служе само за извођење само једне операције (просецање или пробијање), а комбинованим алатима се изводе обе операције у једном алату. При томе распоред операција може бити паралелан и редни. Код паралелног распореда операција, операције се изводе у једном ходу, а код редног распореда радни органи су померени за величину корака траке, тако да се у једној позицији изводи пробијање а у другој просецање, а у наставку процеса у сваком ходу алата формира се један део.



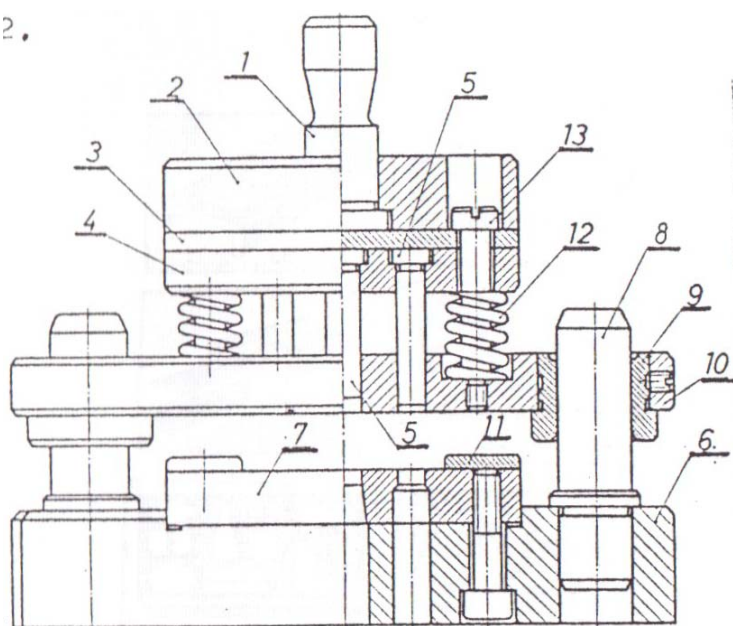
1. притискивач
2. вођица траке
3. плоча за просецање
4. рукавац (чеп)
5. држач рукавца
6. водећа плоча
7. радни сто пресе
8. држач просекача
9. вијак за осигурање
10. шапа за стецање алата
11. вијак са Т-главом
12. степенаста подлога
13. просекач
14. основна плоча
15. међуплоча
16. вијци за везу
17. чивије
18. граничник

Сл.5.27. Причвршћивање алата за просецање на радни сто пресе



Алат за узастопне операције (пробијање и просецање)

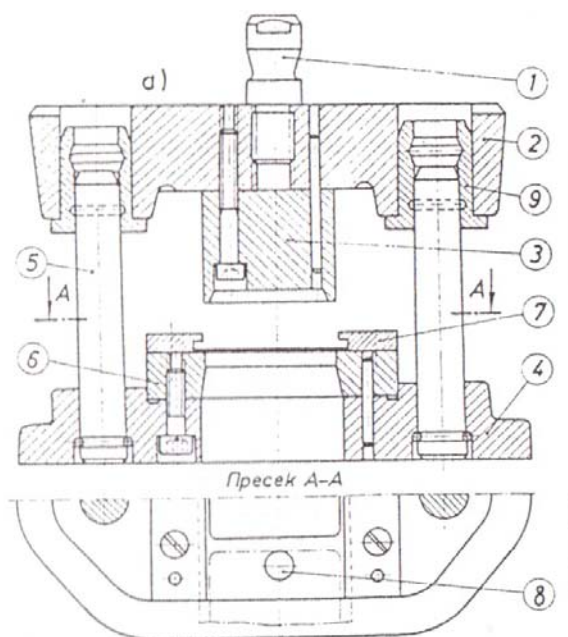
2.



1. рукавац
2. држач рукавца
3. међуплоча
4. држач просекача
5. просекачи
6. основна плоча
7. плоча за просецање
8. стубови за вођење
9. чауре
10. водећа притисна плоча
11. вођица траке
12. опруге
13. вијци за вођење

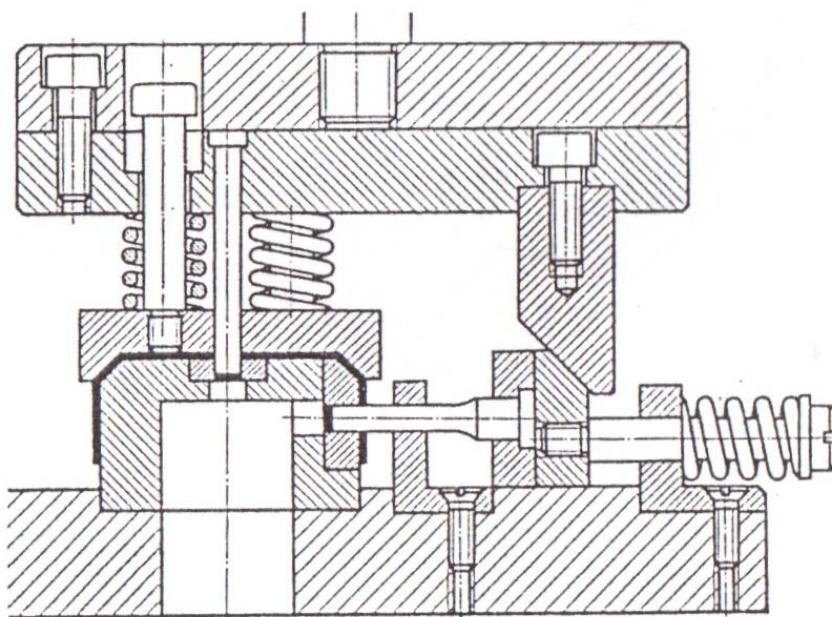
Алат за просецање са стубним вођењем

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ



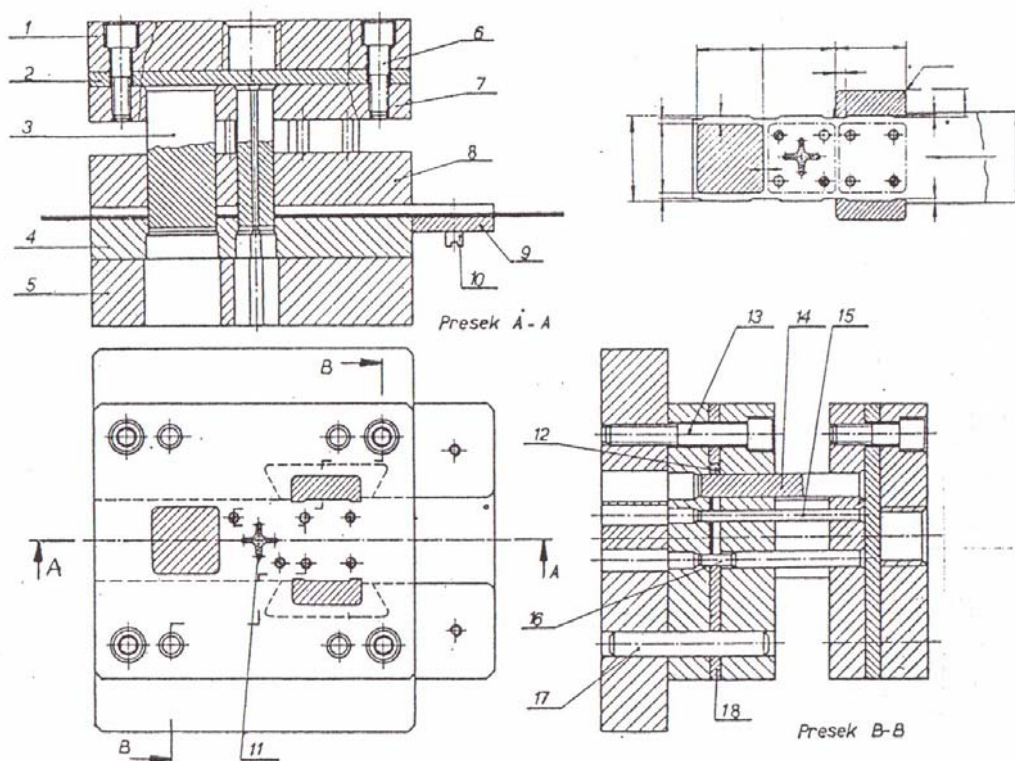
1. рукавац
2. горњи део кућишта
3. просекач
4. доњи део кућишта
5. стубови за вођење
6. плоча за просецање
7. летва за вођење траке лима
8. граничник
9. чаура за вођење

Алат за просецање са стубним вођењем



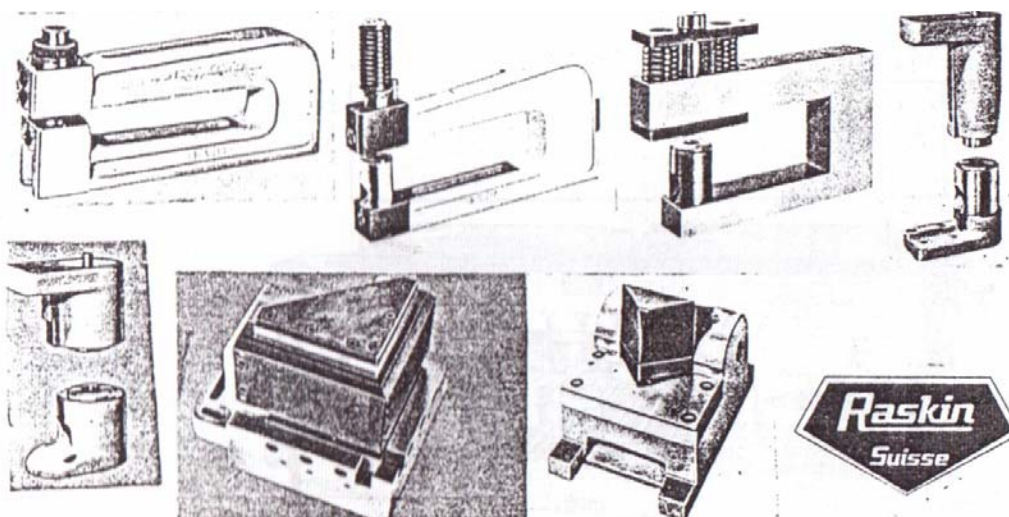
Алат за истовремено пробијање отвора у хоризонталној и вертикалној равни

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ



Алат за пробијање и просецање

У металопрађивачкој индустрији, за једовремено пробијање, засецање, усецање, за израду прореза у лиму користе, користе се тзв. "јармови" сл.5.28.

