

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Машине алатке

Број индекса: 731/2013

Наташа Стојић

Примена технологије сечења ласером за израду елемената подизног механизма кревета

ЗАВРШНИ РАД

Комисија за одбрану рада

1. Проф. Др Богдан Недић - Ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: ____ . ____ . 2014 год.

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- Прикаже принцип израде делова подизног механизма кревета маказа у малосеријској и великосеријској производњи, као и сечење ласерима у великосеријској и масовној производњи које се примењује при просецању на ексцентар пресама
- Делови на ласеру се израђују тако што се цртеж обрађује у софтверу који исписује низ функција који су записани у виду кода који машина разуме. Машина учитава код који софтвер проследи и разуме шта треба да ради.

Препоручена литература

1. Техничка документација фирме „МБМ“ Пожега
2. Основне конструкције алата и прибора Јовичић М.
3. Документација Универзитета Крагујевац

Резиме

У оквиру овог рада дата је технологија производње маказа и подизног механизма за кревет. Анализиран је практичан пример кауча М1 који се производи у предузећу „МБМ“ Пожега. Обрада се изводи на Ексцентар преси при сили удара од 150 тона. Описани су поступци појединачно за сваку позицију склопа, као и технологија израде производа у малосеријској и масовној производњи. На крају рада приказан је принцип монтаже.

Кључне речи: ласер и преса.

Summary

In this worksheet I will presents the tehnology of production of scissors and lifting mechanism for bed. I analyzed the practical example of the couch M1 which is produced in the company "MBM" Pozega. Processing is performed on eccentric presses with force attack od 150 t. The procedures are individually for each position of machine assembly and manufacturing tehnology products in small and mass production. At the end of the worksheet I have shown the whole principle of montage.

Keywords: laser and press.

Крагујевац, 2014 год.

ментор:
Проф. Др Богдан Недић

САДРЖАЈ

1.УВОД.....	1
2. ОПИС И КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОДИЗНОГ МЕХАНИЗМА КРЕВЕТА	2
3.ТЕХНОЛОГИЈА СЕЧЕЊЕ ЛАСЕРОМ.....	4
3.1. Принцип рада и опис ласера	4
3.2. Врсте ласера.....	5
3.3. Гасни ласери.....	6
3.3.1. CO ₂ ласери	7
3.4. Ласерско сечење.....	8
3.4.1. Методе сечења ласером.....	8
3.4.2. Снага ласера.....	9
3.4.3. Брзина сечења	10
3.4.4. Жижна даљина сочива	11
3.4.5. Квалитет и тачност обраде	12
3.4.6. Примена ласерског сечења.....	13
3.5. Ласер за сечење метала Bystronic bysprint 3015	14
4. ТЕХНОЛОГИЈА ПРОБИЈАЊА И ПРОСЕЦАЊА	16
4.1. Обрада пробијањем и просецањем	16
4.2. Фазе пробијања и просецања.....	17
4.3. Технолоичности израде делова од лима	18
4.4. Економска технолоичност израдка	19

4.5. Методе рационалног коришћења материјала	20
5.ИЗРАДА ДЕЛОВА МЕХАНИЗМА У ВЕЛИКОСЕРИЈСКОЈ ПРОИЗВОДЊИ.....	23
5.1. Технолошки поступак израде полуге 1	23
5.2. Технолошки поступак израде полуге 2	25
5.3. Технолошки поступак израде полуге 3	26
5.4. Технолошки поступак израде полуге 4	27
5.5. Технолошки поступак израде полуге 5	28
5.6. Технолошки поступак израде кљунића	29
5.7. Технолошки поступак израде лимчића.....	31
6. ИЗРАДА ДЕЛОВА МЕХАНИЗМА ПРИМЕНОМ СЕЧЕЊА ЛАСЕРОМ	32
7. МОНТАЖА МАКАЗА.....	36
8. ЗАКЉУЧАК.....	39
9. ЛИТЕРАТУРА.....	40

1.УВОД

Поступци израде делова од лима примењују се у серијској и велесеријској производњи. Одликује их велика производност, висок степен искоришћења материјала, једноставност послуживања машина и могућност механизације и аутоматизације рада, коришћење радне снаге са нижом квалификацијом и други повољни економски услови. Делове од лима карактерише добра тачност димензија, мала потреба за накнадном обрадом, задовољавајућа чврстоћа и мала тежина. При томе габаритне димензије ових делова се крећу у широким границама од малих минијатурних делова у електронској индустрији до великих габаритних делова у ауто индустрији.

Поступци израде делова од лима налазе широку примену у производњи делова за машине, возила, уређаје, постројења и производе широке потрошње као и у погонима металопрерађивачке индустрије, као што су: индустрија шинских возила, аутомобилска индустрија, електронска и друге.

У већини случајева делови од лима мале дебљине израђују се обликовањем материјала у хладном стању (тзв. хладна обрада лима) мада постоје обраде када се обликовање лима врши у топлотном стању. Ова обрада се примењује у случајевима када се ради о дебљим лимовима где се загревањем материјала знатно смањује отпор при деформисању.

Код полазних материјала најчешће се користе полуфабрикати у облику табле или траке лима тј.предходно искројени комади. Обликовање лима се врши у алатима на машинама које се називају пресе. При томе у већини случајева облик и димензије готовог дела зависе од облика и димензија радних делова алата.

Израда делова од лима у великосеријској производњи врши се пробијањем и просецањем на машинама које се називају пресе. Пробивање и просецање се врши у специјалним алатима који се постављају на ексцентар пресе.

Новије технологије у изради делова од лима су технологије сечења ласерима. То је технологија којом се помоћу специјалних софтвера и компјутерског програмирања врши сечење делова на машини која се назива ласер. Ласер ради на принципу гасног пламена где се помоћу смеше гасова добија пламен који врши резање метала. Ова технологија резања је врло скупа па се зато и примењује у малосеријској производњи.

У великосеријској производњи свака позиција маказа се пробија или просеца у алатима који су постављени на машине које се називају пресе. Технолошки поступак добијања сваке позиције описан је у завршном раду, као и израда делова у малосеријској производњи и сечење ласером.

2. ОПИС И КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОДИЗНОГ МЕХАНИЗМА КРЕВЕТА

Подизни механизам кревета се примењују у индустрији тапацираног намештаја. Уграђују се у све типове кауча, француских лежајева, специјалних лежајева и у друге сличне производе(фотеље и сл.).

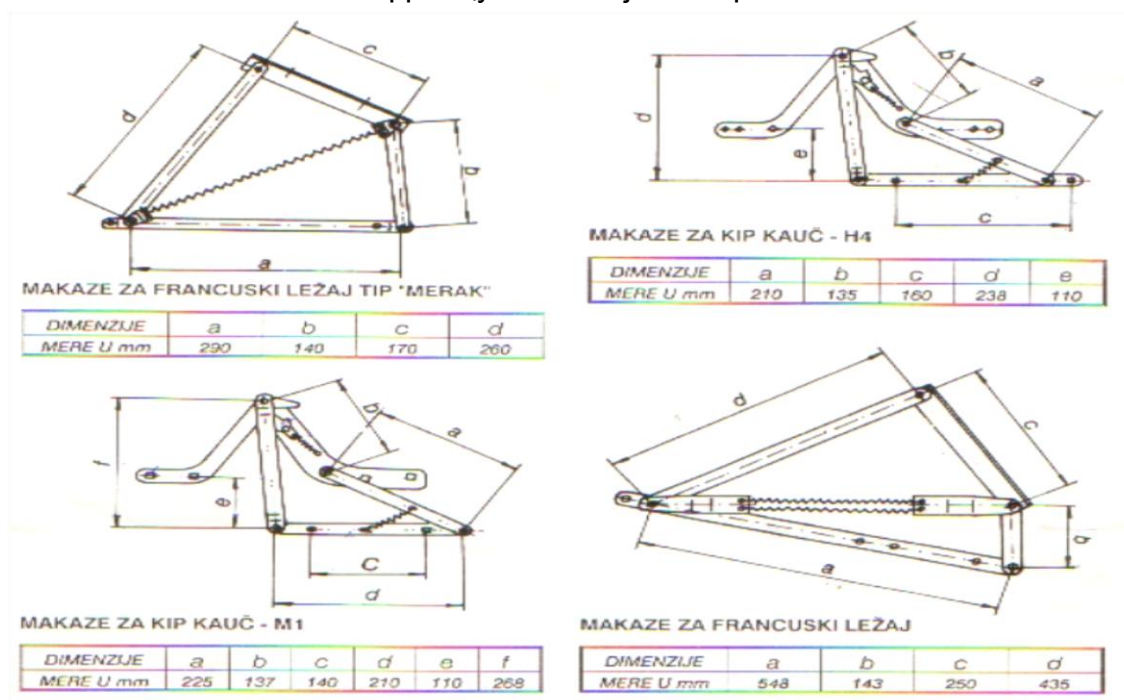
Маказе се израђују од топловаљаних челичних профила и челичног лима у одговарајућим алатима, где се постиже потребна тачност и квалитет.

Спојеви су остварени зглобним везама помоћу специјалних заковица које обезбеђују лаку покретљивост и сигурност зглоба.

Завојне опруге су саставни део маказа.Опруге су израђене од квалитетне челичне жице одговарајућег пречника.