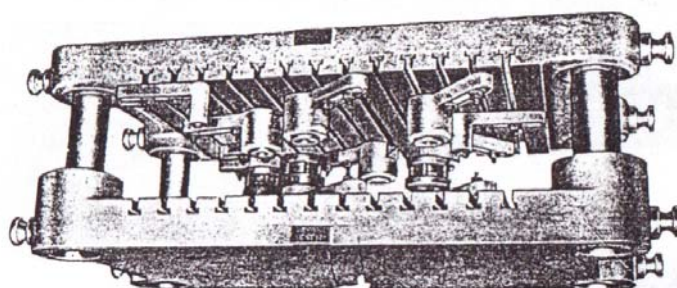


Сл.5.28. Врсте јармова швајцарске фирме RASKIN (Lausanne)

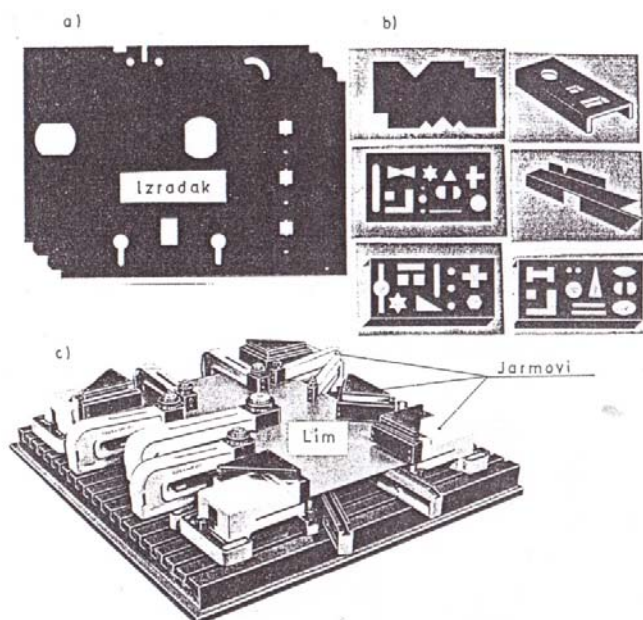
ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Тип јарма	A	B	C	D	E	F	G	H
35 JL	41.5	35	200	315	70	63	121	----
50 JL	49	45	300	415	90	73	95	21

Конструктивне димензије јармова фирме "RASKIN"



Уградња јармова у универзалном кућишту са четири вођице, MOL S 164



Примена јармова: плоча која се добија у једном ходу алата, облици пробијача уграђених у јарам и постављање јармова за просецање

6. ПРИМЕР ПРОЈЕКТОВАНОГ АЛАТА ЗА ПРОСЕЦАЊЕ И ПРОБИЈЊЕ ЗА ЗАДАТИ РАДНИ КОМАД

За израдак према слици од Ш.0445 прорачунати и конструисати алат за пробијање и просецање. Димензије табле лима су 2.5 x1000x2000 mm.

$$\tau_m = 30 \text{ daN/mm}^2 : \sigma_m = 40 \text{ daN/mm}^2$$

Тврдо ваљани челик

Квалитет израде IT8

Зазор према подацима фирме SCHULER.

Садржај пројектног задатка:

- ❖ Цртеж радног комада
- ❖ Положај радног комада на траци
- ❖ Одређивање центра дејства притиска алата, аналитички и графички
- ❖ Прорачун димензија пробијача, просекача, корачног ножа и резне плоче
- ❖ Радионички цртежи елемената,
- ❖ Склопни цртеж алата са саставницом

Ефективна површина израдка:

$$A_o = 65 \cdot 20 + 15^2 \cdot \pi = 2006.5 \text{ mm}^2$$

Висина плоче Н за пробијање и просецање,

$$H = (10 + 5 s + 0.7 \sqrt{a + b}) C = (10 + 5 \cdot 2.5 + 0.7 \sqrt{50 + 65}) \cdot 1 = 30 \text{ mm}$$

ЗАВРШНИ РАД АЛАТИ ЗА ПРОБИЈАЊЕ И ПРОСЕЦАЊЕ

Прорачун силе пробијања и просецања

Сила пробијања и просецања $F_u = k K s \tau_m 10^{-1}$

k - фактор који узима у обзир повећање силе пробијања и просецања услед затупљења алата $k = 1,1 - 1,3$

K (мм) - контура која се пробија (просеца)

s (мм) - дебљина лима

K_p - контура пробојца $K_p = 10\pi = 31,4$ мм

K_{kp} - контура корачног ножа $K_{kp} = t + c = 53 + 2,5 = 55,5$ mm

K_{pr} - контура која се просеца $K_{pr} = 20 \cdot 2 + 2 \cdot 35 + 30 \pi = 204,2$ mm

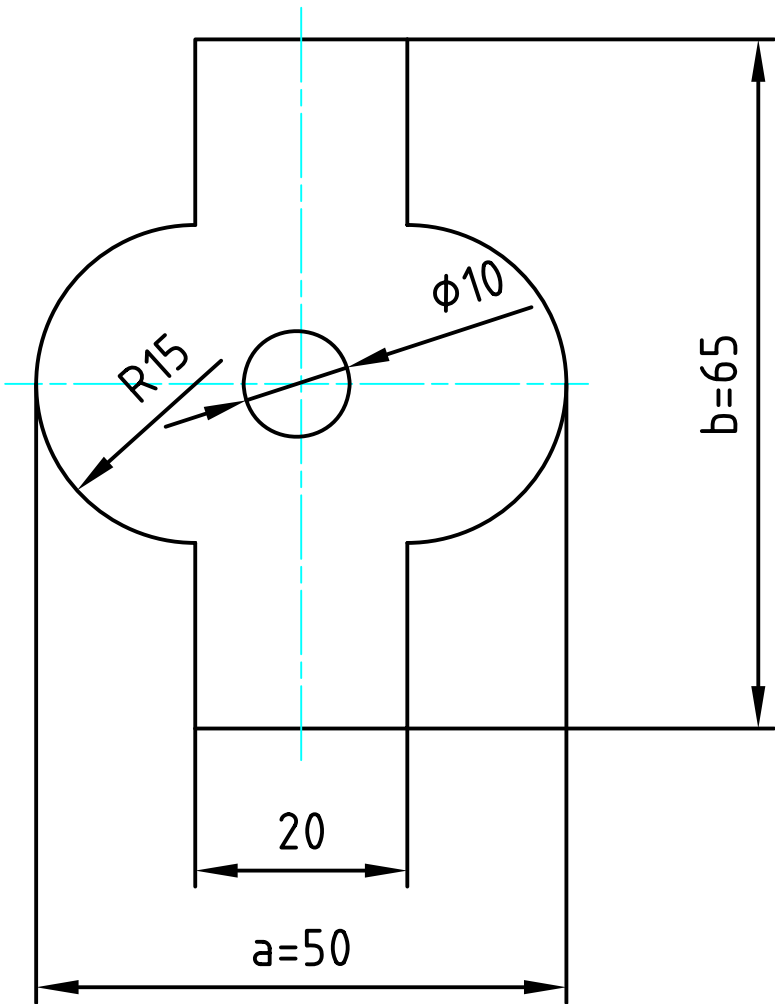
$K = K_p + K_{kp} + K_{pr} = 31,4 + 55,5 + 204,2 = 291,1$ mm

Укупна сила потребна за пробијање, просецање и корачни нож:

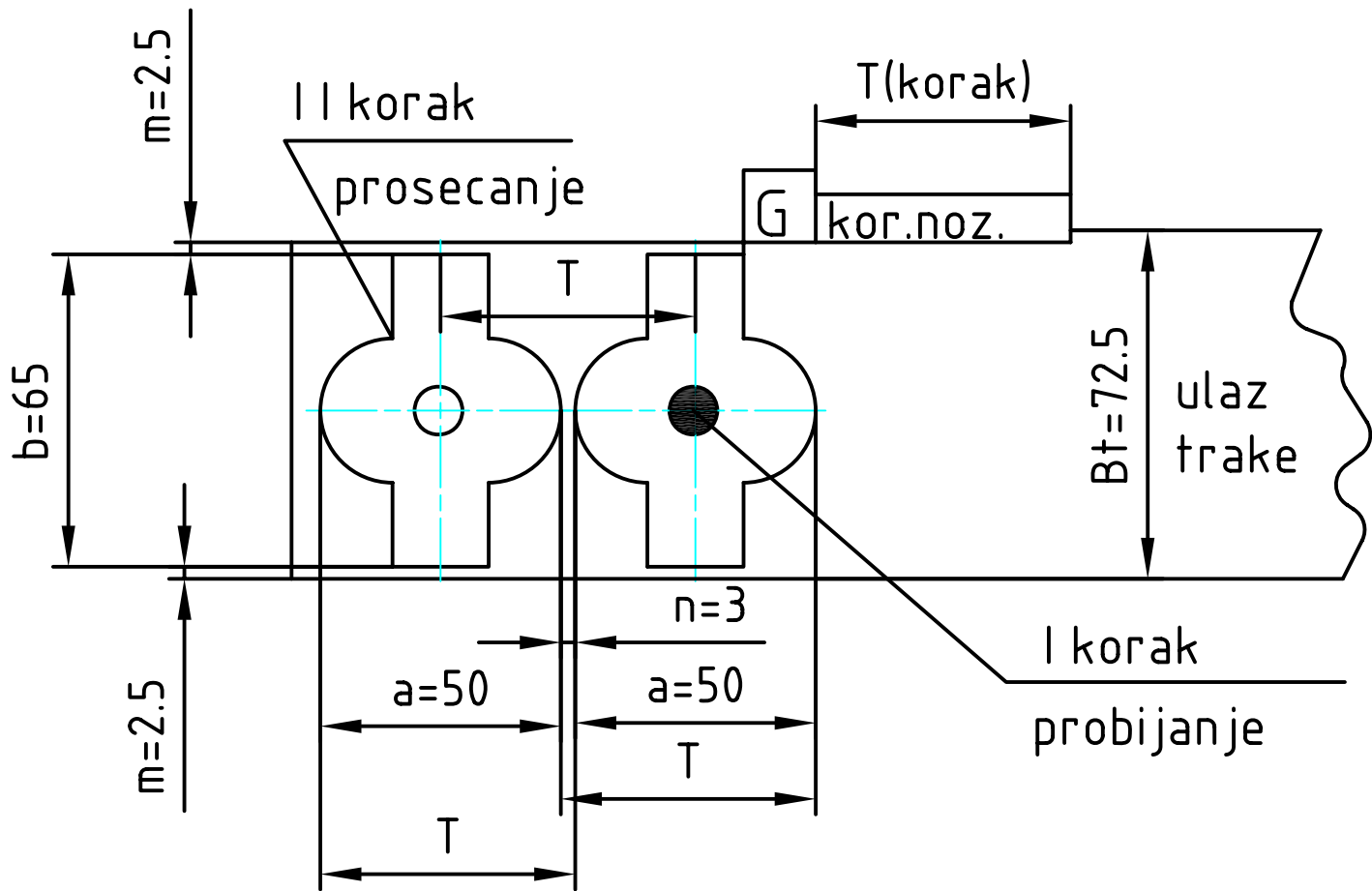
$F_u = 1,3 \cdot 291,1 \cdot 2,5 \cdot 30 \cdot 10^{-1} = 2838,225$ (N)

На основу добијеног резултата бирамо одређену пресу за просецање.