У производном програму заступљени су следећи типои маказа који су приказани на слици 2. 1.

1. Маказе за кип кауче M1
2. Маказе за кип кауче H4
3. Маказе за француске лежајеве
4. Маказе за француске лежајеве мерак



Слика 2. 1. Типови маказа

У даљем делу текста описана конструкција и израду маказа за кауч M1 у масовној и великосеријској производњи. Наведене маказе се састоје од:

1. Полука 1 (позиција 1)

Завршни рад

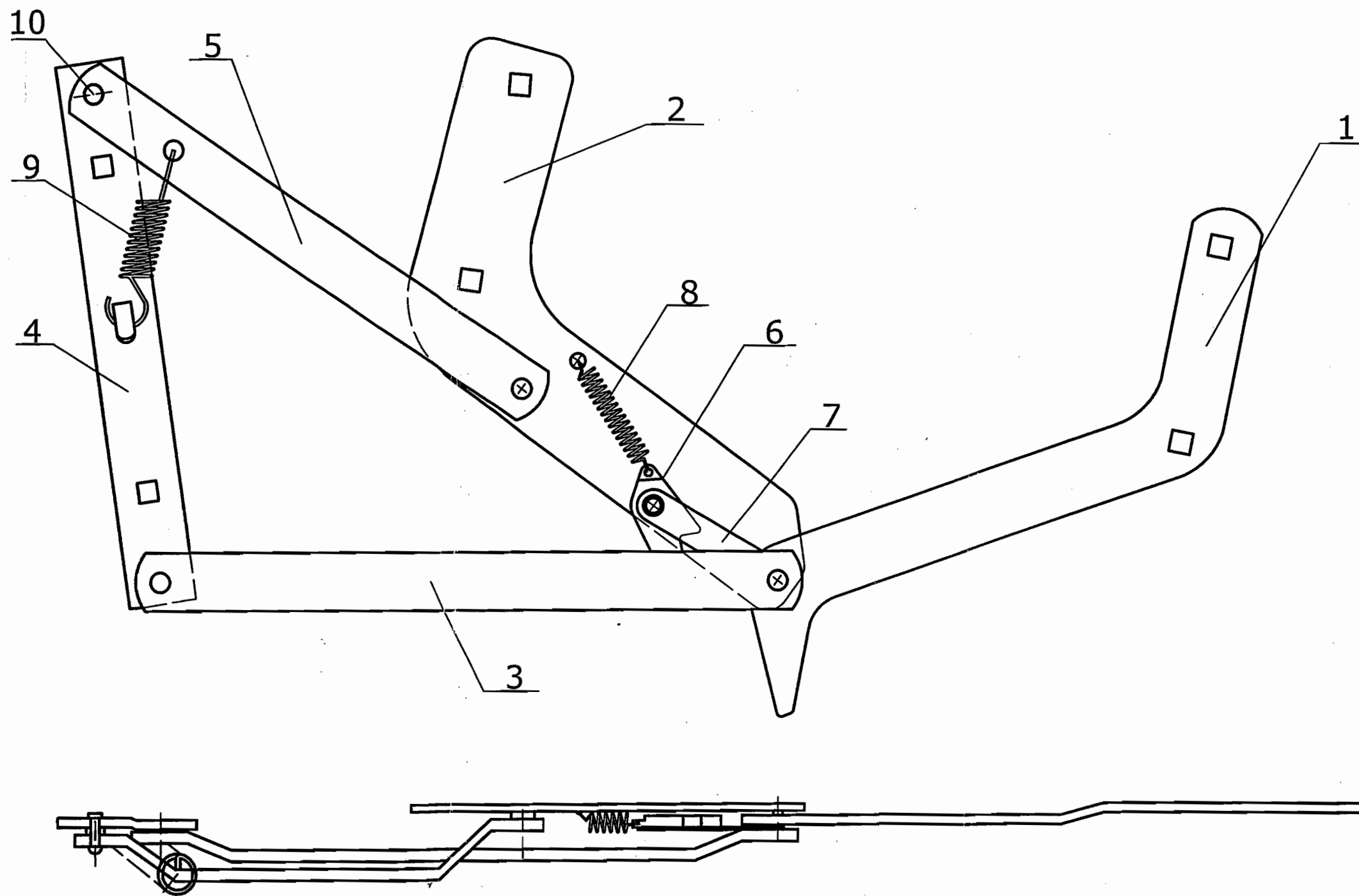
2. Полука 2 (позиција 2)
3. Полука 3 (позиција 3)
4. Полука 4 (позиција 4)
5. Полука 5 (позиција 5)
6. Кљунић (позиција 6)
7. Лимчић (позиција 7)
8. Опруга (позиција 8)
9. Опруга (позиција 9)
10. Закивак (позиција 10)

Све позиције маказа се израђују просецањем у одговарајућим алатима који се постављају на ексцентар пресе које производе одређену силу која је потребна за просецање делова које чине склоп маказа. На слици 2. 2. Приказана је ексцентар преса којом се врши просецање позиција маказа у алатима који се постављају на саму пресу. Преса има силу удара од 150 тона и та сила је довољна за пробијање и просецање отвора и контура на свим деловима маказа.

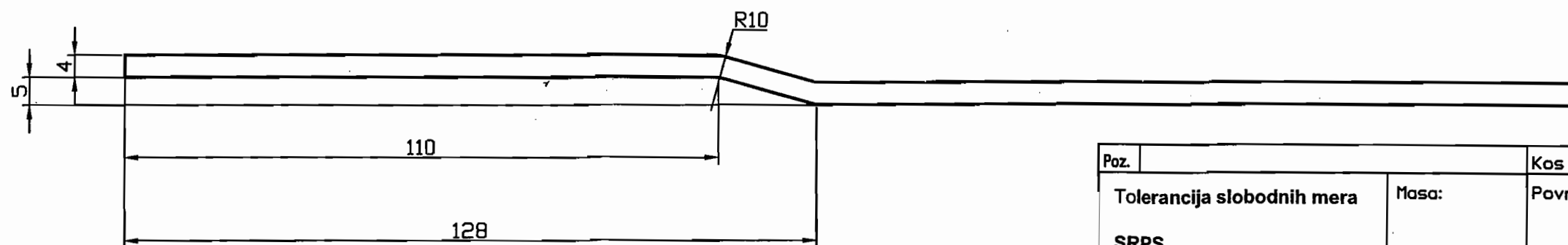
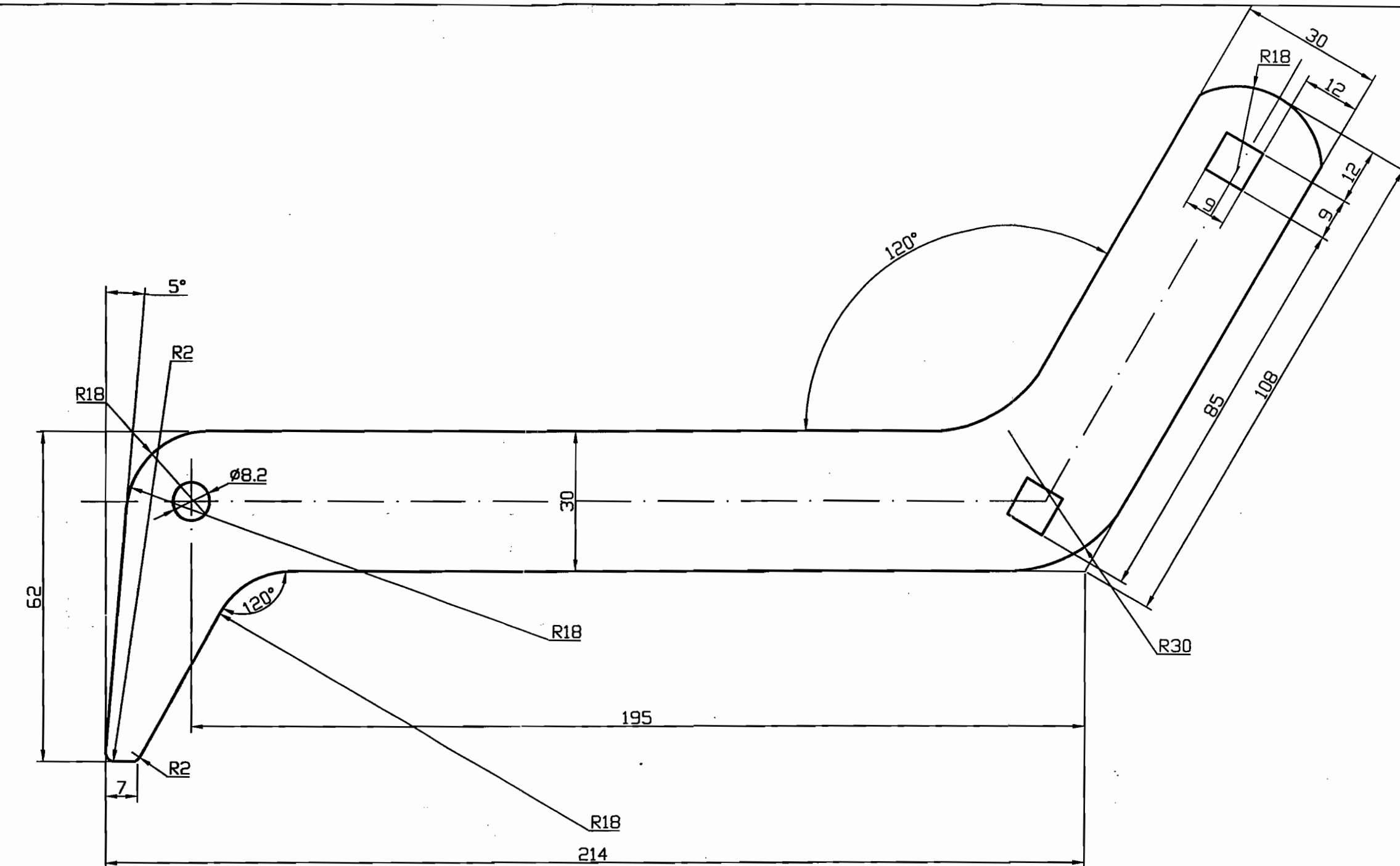