RADNI KOMAD (izradak)



Položaj radnog komada na traci



ZAVRŠNI RAD ALATI ZA PROBIJANJE I PROSECANJE

Određivanje centra dejstva pritiska alata

Analitički način

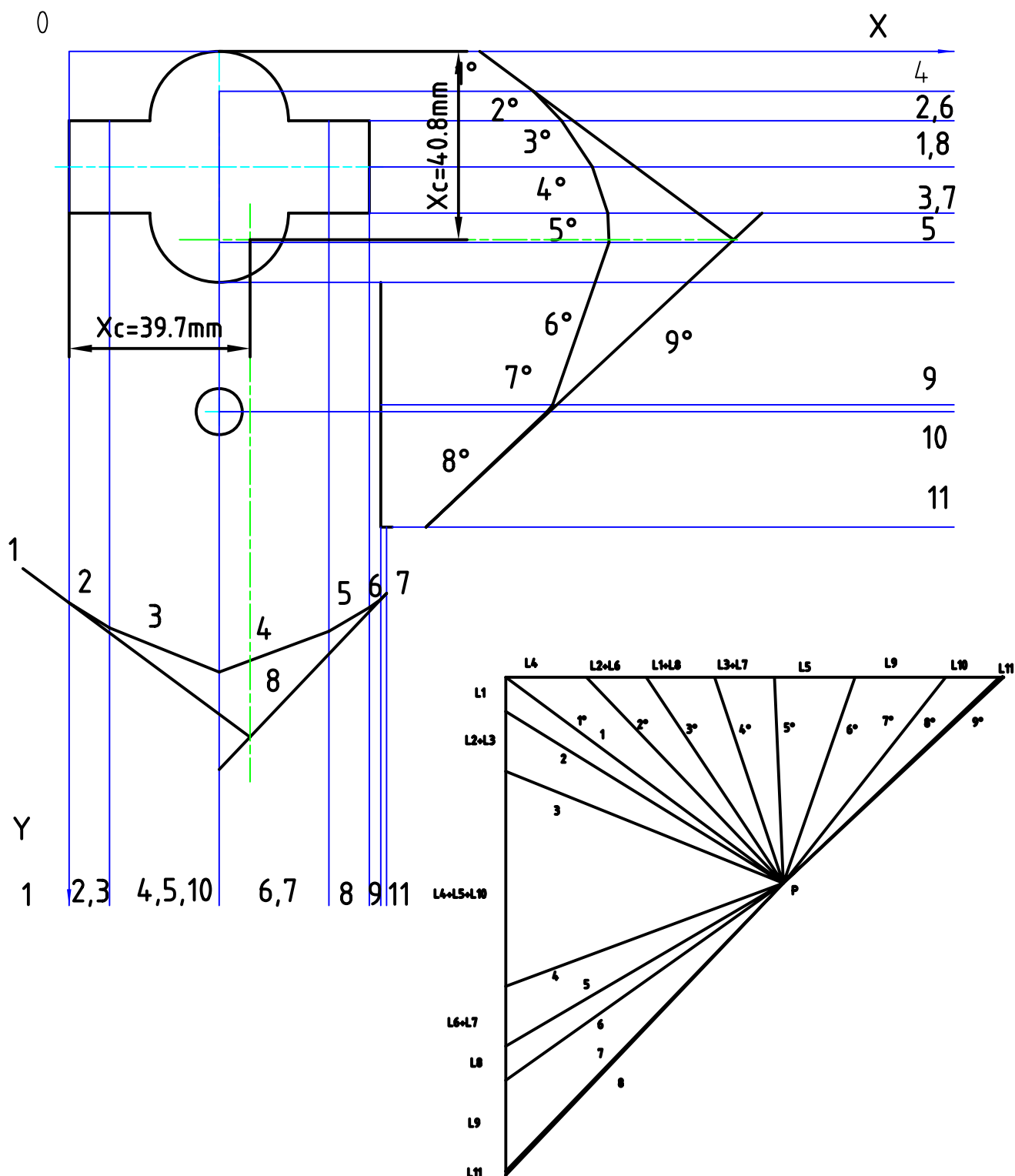
RED. BR.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Σ
Xi	0	8.75	8.75	32.5	32.5	56.25	56.25	65	70	32.5	71.25	
Yi	25	15	35	8.63	41.37	15	35	25	76.5	31.4	103	
Li	20	17.5	17.5	4.71	47.1	17.5	17.5	20	53	1020.5	2.5	291.1
Xi Li	0	153.125	153.125	1530.75	1530.75	384.37	984.37	1300	3710	2449.2	178.12	11545.12
Yi Li	500	262.5	612.5	406.47	1948.32	262.5	612.5	500	4054.5	2449.2	257.5	11866.2

$$X_c = \frac{\sum X_i Li}{\sum Li} = \frac{11545.12}{291.1} = 39.7 \text{ mm}$$

$$Y_c = \frac{\sum Y_i Li}{\sum Li} = \frac{11866.2}{291.1} = 40.8 \text{ mm}$$

ZAVRŠNI RAD ALATI ZA PROBIJANJE I PROSECANJE

Grafički način



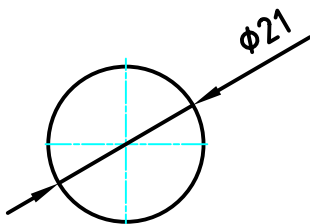
ZAVRŠNI RAD ALATI ZA PROBIJANJE I PROSECANJE

Proračun tolerancija prema firmi SCHULER

probijanje otvora	Dim. kom. (d)	Toleran izrade komIT8	dimenzije probojca $dp=(d+\Delta)$	dimenzija otvora na ploči za probijanje i prosecanje $dpp=(d+\Delta+z)$
	10	22	$dp=(10+0.022)=10.02$	$dpp=(10+0.022+0.18)=10.202$
prosecanje spoljne konture	Dim. (L)	Toler. zr.kom $\Delta_{\mu m}$	Dimenzija prosekača $Lp=(L-\Delta-z)$	Dimenzija ploče za prosecanje $Lpp=(L-\Delta)$
	65	46	$Lp=(65-0.046-0.18)=64.774$	$Lpp=(65-0.046)=64.954$
	20	46	$Lp=(20-0.033-0.18)=19.787$	$Lpp=(20-0.033)=19.967$
	R15	46	$Rp=(15-0.027)=14.973$	$Rpp=(15-0.027)=14.973$
	53	46	$Lp=(53-0.046-0.18)=52.774$	$Lp=(53-0.046-0.18)=52.774$

Poz.	Ozn.dela	Naziv - oblik i veličina	Standard Oznaka crteža	Materijal-primedba	Kom	Napom.
1		Držać rukavca 178 x 178 x 27		Č.1330	1	
2		Međuploča 178 x 178 x 8		Č.1730 HRc = 45	1	
3		Držać prosekača 178 x 178 x 25		Č.1330	1	
4		Vijak M12x45	JUS.MB1.120	Č.0645	4	
5		Vodeća ploča 178 x 178 x 25		Č.1330	1	
6		Rezna ploča 178 x 178 x 30		Č.4150 HRc = 60-62	1	
7		Osnovna ploča 232 x 232 x37		Č.0545	1	
8		Vijak M12 x 85	JUS.MB1.120	Č.0645	4	
9		Prosekač 65 x 50 x 92		Č.4150HRc = 60-62	1	
10		Rukavac	JUS.KH2.100	Č.1430	1	
11		Koračni nož 53 x 10 x 92		Č.4150. HRc=60-62	1	
12		Probijač Ø 21 x 92		Č.4150. HRc=60-62	1	
13		Vođica trake 205 x 61 x 5		Č.1220	1	
14		Uvodnik trake 178 x 25 x 6		Č.0545	1	
15		Čivija Ø 12 x 85	JUS.MC2.203	Č.0645	4	
16		Vođica trake 205 x 47 x 5		Č.1220	1	
17		Vijak M 10 x 14	JUS.MB1.120	Č.0645	2	
18		Graničnik 15 x 15 x 5		Č.1330	1	
19		Čivija Ø 10 x 55	JUS.MC2.203	Č.0645	4	

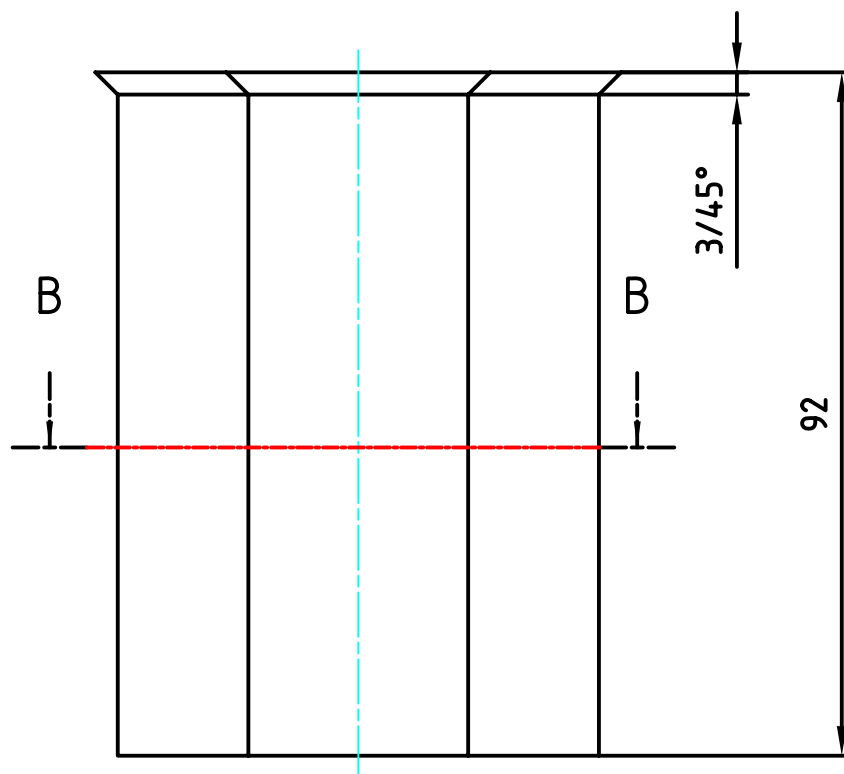
Tolerancija slobodnih mera		Povrsinska hrapavost		Povrsinska zaštita																	
Materijal				Termicka obrada																	
				Masa	Razmera																
<table> <tr><td>Datum</td><td></td></tr> <tr><td>Obradio</td><td>VICA MARJANOVIĆ</td></tr> <tr><td></td><td>735/2011</td></tr> <tr><td>Stand.</td><td></td></tr> <tr><td>Odobrio</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">FAKULTET</td></tr> <tr><td colspan="2">INŽINJERSKIH NAUKA</td></tr> <tr><td colspan="2">KRAGUJEVAC</td></tr> </table>				Datum		Obradio	VICA MARJANOVIĆ		735/2011	Stand.		Odobrio		FAKULTET		INŽINJERSKIH NAUKA		KRAGUJEVAC		Naziv: ALAT ZA PROBIJANJE I PROSECANJE Oznaka: ZAVRŠNI RAD	
Datum																					
Obradio	VICA MARJANOVIĆ																				
	735/2011																				
Stand.																					
Odobrio																					
FAKULTET																					
INŽINJERSKIH NAUKA																					
KRAGUJEVAC																					
St. i.	Izmena	Datum	Ime	Izv. pod.	Zamena za:																
				List: 5 L																	



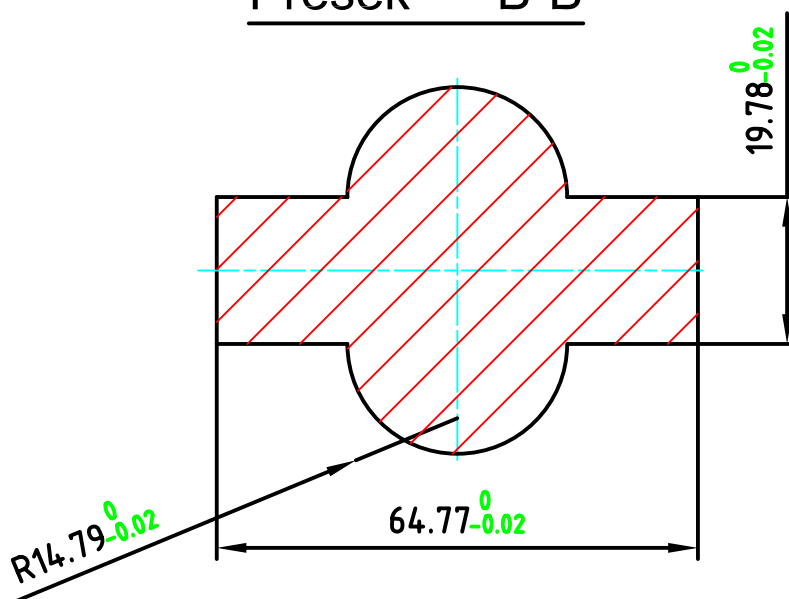
A diagram showing a circular cross-section of a pipe. A diagonal line passes through the center of the circle. The line is labeled with the text "Ø10.02⁰_{-0.2}". The circle is divided into four quadrants by the diagonal line. The top-left and bottom-right quadrants are shaded with red diagonal lines. The top-right and bottom-left quadrants are shaded with blue diagonal lines.