Слика 2. 2. Ексцентар преса на којој се врши просецање у предузећу „ МБМ Пожега ”

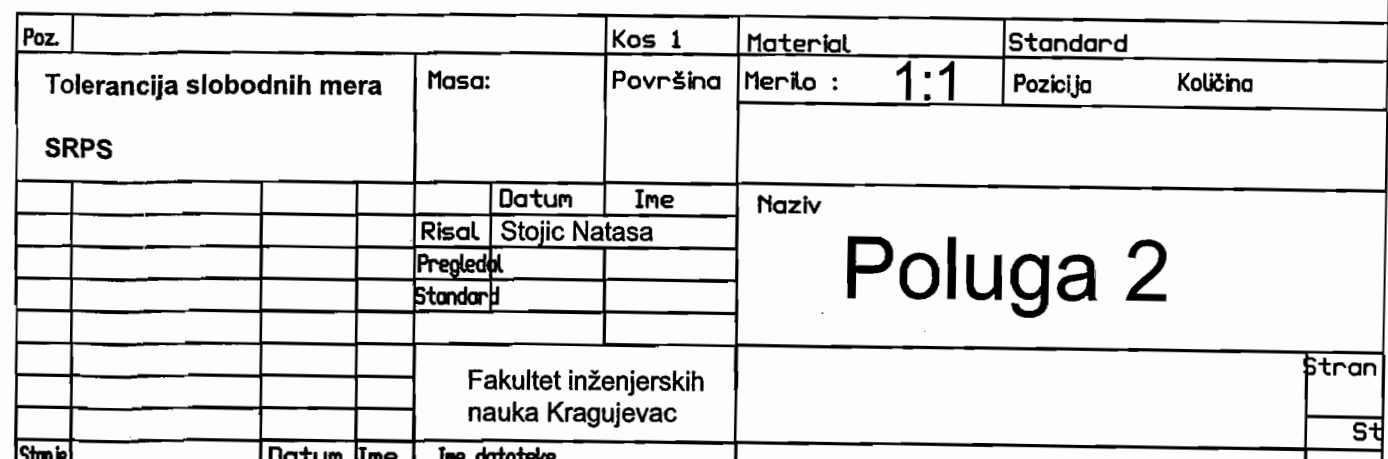
На наредним сликама приказани су склопни цртеж, конструктивни цртежи свих елемената маказа који се производе у предузећу „ МБМ Пожега ”.



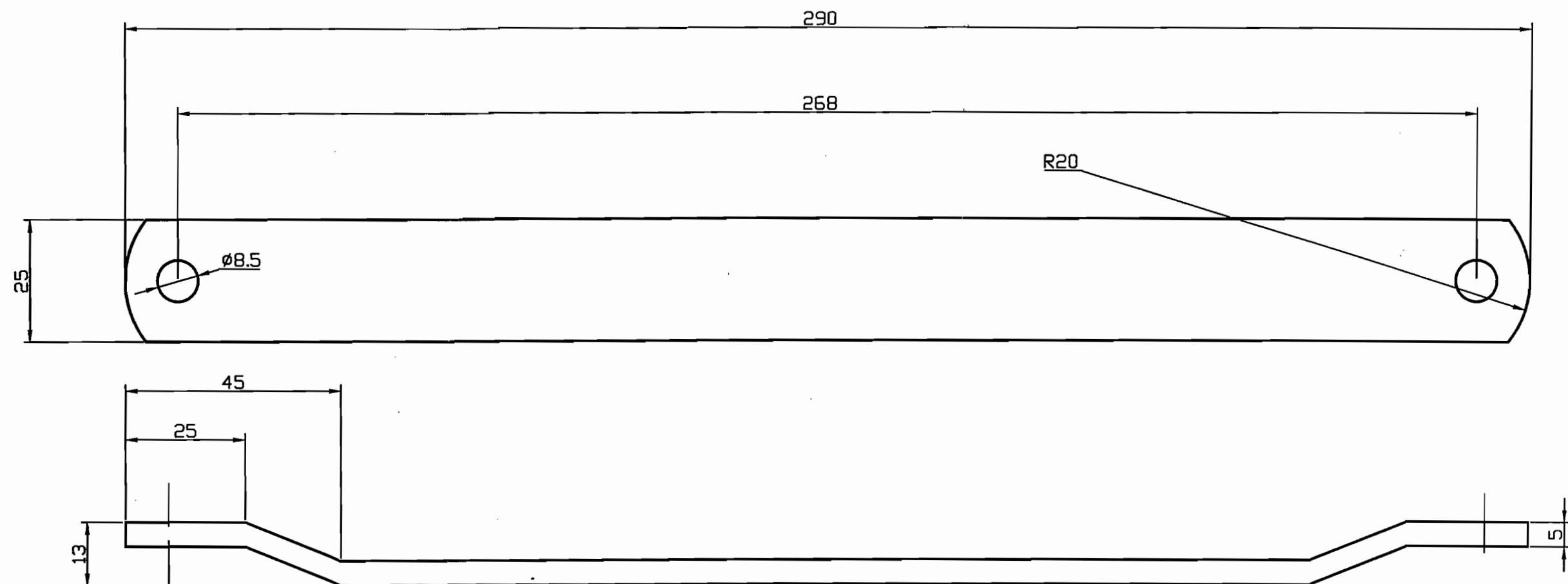
10	Zakrivak	5		Ø6x25	
9	Opruga	1		Ø10x25	
8	Opruga	1		Ø8x30	
7	Limic	1	C. 0361	L=76x14x1.5	
6	Kijunac	1	C. 0361	L=55x24x5	
5	Poluga 5	1	C. 0361	L=245x25x5	
4	Poluga 4	1	C. 0361	L=233x30x3	
3	Poluga 3	1	C. 0361	L=290x25x5	
2	Poluga 2	1	C. 0361	L=250x47x3	
1	Poluga 1	1	C. 0361	L=268x30x4	
Naziv dela		Količina	Material	dimenzija	Standard
Tolerancija slobodnih mera		Ime	Površina	Merilo : 1:1	Postolja
SRPS					
		Držanje	Ime	Naziv	
		Reol.	Stolic		
		Pravilni			
		Pravilni			
Fakultet inženjerskih nauka Kragujevac				Sklop makaza	
				Stran	
				5	



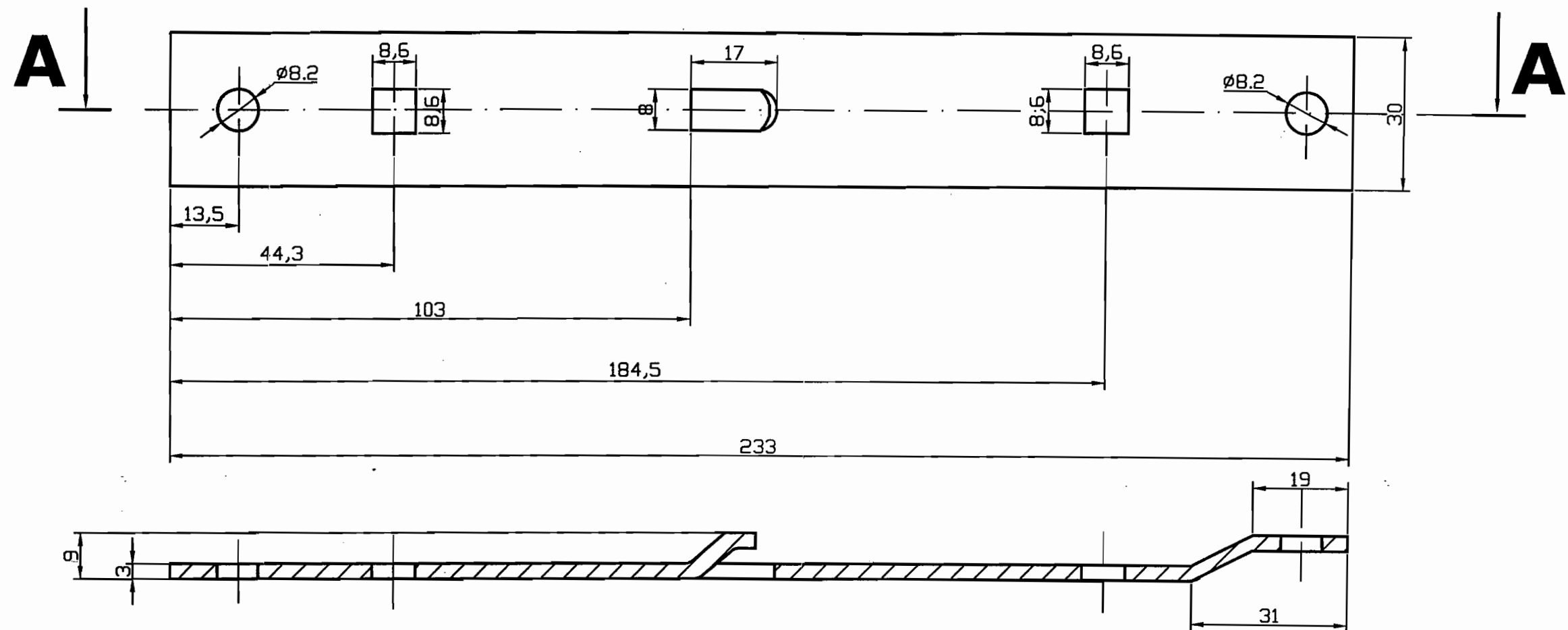
Poz.			Kos 1	Material	Standard
Tolerancija slobodnih mera		Masa:	Površina	Merilo : 1:1	Pozicija Količina
SRPS					
			Datum	Ime	Naziv Poz.1
			Risat	Stojic Natasa	
			Pregledat		
			Standard		
			Fakultet inženjerskih nauka Kragujevac		Stran
Stanje		Datum	Ime	Ime datoteke	St



Poz.					Kos 1	Material	Standard
Tolerancija slobodnih mera				Masa:	Površina	Merilo : 1:1	Pozicija Količina
SRPS							
				Datum	Ime	Naziv Poluga 2	
				Risal	Stojic Natasa		
				Pregledat			
				Standard			
				Fakultet inženjerskih nauka Kragujevac			Stran
							St
Stanje		Datum	Ime	Ime datoteka			



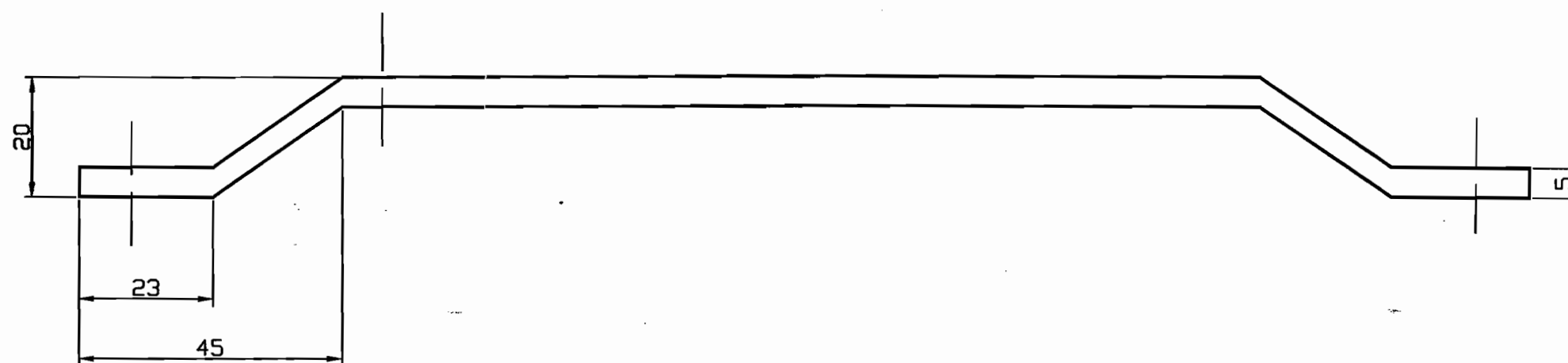
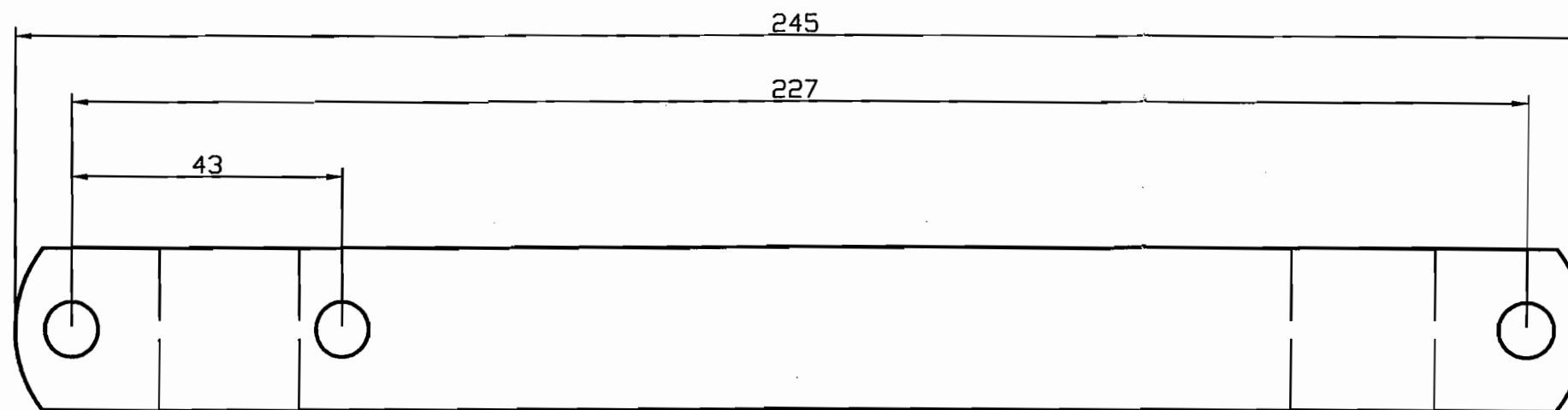
Poz.					Kos 1	Material	Standard
Tolerancija slobodnih mera				Masa:	Površina	Merilo : 1:1	Pozicija Količina
SRPS							
				Datum	Ime	Naziv Poz.3	
				Risat	Stojic Natasa		
				Pregledat			
				Standard			
				Fakultet inženjerskih nauka Kragujevac			Stran
							St
Stanje		Datum	Ime	Ime datoteke			



presek A-A

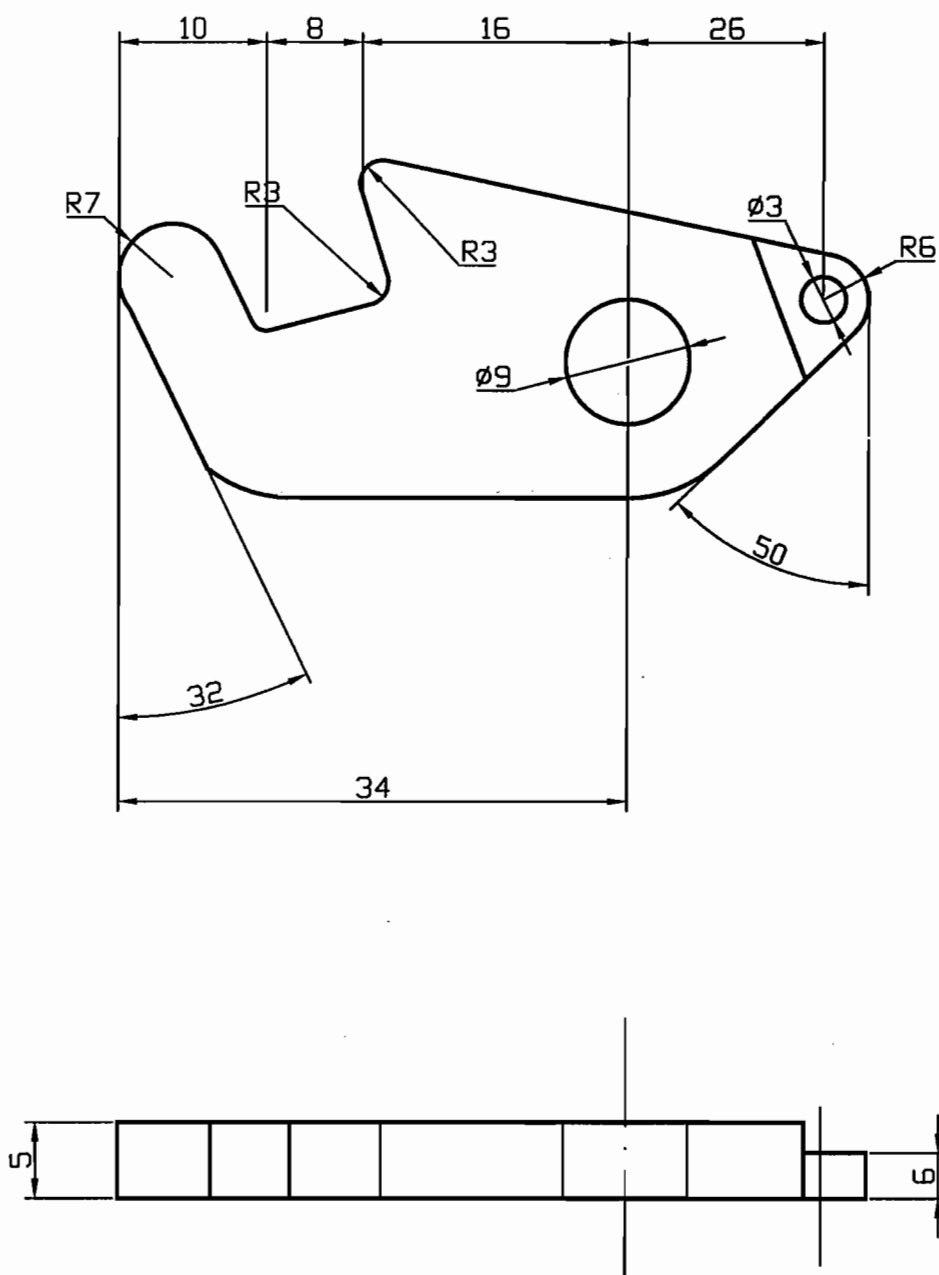
Poz.					Kos 1	Material	Standard
Tolerancija slobodnih mera				Masa:	Površina	Merilo : 1:1	Pozicija Količina
SRPS							
				Datum	Ime	Naziv <	