Rubove 3/45 formirati iskivanjem u sklopu sa drzacem prosekaca poz.3

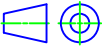
Tolerancija slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita							
Materijal								Termicka obrada							
										Masa		Razmera 1:1			
				Datum				Naziv: PROBIJAČ							
				Obradio	IVICA MARJANOVIĆ										
					735/2011										
				Stand.											
				Odobrio											
				FAKULTET				Oznaka: ZAVRŠNI RAD							
				INŽINJERSKIH NAUKA											
				KRAGUJEVAC											
St. i.	Izmena	Datum	Ime					Izv. pod.			Zamena za:				



Presek B-B

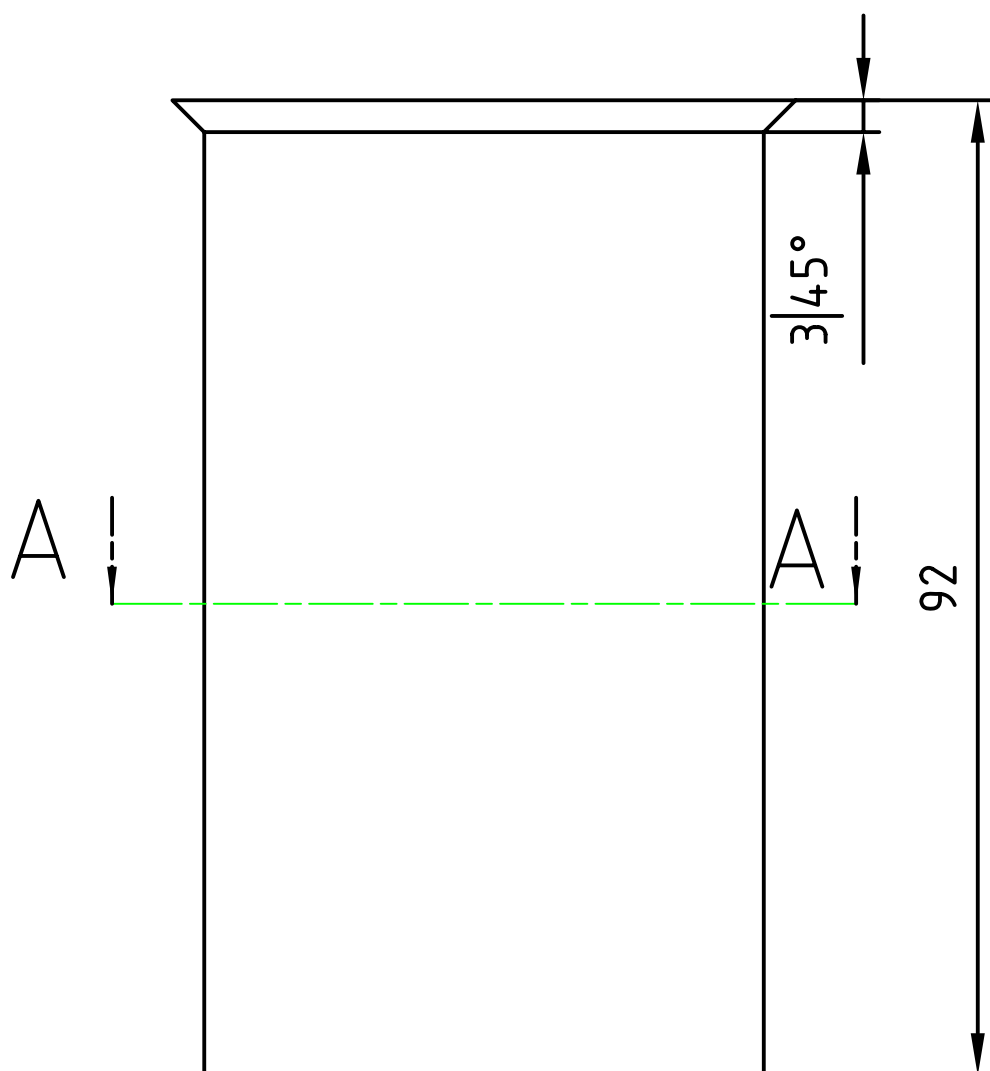


- Termički obraditi na 60-62 HRC
- Rub 3/45 formira se iskivanjem u sklopu sa držačem prosekača (poz.3)

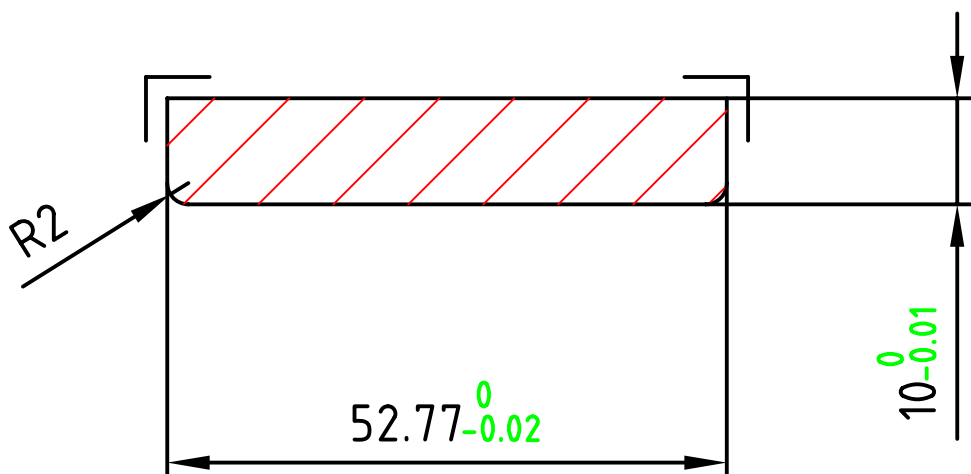
Tolerancija slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zaštita					
Materijal				Č.4150				Termicka obrada					
										Masa		Razmera 1:1	
				Datum				Naziv: PROSEKAČ					
				Obradio	IVICA MARJANOVIĆ								
					735/2011								
				Stand.									
				Odobrio				Oznaka: ZAVRŠNI RAD					
				FAKULTET									
				INŽINJERSKIH NAUKA									
				KRAGUJEVAC									
St. i.	Izmena	Datum	Ime				Izv. pod.		Zamena za:		List: 7		
												L	

List: 7

L

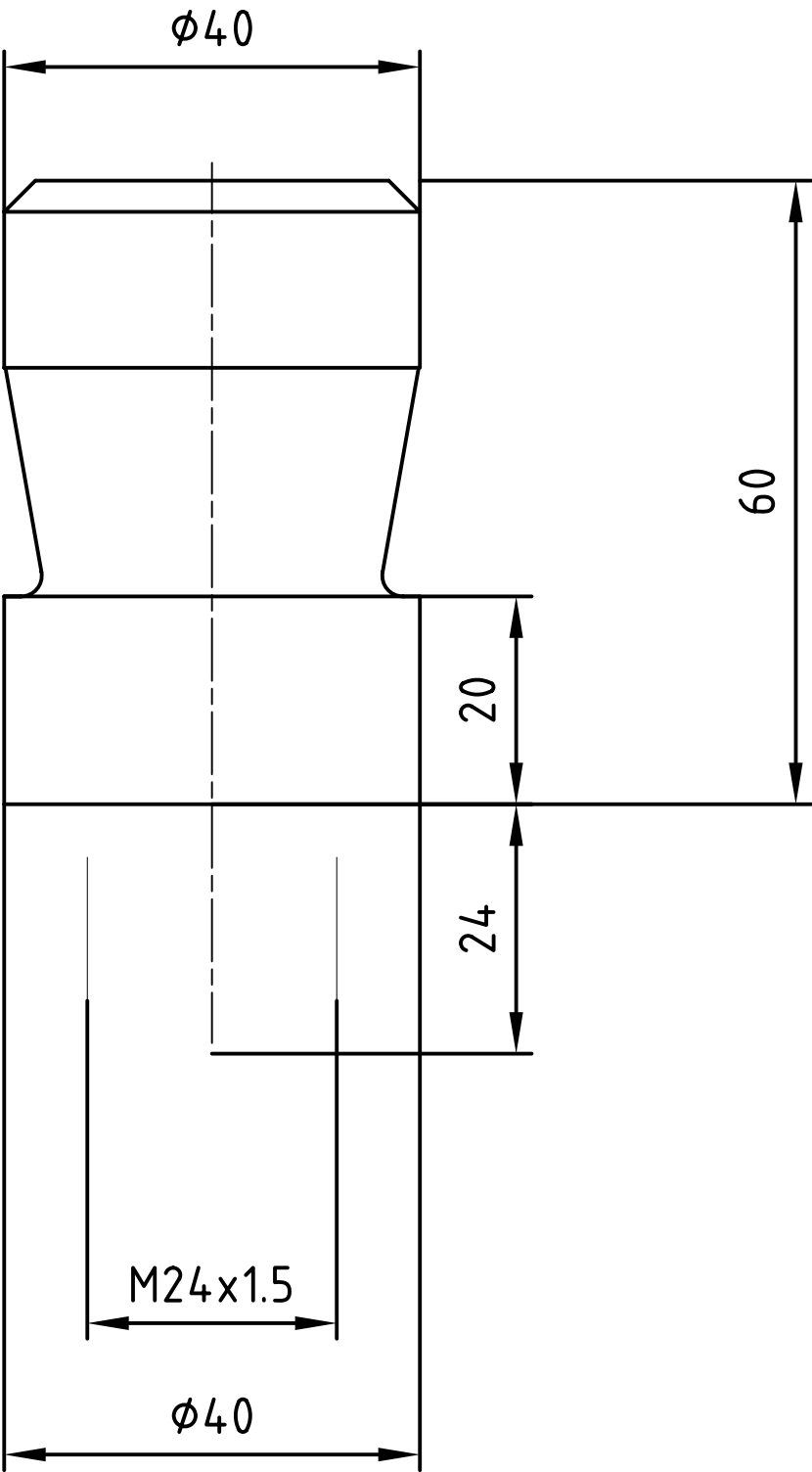


PRESEK A-A

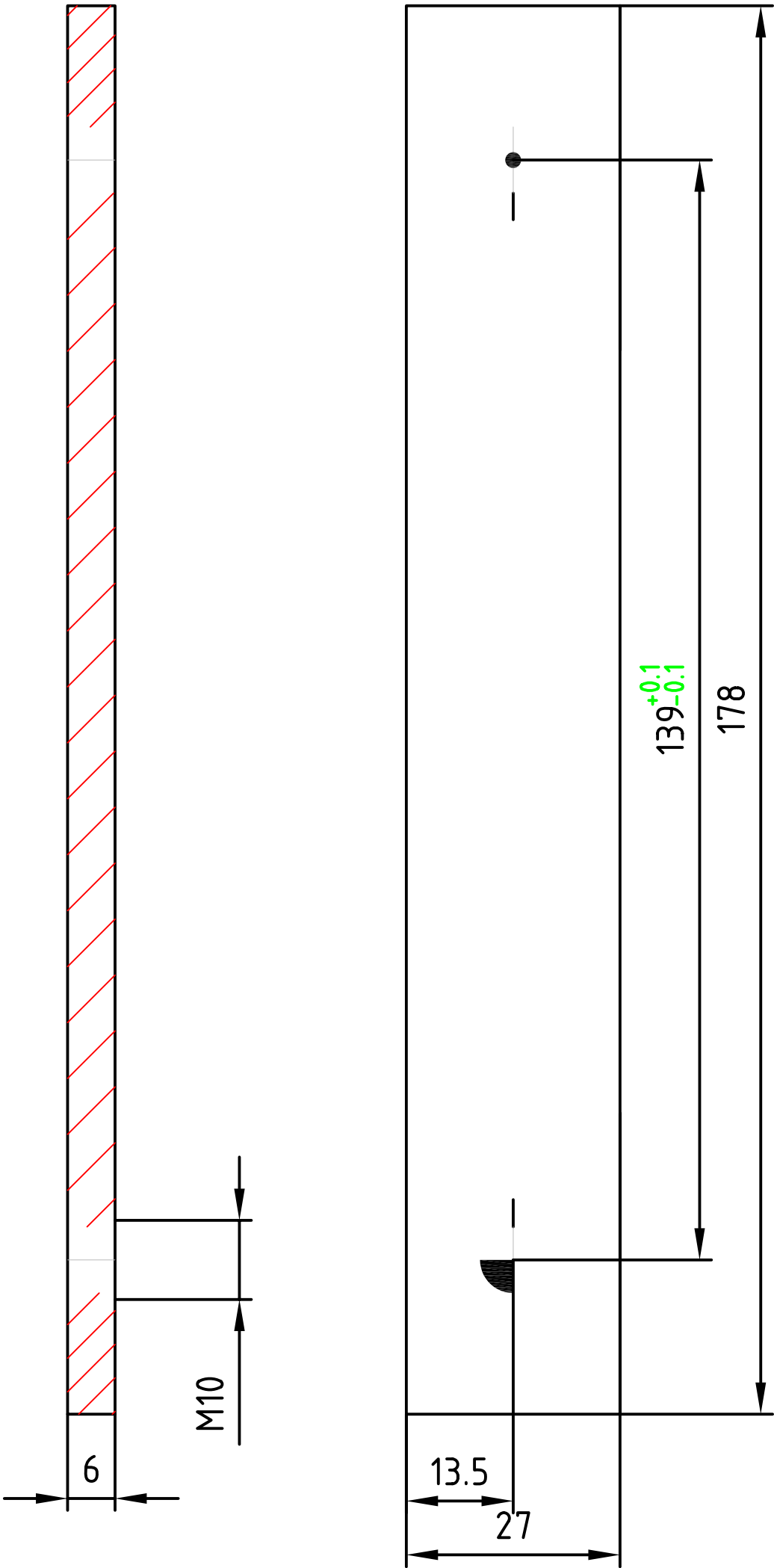


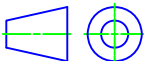
Napomena:
Termicki obraditi na 60-62 HRC
Rubove 3/45 formirati iskivanjem u sklopu sa drzacem prosekaca poz.3

Tolerancija slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita																
Materijal								Č.4150								Termicka obrada								
																Masa		Razmera 1:1						
					Datum		Naziv: KORAČNI NOŽ																	
					Obradio														IVICA MARJANOVIĆ					
																			735/2011					
					Stand.																			
					Odobrio																			
					FAKULTET INŽINJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC						Oznaka: ZAVRŠNI RAD						List: 8							
St. i.		Izmena		Datum		Ime								Izv. pod.		Zamena za:								

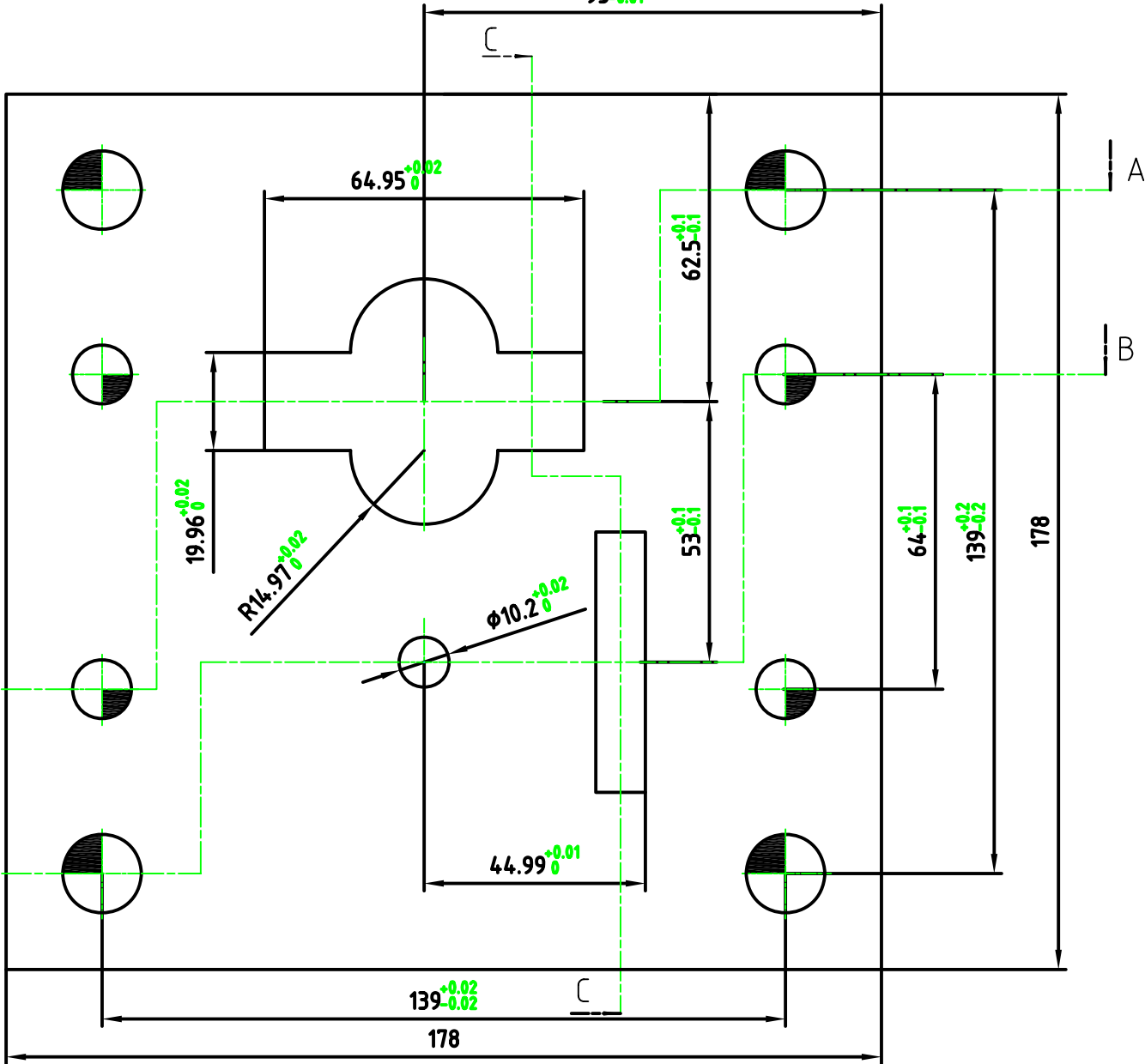
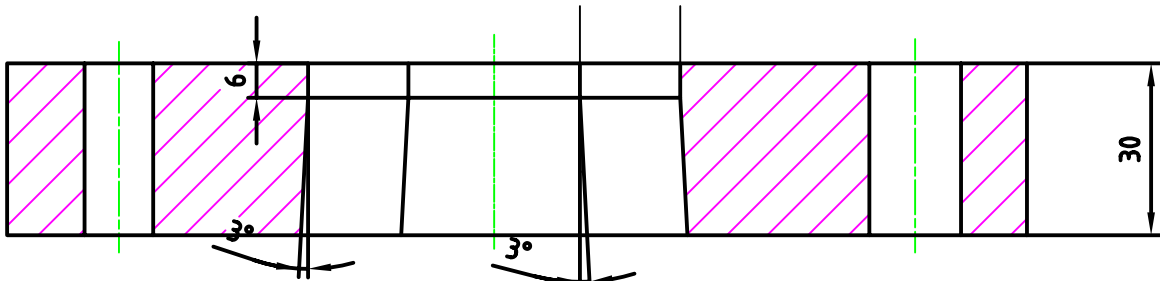


Tolerancija slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita							
Materijal								Termicka obrada							
										Masa		Razmera 1:1			
					Datum			Naziv: CILINDRIČNI RUKAVAC JUS.KH2.100							
					Obradio	IVICA MARJANOVIĆ									
						735/2011									
					Stand.										
					Odobrio			Oznaka: ZAVRŠNI RAD							
					FAKULTET INŽINJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC										
St. i.	Izmena		Datum	Ime					Izv. pod.		Zamena za:				

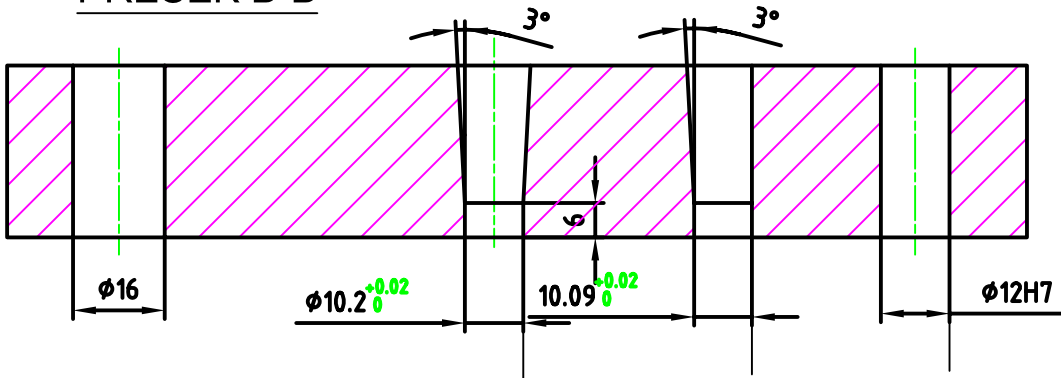


Tolerancija slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita					
Materijal				Č.0545				Termicka obrada					
										Masa		Razmera 1:1	
				Datum				Naziv: UVODNIK TRAKE					
				Obradio	IVICA MARJANOVIĆ								
					735/2011								
				Stand.									
				Odobrio									
				FAKULTET INZINJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC				Oznaka: ZAVRŠNI RAD			List: 10		
											L		
St. i.	Izmena		Datum	Ime					Izv. pod.		Zamena za:		