Poluga 4

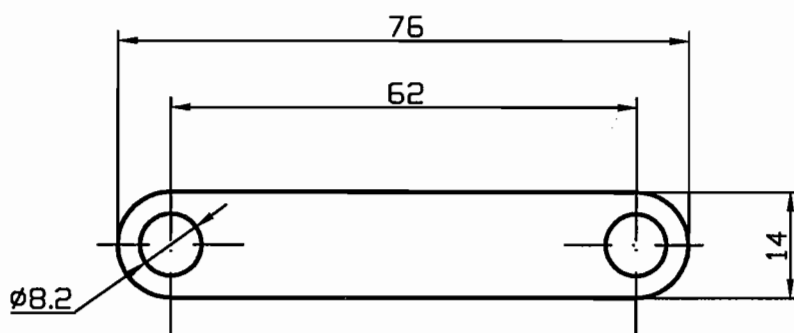


Poz.						Kos 1	Material	Standard
Tolerancija slobodnih mera					Masa:	Površina	Merilo : 1:1	Pozicija Količina
SRPS								
					Datum	Ime	Naziv 	

Poz.5



Poz.					Kos 1	Material	Standard
Tolerancija slobodnih mera				Masa:	Površina	Merilo : 2:1	Pozicija Količina
SRPS							
				Datum	Ime	Naziv Kljunić	
				Risat	Stojic Natasa		
				Pregledat			
				Standard			
				Fakultet inženjerskih nauka Kragujevac			Stran
							St
Stanje		Datum	Ime	Ime datoteke			



Poz.					Kos 1	Material	Standard
Tolerancija slobodnih mera				Masa:	Površina	Merilo : 1:1	Pozicija Količina
SRPS							
				Datum	Ime	Naziv limčić	
			Risat	Stojic Natasa			
			Pregledat				
			Standard				
				Fakultet inženjerskih nauka Kragujevac			Stran
							St
Stanje		Datum	Ime	Ime datoteke			

3.ТЕХНОЛОГИЈА СЕЧЕЊЕ ЛАСЕРОМ

Први ласер је пронађен у Мајамију, маја 1960.године. То је био рубинов ласер изузетне чврстоће. Многе врсте ласера су пронађене ускоро после рубиновог ласера - првиNdласер: YAG -ласериCO2 ласер 1964. године, Arласер 1964. године, хемијскиласер 1965.

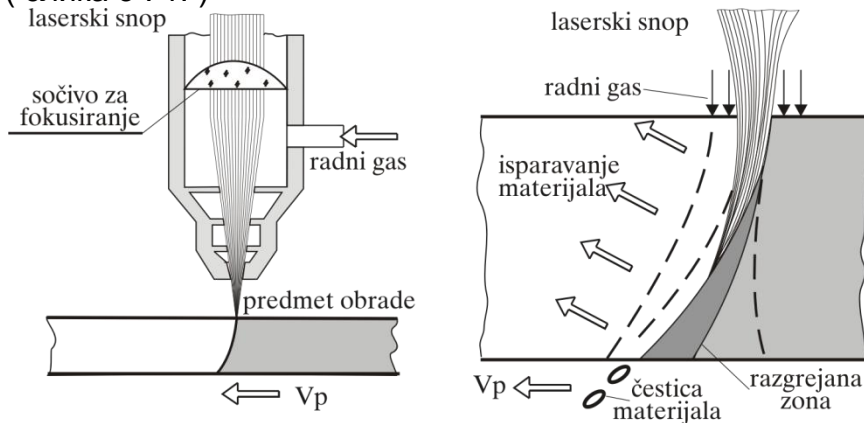
Године.Алиширокииконтинуалниразвојиприменаласерасузаистаизваредниипредставља јупрекочудо.

Ласерскисноприликујесеоддругихпознатихвидовасветлости:

- ласерски зраци су монохромаски, тј. имају само једну одређену таласну дужину.
- ласерски зрак је висококохерентан, са паралелним зрацима исте фазе,
- ласерски зрак може да се фокусира на веома малу површину и да обезбеди високу густину.

Уочена својства ласера у почетку развоја квантне електронике наговештавала су могућности широке примене.

За последњих 16 до 18 година технолошки процеси који се базирају на локалном загревању обрађиване површине помоћу ласера, добијају значаја развој и примену (слика 3 . 1.)



Слика 3.1. Принципијална шема примене ласерског зрака

Захваљујући високом фокусирању ласерског снопа, високој густини енергије снопа, могућности једноставног управљања ласерским снопом и обраде у веома различитим срединама, обрада ласером добија све већи значај и многе предности у односу на остале неконвенционалне поступке обраде.

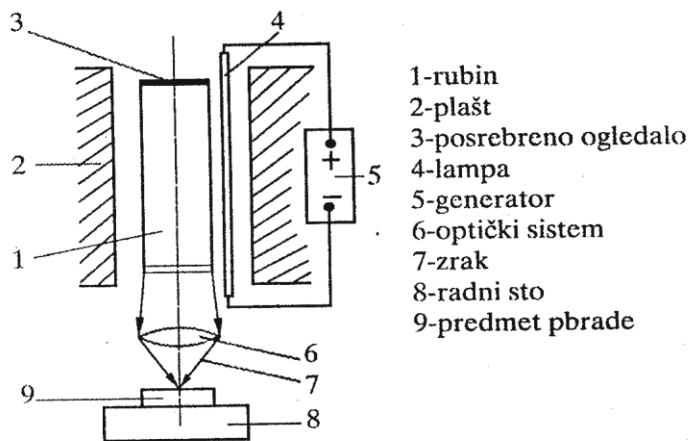
Овај нови правац обраде материјала добио је назив ласерска технологија.

3.1. Принцип рада и опис ласера

Завршни рад

Принцип рада ласера базира се на својству емитера - активне средине чврсто тело, течност, гасда у кратком временском интервалу, од неколико милисекунди емитује у облику светлосног зрачења део предходно уложене енергије. Код ласера са чврстим емитером, побуђивање зрачења обично се врши предходним обасјавањем активне средине светлошћу лампе бљескавице. Код рубинског ласера, на пример, користи се импулсна ксенонова лампа, иако ова лампа емитује светлост у широком интервалу таласних дужина, блиску сунчевој, за постизање ласерског ефекта користи се само уска плавозелена област $\lambda = 560$ нм. Због тога, као и због некорисног загревања средине, спонтаног зрачења, губитка у резонатору и активној средини, степен корисног дејства кристалног ласера је мали (1 – 4 %).

Шема обраде и ласер са чврстим емитером од рубинског кристала дати су на слици 3. 2.

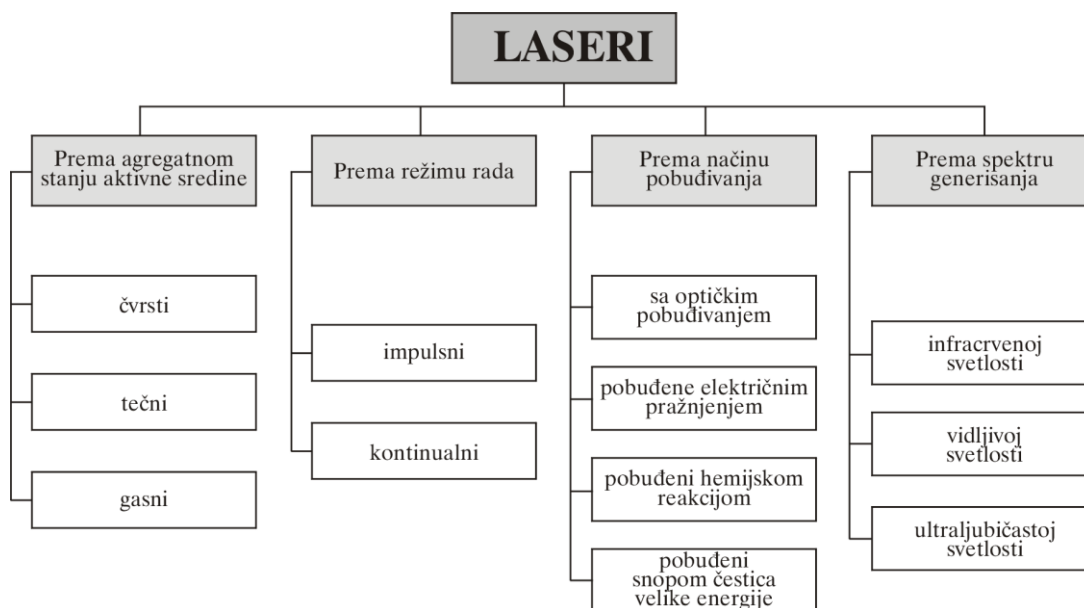


Слика 3. 2. Сема рубинског ласера

Поларни вештачки кристал рубина величине оловке $\phi=7$ мм и $l=125$ мм, ставља се унутар спиралне импулсне лампе или паралелно са правом лампом. Горње чело кристала је посребрено, а доње је полупосребрено, или се близу чела кристала ставе два квалитетна огледала, строго паралелна и нормална на осу кристала, која представљају оптички резонатор. Око рубинског штапа и лампе налази се плашт са рефлектујућом површином. Код савремених ласера сви елементи ласера стављају се у омотач ласера који се хлади посебним системом. Импулсна лампа спојена је са импулсним генератором снаге 2-6 kW. Импулсни генератор састоји се од извора напајања високог напона, од 1000 V и више, који преко исправљача напаја батерије кондензатора.

3.2. Врсте ласера

Постоји више критеријума за поделу ласера. На слици 3.3 приказана је најчешћа подела:



Слика 3.3 Шематски приказ поделе ласера

Пошто постоји доста типова ласера који су подељени према агрегатним стањима у којима раде, према режимима рада и другим карактеристикама у овом завршном раду описан је гасни ласер, њихов принцип рада, њихове карактеристике и сечење самих маказа тј. њихових позиција на машини за ласерско сечење Bystronic bysprint 3015 spc laser cutter. Овај ласер Швајцарске производње има снагу од 1800 W, максимална дебљина коју може да сече износи 10 мм и има радни сто 1500 мм x 3000 мм.

3.3. Гасни ласери

Постоји више врста ласера, који се међусобно разликују по врсти гаса који образује активну средину. У односу на остала тела гасови имају тачно одређене енергетске нивое појединих атома или молекула, па зато постоји низ могућих прелаза са нивоа на ниво у различитим гасовима. Друга карактеристика гасова је њихова оптичка хомогеност. Густина гаса је мала, па због тога у гасовима не долази до дисперзије светлости и изобличења светлосног зрака. Управо ова особина гасова дозвољава да растојање између огледала у оптичком резонатору гасних ласера буде велико, чиме се лакше постиже монохроматичност и боља усмереност ласерског зрака. С друге стране, гас као активна средина има и одређене недостатке: густина гаса је знатно нижа од густине чврстих тела, па се зато у јединици запремине не може постићи велика количина побуђених атома који емитују светлост, као у чврстим телу. Због тога се у гасним ласерима не може постићи импулс велике снаге као у чврстим телима.

У пракси се разликује три типа ласера на бази пражњења гасова:

Завршни рад

- ласери са неутралним атомима,
- јонски ласери и
- молекуларни ласери.

Ови ласери се међусобно разликују по таласној дужини зрачења.

3.3.1. CO_2 ласери

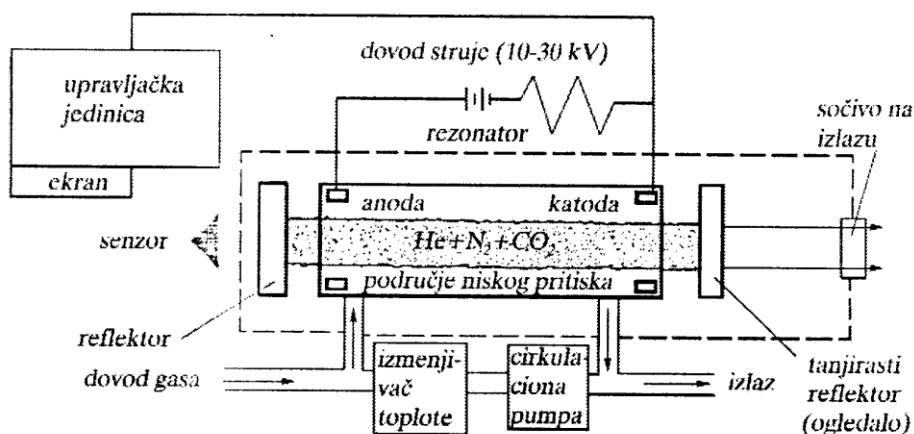
Тело CO_2 ласера се састоји од гасне смеше CO_2 , He и N_2 , при чему активну средину чине молекули CO_2 . На слици 3. 4. приказана је принципијелна шема CO_2 ласера.

CO_2 ласери се одликују високом монохроматичношћу и великим коефицијентом корисног дејства. Ласерски сноп има таласну дужину светлости $\lambda = 10.6 \mu m$, која је десет пута већа од стаклених и YAG -ласера. Ови ласери могу да раде у импулсном и континуалном режиму, а као индустријски ласери имају снагу и до 15 kW. CO_2 ласерима може да се врши бушење, сечење, заваривање, маркирање, термички обради на различитим материјалима, наношење тврдох превлака, итд.

Повећање температуре гаса на ласерско тело, које доводи до електричног пражњења, води ка изразитом смањењу излазне снаге, због чега је потребно интензивно хлађење гасне смеше. Према начину хлађења, CO_2 ласери се деле на:

- ласери са дифузним хлађењем и
- ласери са конвенционалним хлађењем.

При дифузном хлађењу, гасна смеша се хлади хлађењем ласерског тела, а при конвенционалном хлађењу, изменом гасне смеше у ласерском телу а потом њеним хлађењем.



Слика 3. 4. Шема рада CO_2 ласера

Ефикасност CO_2 ласера је знатно изнад оне која се креће код других типова ласера. Ови ласери могу да емитују велике снаге. За постизање великих снага израђују се ласери великих дужина.

3.4. Ласерско сечење

Основне карактеристике сечења ласером од којих зависе технолошке карактеристике обраде (продуктивност, тачност и квалитет обраде, као и дубина и ширина реза), су дефинисане следећим параметрима

- снага импулса,
- густина ласерског снопа,
- притисак гаса,
- врста гаса,
- величина фокусне тачке,
- брзина сечења,
- тачност померања ласерског снопа по предвиђеној контури идр.

Ласер производи кохерентан светлосни сноп ласерских зрака великог интензитета енергије кога карактерише правост и мала дисперзија. У интеракцији са предметом обраде, ако је енергија већа од способности материјала предмета обраде да рефлектује, пренесе или распе ову енергију, долази до апсорпције светлосне енергије и њеног претварања у топлотну енергију, односно до пораста температуре на озраченом месту. При знатном порасту температуре долази до појаве локалног топљења или испаравања материјала, што зависи од интензитета генерисане топлоте и доводи до стварања рупе или отвора у предмету обраде. Померањем ласерског зрака или предмета обраде настаје процес ласерског сечења.

У много случајева нефокусирани сноп ласерских зрака индустријских ласера веће снаге, нема адекватну енергију да учини нешто више сем да загреје озрачену површину материјала предмета обраде. Међутим, ако се сноп усмери кроз сочиво за фокусирање, енергија је концентрисана на површину пречника мањег од 0.25 мм, што производи снагу од преко 10^6 W, способну да истопи многе материјале. Ласерске машине поред топлоте добијене фокусирањем снопа ласерских зрака користе и помоћни гас који има задатак да одстрани истопљени материјал из зоне сечења, да заштити сочива од испарења и помогне у процесу сагоревања.

3.4.1. Методе сечења ласером

Постоје три методе сечења ласером:

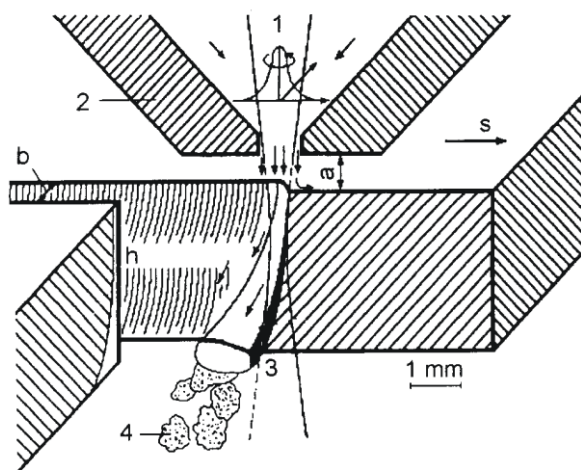
1. Са потпуним одстрањивање материјала дуж линије раздвајања (испаравањем и, што је чешћи случај, топљењем и ограниченим испаравањем);

Завршни рад

2. Са делимичним одстрањивањем материјала дуж линије раздвајања (испаривањем материјала до одређене дубине и накнадним одвајањем материјала механичким дејством);

3. Без одстрањивања материјала дуж линије раздвајања (контролисаним ломљењем у чврстом стању, под дејством и у току озрачења ласером или контролисаним ломљењем у чврстом стању, под дејством механичке силе, примењене по озрачењу ласером).