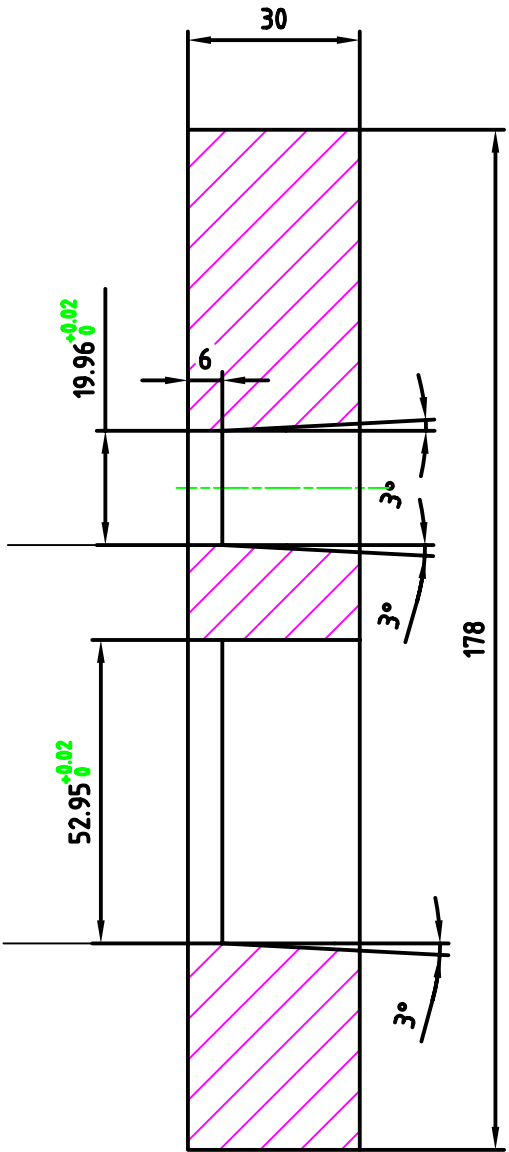
PRESEK A-A



PRESEK B-B

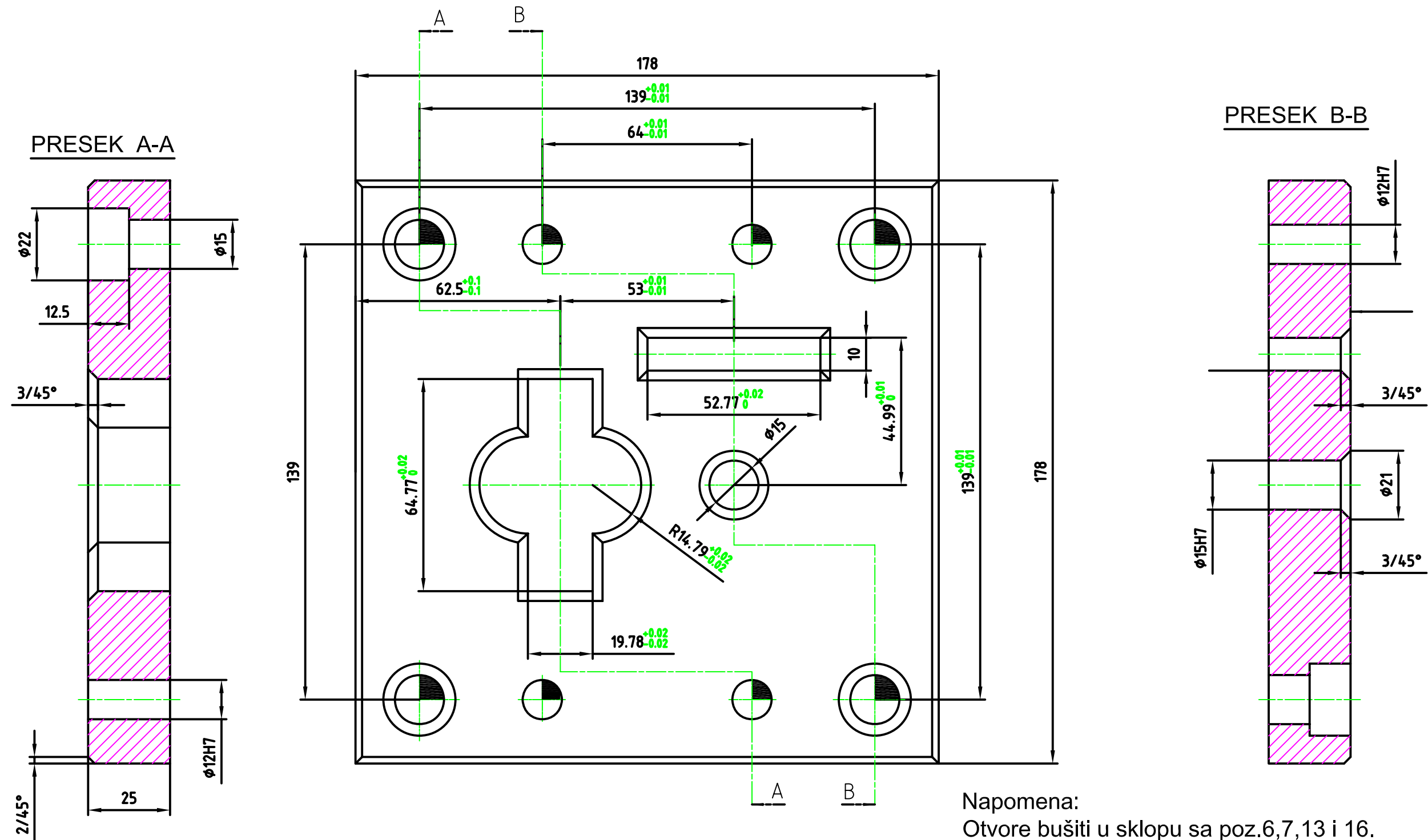


PRESEK C-C



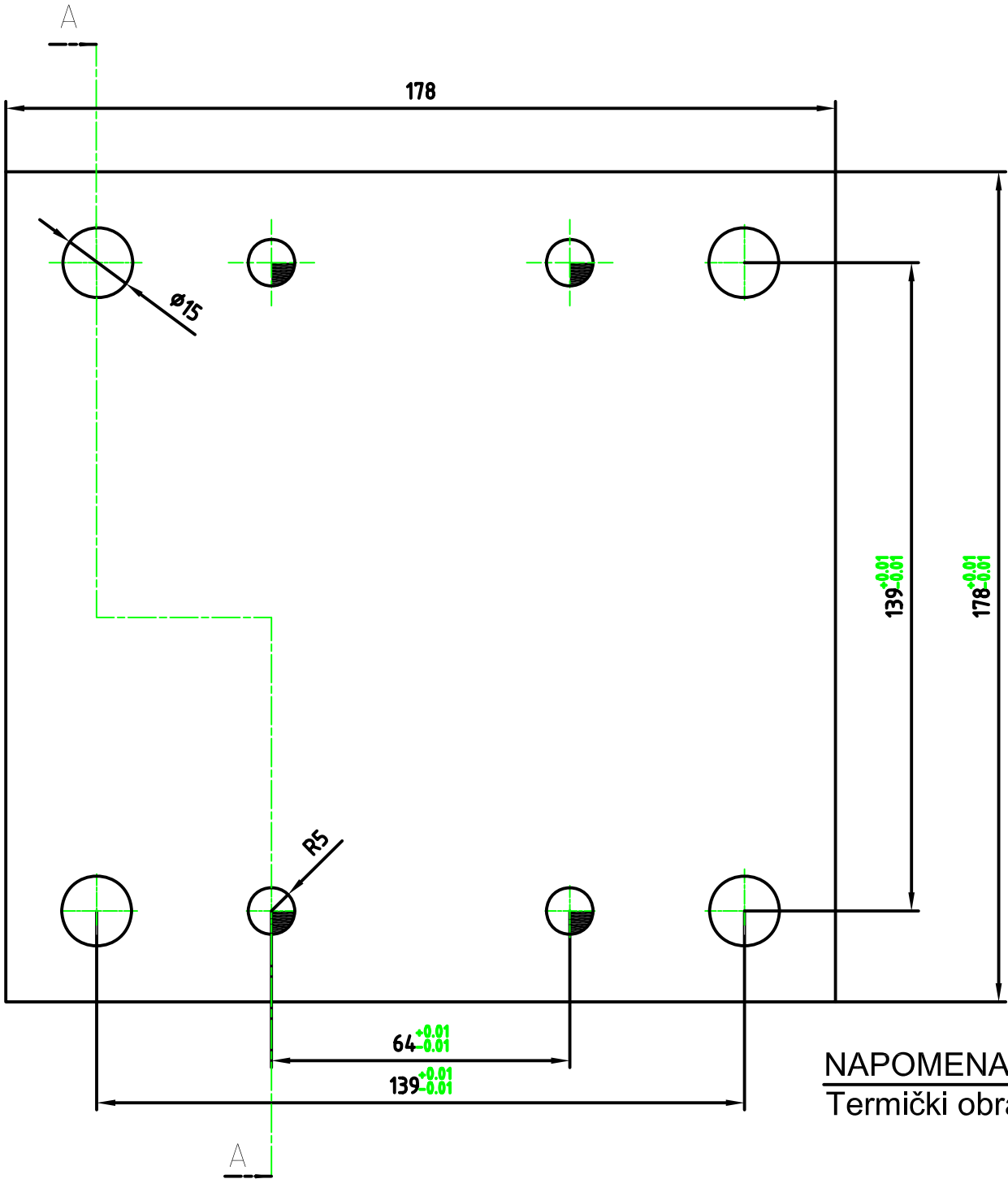
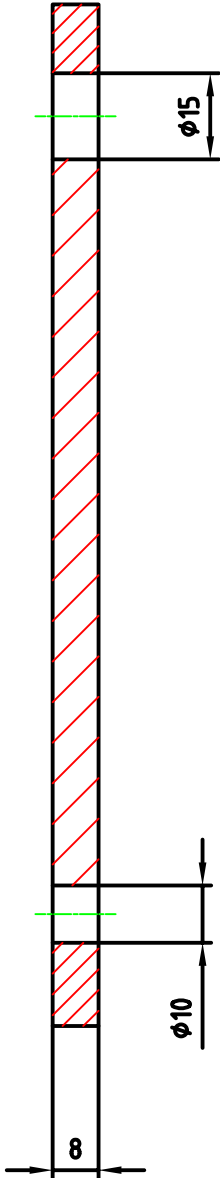
Napomena:
Otvore bušiti u sklopu sa poz. 5,7,13 i16
Kaliti na HRC=60-62

Tolerancija slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita									
Materijal								Č.4150				Termicka obrada					
														Masa		Razmera 1:1	
					Datum		Naziv: Rezna ploča										
					Obradio								IVICA MARJANOVIĆ				
					735/2011												
					Stand.												
					Odobrio												
					FAKULTET INŽINJERSKIH NAUKA Kragujevac						Oznaka:				List: 11		
											ZAVRŠNI RAD				L		
St. i.		Izmjena		Datum		Ime		Izv. pod.				Zamena za:					