На слици 3. 5. Приказан је шематски процес сечења ласером



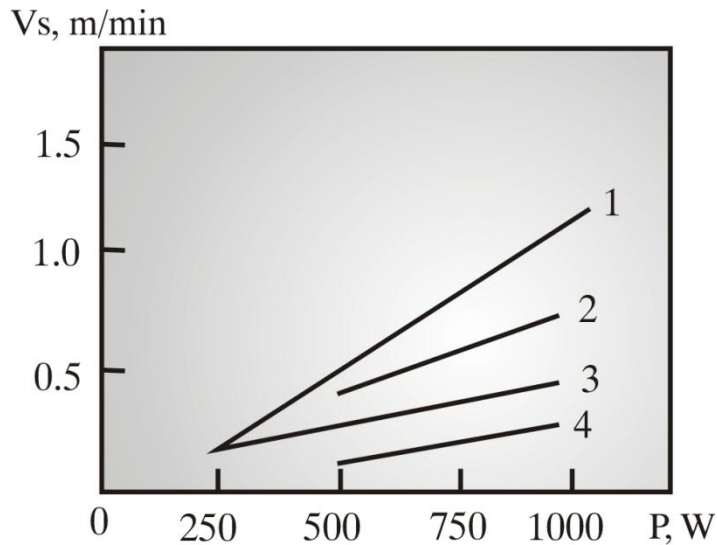
Слика 3. 5. Шематски приказ сечења ласером

За сечење метала се најчешће користи реактиван помоћни гас O_2 , док се за сечење неметала користи неутрални гас N_2 .

3.4.2. Снага ласера

Најважнија карактеристика којом се врши избор ласерске машине је снага ласера. Пошто је ласерско сечење термички процес, количина произведене топлоте је утицајни фактор од кога зависи способност ласера за сечење. Повећање снаге ласера омогућује сечење дебљих лимова и повећање брзине сечења. Добијање стабилног ласерског излаза представља кључни фактор за примену ласера у технологији обраде метала. Под стабилним ласерским излазом подразумева се стабилност снаге, мода и концентрисане енергије.

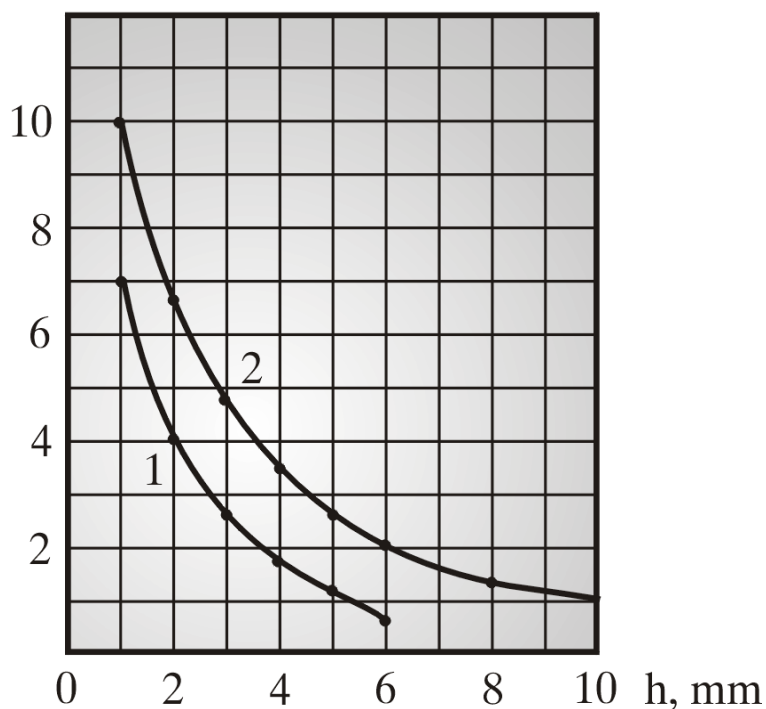
На слици 3.6. приказана је зависност брзине сечења од снаге ласерског снопа за различите метале



Слика 3.6. Зависност брзине резања од снаге ласерског снопа за:
1.Нерађајући челик, 2.Алуминијум, 3.Нискоугљенични, 4.Титан.

3.4.3. Брзина сечења

Продуктивност обраде, зависи директно од брзине сечења. Брзина сечења је други по значају битан параметар за сечење ласером и зависи од низа фактора: снага ласера, мод, величина светлосне мрље, врста и дебљина материјала радног предмета итд. Узимајући у обзир квалитет реза и посматрајући брзину резања у функцији од дебљине материјала радног предмета, може се дефинисати област употребљиве брзине сечења која је ограничена доњом и горњом граничном кривом. При одређеној дебљини материјала, са повећањем снаге ласерског млаза, брзина сечења се повећава (сл. 3.7). Уколико је дебљина материјала мала и при истој густини снаге, може се применити висока брзина сечења (сл.3.7.). Као максимална брзина сечења узима се вредност изнад које долази до нестабилности обраде. Нестабилност се манифестује у појави неравних резова, шљаке, итд.

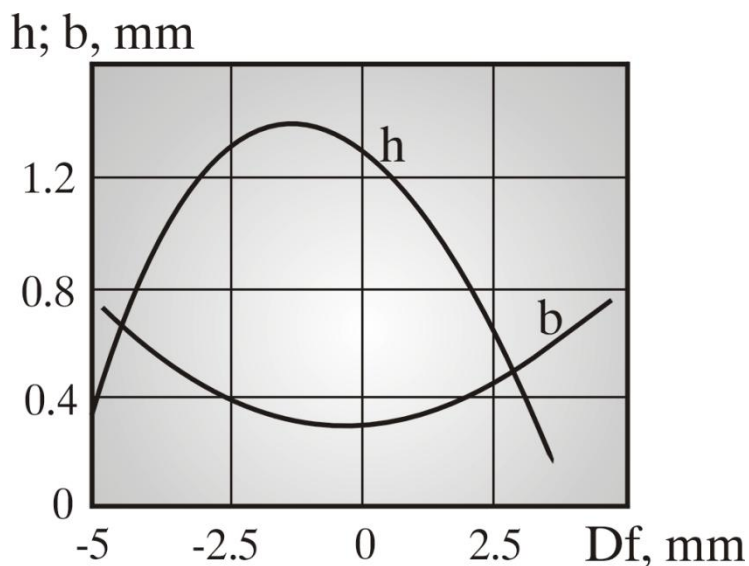
$V_s, \text{ m/min}$


Слика 3.7. Зависност максималне брзине сечења од дебљине лима за нискоугљеничне челике : 1. $P=625 \text{ W}$, 2. $P=1250 \text{ W}$

3.4.4. Жижна даљина сочива

Обзиром да је брзина сечења функција густине снаге, избор сочива за фокусирање знатно утиче на квалитет реза. Како је величина светлосне мрље у жижи пропорционална жижној даљини, то је густина фокусиране снаге ласерског зрачења пропорционална квадрату те дужине. Сочива мале жижне даљине имају могућност веће концентрације снопа ласерских зрака и дају велику густину снаге, али је њихова примена ограничена за обраду због мале радне зоне. Погодна су за сечење радних предмета малих дебљина при чему се користе велике брзине сечења. Сочива веће жижне даљине дају мању густину снаге али је њихова радна зона много већа тако да се употребљавају за сечење дебљих материјала.

На слици 3.8. приказан је утицај дефокусације (положај жиже сочива за фокусирање у односу на површину предмета обраде) Δf , на ширину b и дубину h реза.

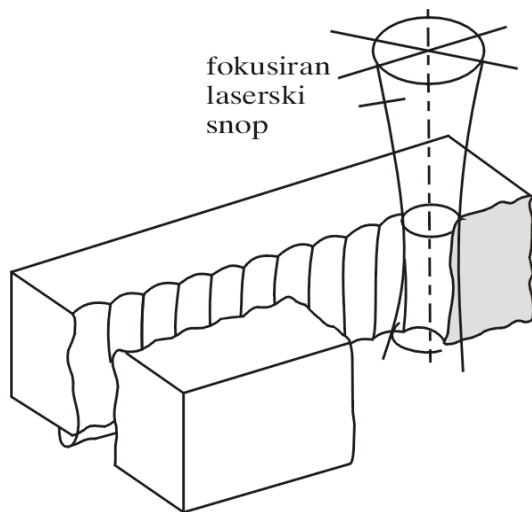


Слика 3.8. Утицај фокуса Δf , на ширину b и дубину h реза.

У зависности од врсте материјала и дебљине предмета обраде жижа се позиционира на, или незнатно испод површине предмета обраде. У току процеса сечења ласером, жижа сочива за фокусирање снопа ласерских зрака мора бити стално позиционирана у односу на површину предмета обраде, како би се обезбедили најбољи ефекти сечења. Постоје разни уређаји који обезбеђују константан положај жиже у односу на површину предмета обраде (контактни и уређаји засновани на капацитивној методи).

3.4.5. Квалитет и тачност обраде

Квалитет обраде код сечења ласером је одређен квалитетом реза и тачношћу облика и димензија. Квалитет реза се обично дефинише геометријским карактеристикама (ширина реза, храпавост обрађене површине) и физичко-хемијским карактеристикама на израженој површини материјала предмета обраде. Квалитет и тачност обраде сечења ласером, у највећем степену зависе од: брзине резања, снаге ласерског млаза, врсте и притиска гаса, пречника и положаја млазнице у односу на површину предмета обраде, као и од квалитета управљачке јединице у случају NC или CNC ласерске машине за сечење лима. Тачност облика и димензија радног предмета одређени су карактеристикама радног стола (тачност позиционирања) и квалитетом управљачке јединице.



На слици 3. 9. Дат је шематски приказ ласерског млаза

Ширина реза је битна карактеристика сечења ласером. Вредност ширине реза код метала је мала, креће се од 0.1-0.3 мм, при сечењу челичних лимова. Ширина реза се повећава са повећањем дебљине лима.