Tolerancija slobodnih mera				Povrsinska hrapavost		Povrsinska zaštita	
Materijal				Č.1330		Termicka obrada	
						Masa	Razmera 1:1
						Naziv:	
						Vodeća ploča	
						Oznaka:	
						ZAVRŠNI RAD	
						List: 12	
						L	
						Izv. pod.	
						Zamena za:	

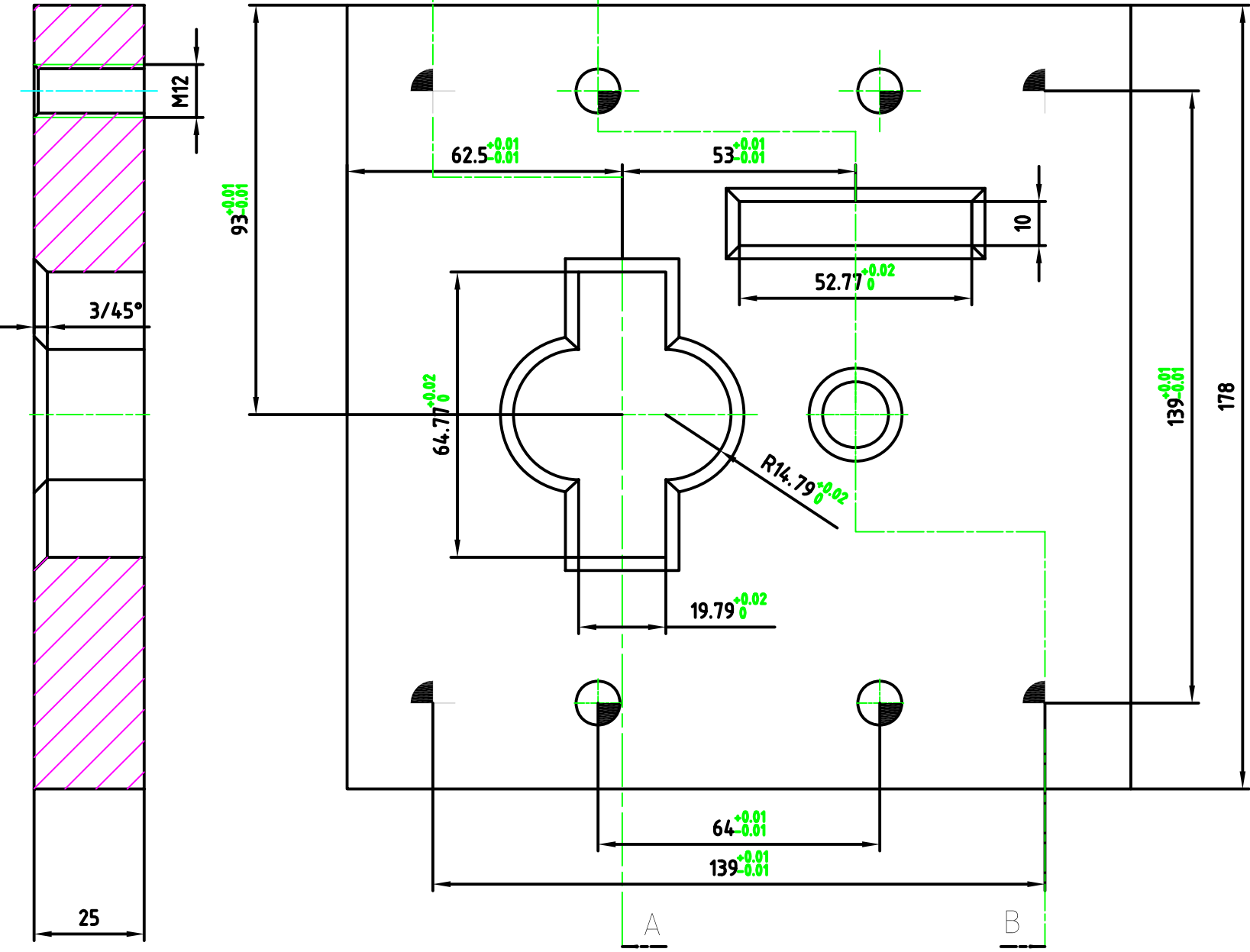
PRESEK A-A



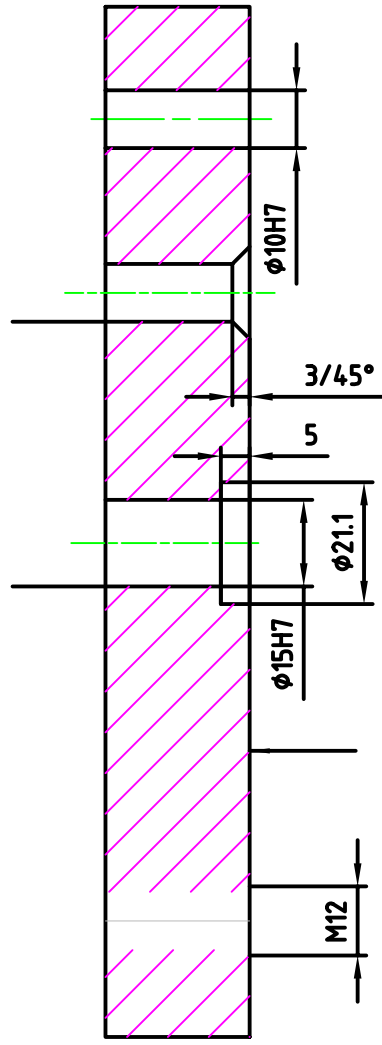
NAPOMENA:
Termički obraditi na 60-62 HRC

Tolerancija slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita													
Materijal								Č.1330								Termicka obrada					
																		Masa		Razmera 1:1	
					Datum				Naziv: MEĐUPLOČA												
					Obradio	IVICA MARJANOVIĆ															
						735/2011															
					Stand.																
					Odobrio																
									Oznaka: ZAVRŠNI RAD								List: 13				
																	L				
St. i.	Izmena		Datum	Ime	FAKULTET			Izv. pod.								Zamena za:					
					INŽINJERSKIH NAUKA																
					KRAGUJEVAC																

PRESEK A-A



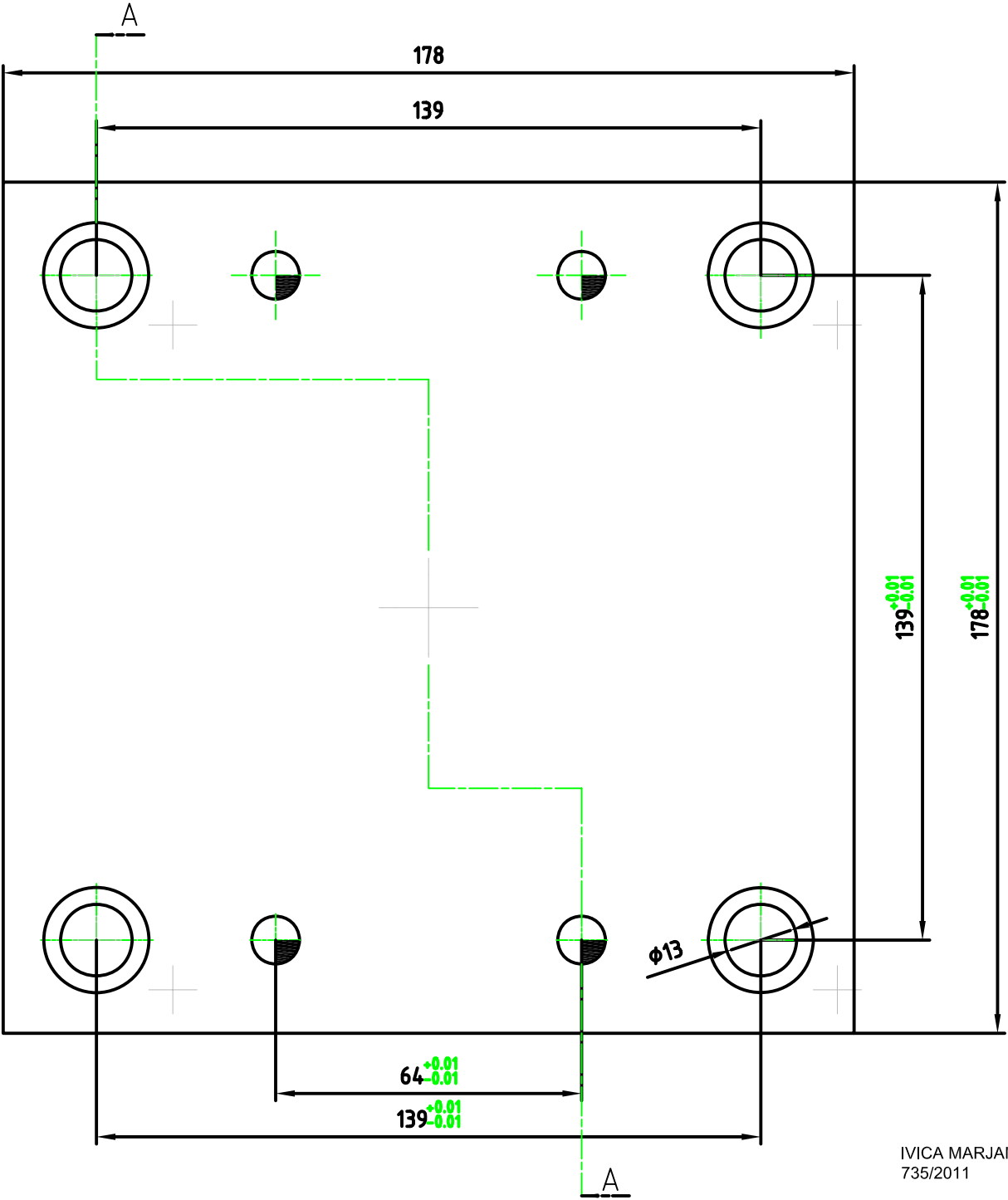
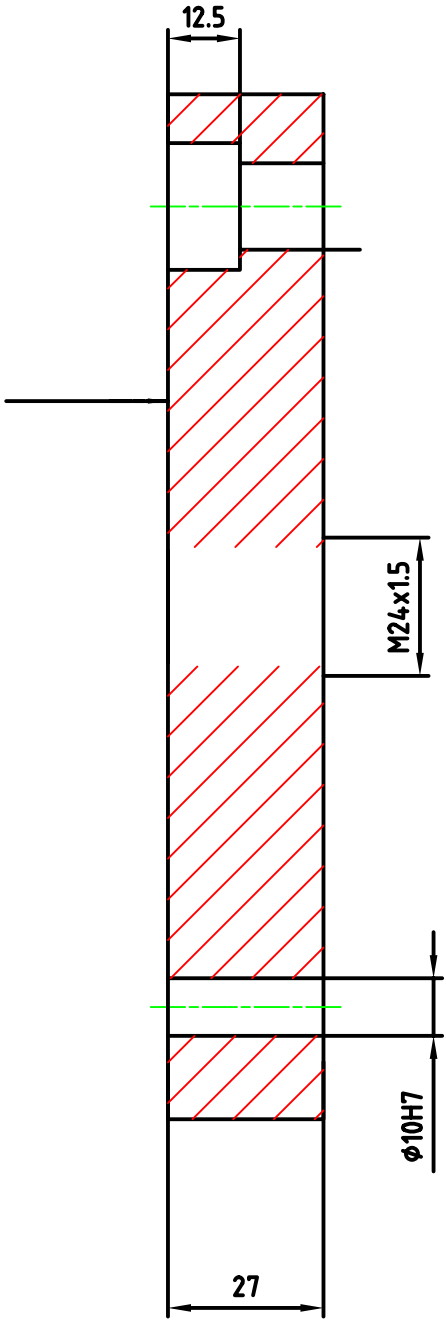
PRESEK B-B



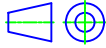
Napomena: Otvore bušiti u sklopu sa poz. 1 i 2

Tolerancija slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita																													
Materijal								Č.1330								Termicka obrada																					
																				Masa				Razmera 1:1													
												Datum								Naziv: DRŽAČ PROSEKAČA																	
												Obradio				IVICA MARJANOVIĆ																					
												Stand.				735/2011																					
												Odobrio																									
																				Oznaka:																List: 14	
																																				L	
St. i.				Izmena				Datum				Ime				FAKULTET INŽINJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC								Izv. pod.				Zamena za:									

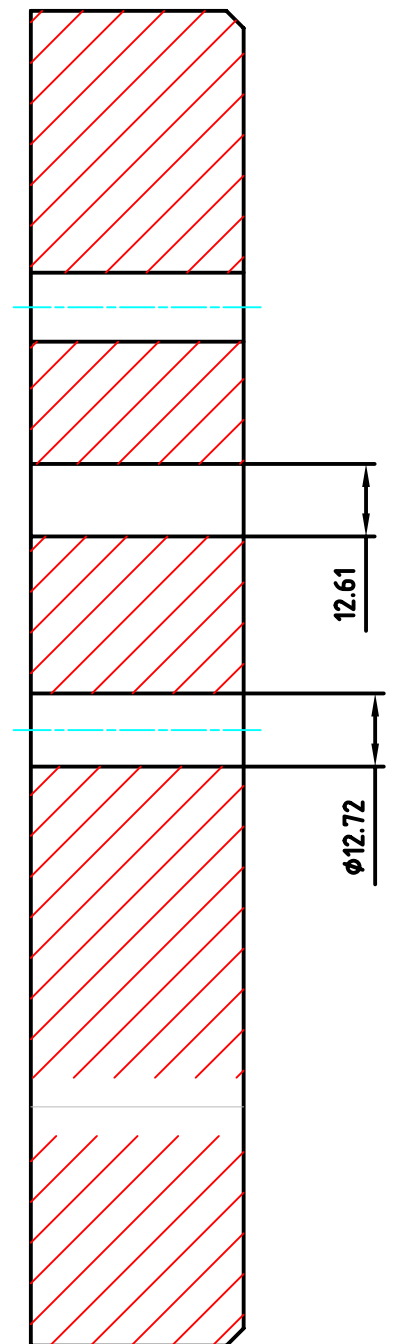
PRESEK A-A



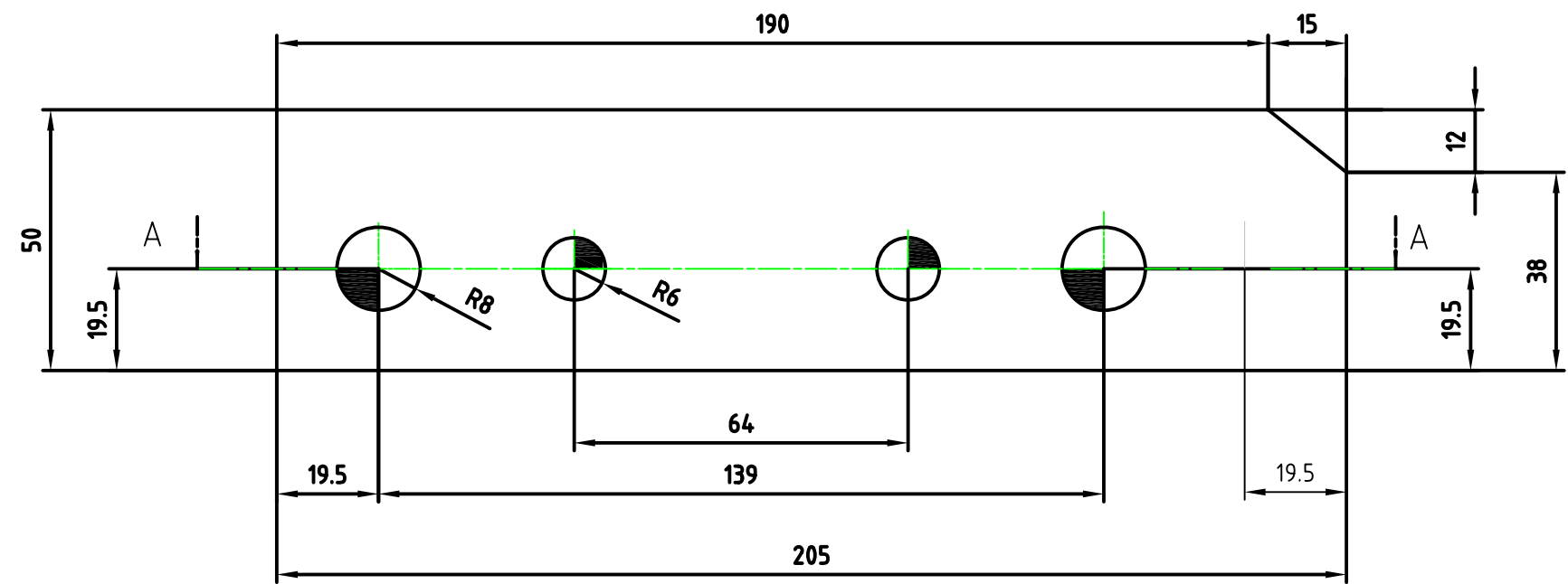
IVICA MARJANOVIĆ
735/2011

Tolerancija slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita																											
Materijal								Č.1330								Termicka obrada																			
																				Masa				Razmera 1:1											
												Datum								Naziv: DRŽAČ RUKAVCA															
												Obradio				IVICA MARJANOVIĆ																			
												735/2011																							
												Stand.																							
																Odobrio								Oznaka: ZAVRŠNI RAD											
																												List: 15							
																												L							
St. i.				Izmena				Datum				Ime				Kragujevac				Izv. pod.				Zamena za:											

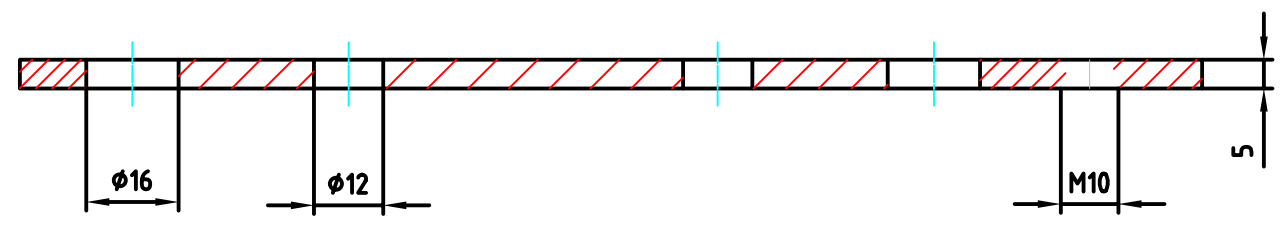
Technical drawing of a mechanical part, likely a shaft or rod, showing a cross-section with a 3/45 degree chamfer, a diameter of 37, and a hole of diameter 12H7. The drawing includes a section line and a dimension of 12.



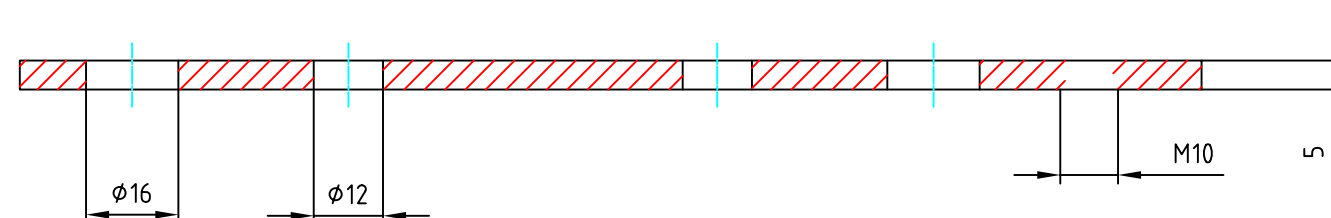
Tolerancija slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita							
Materijal								Termicka obrada							
												Masa		Razmera 1:1	
				Datum				Naziv: OSNOVNA PLOČA							
				Obradio	IVICA MARJANOVIĆ 735/2011										
				Stand.											
				Odobrio											
				FAKULTET INŽINJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC				Oznaka: ZAVRŠNI RAD						List: 16	
														L	
St. l.	Izmena	Datum	Ime					Izv. pod.				Zamena za:			



PRESEK A-A



Tolerancija slobodnih mera				Povrsinska hrapavost		Povrsinska zastita	
Materijal				Č.1220		Termicka obrada	
						Masa	Razmera 1:1
				Datum		Naziv: VODICA TRAKE 205x47x5	
				Obradio	IVICA MARJANOVIĆ		
				Stand.	735/2011		
				Odobrio			
				FAKULTET INŽINJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC		Oznaka: ZAVRŠNI RAD	
St. i.	Izmena	Datum	Ime				
						Izv. pod.	Zamena za:



Tolerancija slobodnih mera				Povrsinska hrapavost				Povrsinska zastita			
Materijal Č.1220								Termicka obrada			
								Masa		Razmera 1:1	
				Datum				Naziv: VOĐICA TRAKE 205x58x5			
				Obradio	IVICA MARJANOVIĆ						
					735/2011						
				Stand.							
				Odobrio							
				FAKULTET INŽINJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC				Oznaka: ZAVRŠNI RAD		List: 18	
St. i.	Izmena	Datum	Ime								



Tolerancija slobodnih mera				Povrsinska hrapavost			Povrsinska zastita			
Materijal							Termicka obrada			
									Masa	Razmera
				Datum			Naziv: ALAT ZA PROBIJANJE I PROSECANJE			
				Obradio	IVICA MARJANOVIĆ					
					735/2011					
				Stand.						
				Odobrio						
				FAKULTET INŽINJERSKIH NAUKA KRAGUJEVAC			Oznaka: ZAVRŠNI RAD			List: 19
St. i.	Izmena	Datum	Ime							L
							Izv. pod.		Zamena za:	

7.ЗАКЉУЧАК

Обрада лима пробијањем и просецањем спада у једну од најпрогресивнијих метода обраде лима поред, обраде лима извлачењем и савијањем, како у техничком тако и у економском смислу. Она омогућује да се простим ударом пресе добију делови сложеног облика и доста високе тачности. Цена коштања једне операције обраде на преси је у просеку за 8 до 10 пута нижа од одговарајуће операције обраде скидањем струготине. Због тога се настоји заменити обраду скидањем струготине где год јето могуће и економски оправдано

8. ЛИТЕРАТУРА

- (1) Србислав Алексадровић , Милентије Стефановић, ТЕХНОЛОГИЈА ПЛАСТИЧНОГ ОБЛИКОВАЊА МЕТАЛА , Машински факултет Крагујевац 2010
- (2) Др. Бинко Мусафија, ОБРАДА МЕТАЛА ПЛАСТИЧНОМ ДЕФОРМАЦИЈОМ
- (3) КОНСТРУКЦИЈА АЛАТА , Раднички универзитет "Ђуро Салај" Београд