Сечење материјала фокусираним снопом ласерских зрака карактерише појава сужења реза. Величина сужења зависи од више фактора, првенствено од жижне даљине сочива за фокусирање и дефокусације али и од особина материјала предмета обраде и поларизације ласерских зрака.

3.4.6. Примена ласерског сечења

Ласерско сечење се данас широко примењује при сечењу сложених контура од тврдих и кртих материјала. Има примену и при обради сложених делова који се израђују на преси за просецање и пробијање, ако се ради у малим серијама и при честој промени облика и димензија, за шта је израда алата скупа и дуготрајна.

Број прихватљивих ласера за ласерско сечење је врло мали. Практично, своди се на ласере са неодијумом, који могу да раде и у континуалном и у импулсном режиму рада. Једна од највећих примена у металопрерађивачкој индустрији је прецизно сечење лимова снопом зрака Co_2 ласера. Co_2 ласери се по свом учинку сврставају у сами врх ласерске технике. Користе се за сечење свих врста метала (угљенични челици, нерђајући челици, легирани челици, алуминијум, бакар, месинг, титан и др.), неметала (пластичне масе, гума, кожа, текстил, дрво, картон и др.) и неорганског материјала (азбест, керамика, графит и др.).

Предности и недостаци сечења ласером

Ласерско сечење има предности у односу на класичне поступке сечења материјала:

а) Врло јака топлотна енергија снопа ласерских зрака, сконцентрисана на екстремно малу површину, омогућава:

Завршни рад

- узан и раван рез;
- минимални термички утицај на структуру материјала у зони реза;
- минимални термички утицај на деформисање предмета обраде.

б)Ласерски сноп представља безконтактни резни алат, што значи:

- нема деловања сила па ни механичких деформација предмета обраде;
- нема трошења алата па ни потребе за заменом;
- може да сече материјал без обзира на његову тврдоћу.

ц)Ласерски сноп је подесан за остваривање високог степена контроле и управљивости и тиме омогућује:

- потпуну аутоматизацију и лаку интеграцију у технолошким системима;
- неограничену могућност профилисања;

д)Смањењем времена обраде и помоћних времена повећава се економичност обраде.

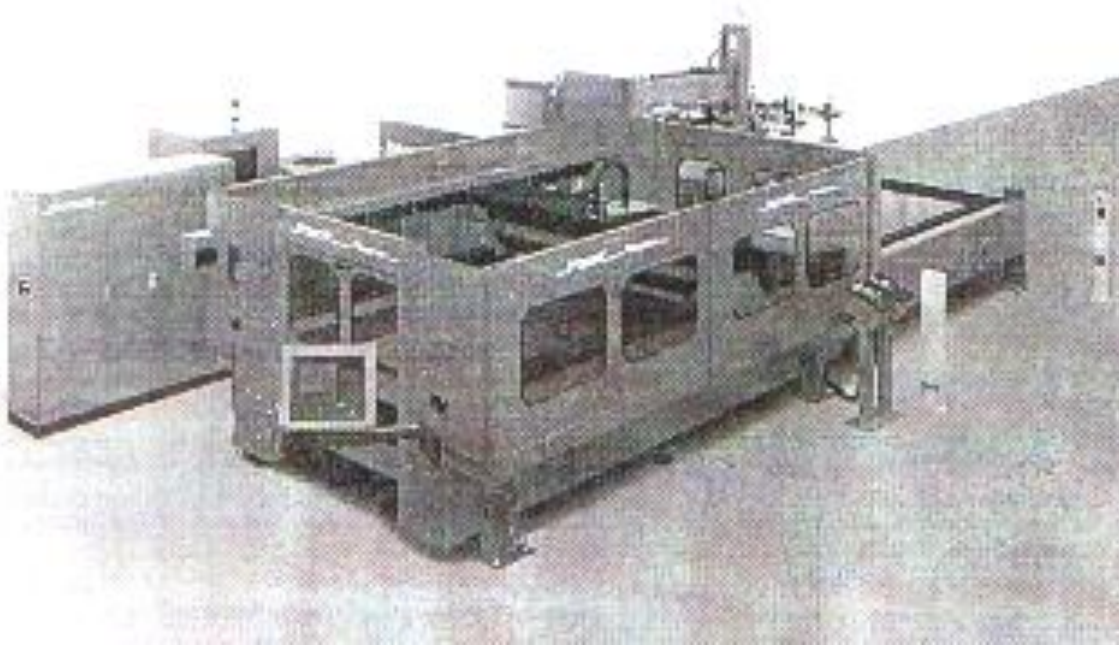
е)Применом ласерске технологије повећан је квалитет производње, омогућен развој нових производа и повећана флексибилност производње.

Најважнији ограничавајући фактор за примену ласерске технологије је економски фактор.Ласерска машина за сечења материјала има велику набавну цену која се касније одражава на цену производа.

3.5. Ласер за сечење метала Bystronic

bysprint 3015

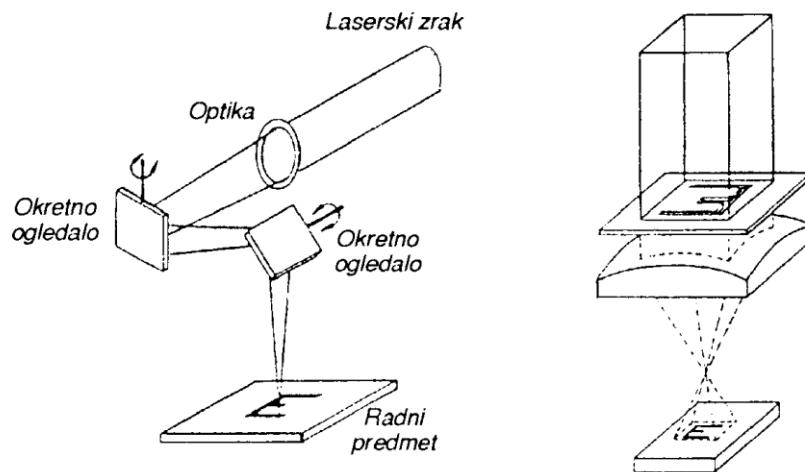
Савремене ласерске машине подразумевају различите конфигурације ласерског уређаја, оптичког система за превођење снопа, обрадне главе, координатног радног стола, енергетског система и управљачког система у оквиру једне интегралне целине.



На слици 3.10. Приказана је ласерска машина Bystronic bysprint 3015

У даљем излагању у овом раду описаћемо поступак сечења елемената маказа за кауч типа М1. Приказана ласерска машина је Швајцарске производње има снагу резонатора од 1800 W. Намењена је за резање угљеничних челика дебљине до 10мм, алуминијума до 1мм и прохромских лимова до 5мм.

Ласерска машина се састоји од радног стола (1) машине на којој се налазе чешљеви на које се поставља табла која се реже. Ласер производи ласерски зрак који се производи у резонатору машине (2) који се преко низа огледала транспортује до резне главе.



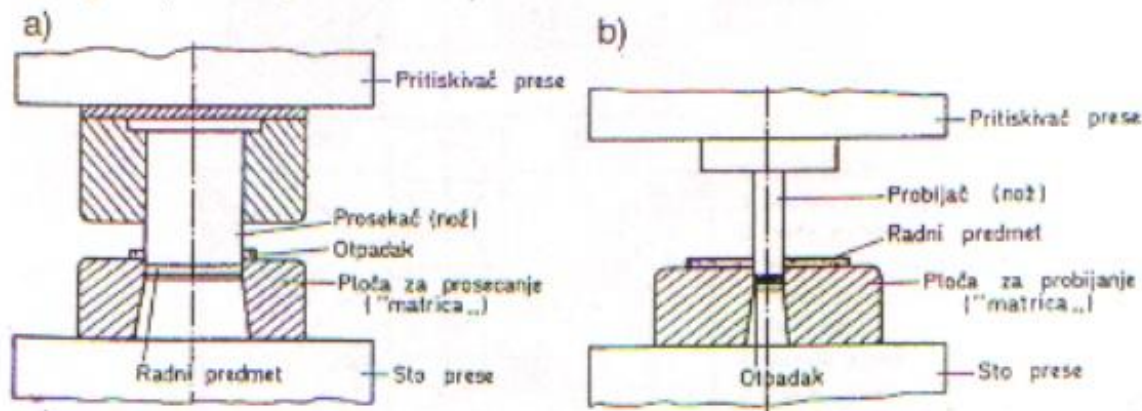
Слика 3.11. Транспорт зрака из резонатора до резне главе

4. ТЕХНОЛОГИЈА ПРОБИЈАЊА И ПРОСЕЦАЊА

Просецање и пробијање представља операцију одвајања једног дела од другог по затвореној контури помоћу алата постављених на преси (најчешће механичке).

При просецању са одвајањем по спољашњој контури из лима добијају се радни предмети различитог облика (готови производи или полупроизводи). То је уједно најраспрострањенији вид обраде лима одвајањем (слика 4.1.а).

При пробијању се, међутим, врши одвајање по унутрашњој контури тј. израђује се отвор у лиму, тако да просечени део материјала у том случају представља отпадак (слика 4.1.б).



Слика 2.1 Просецање (а) и пробијање (б)

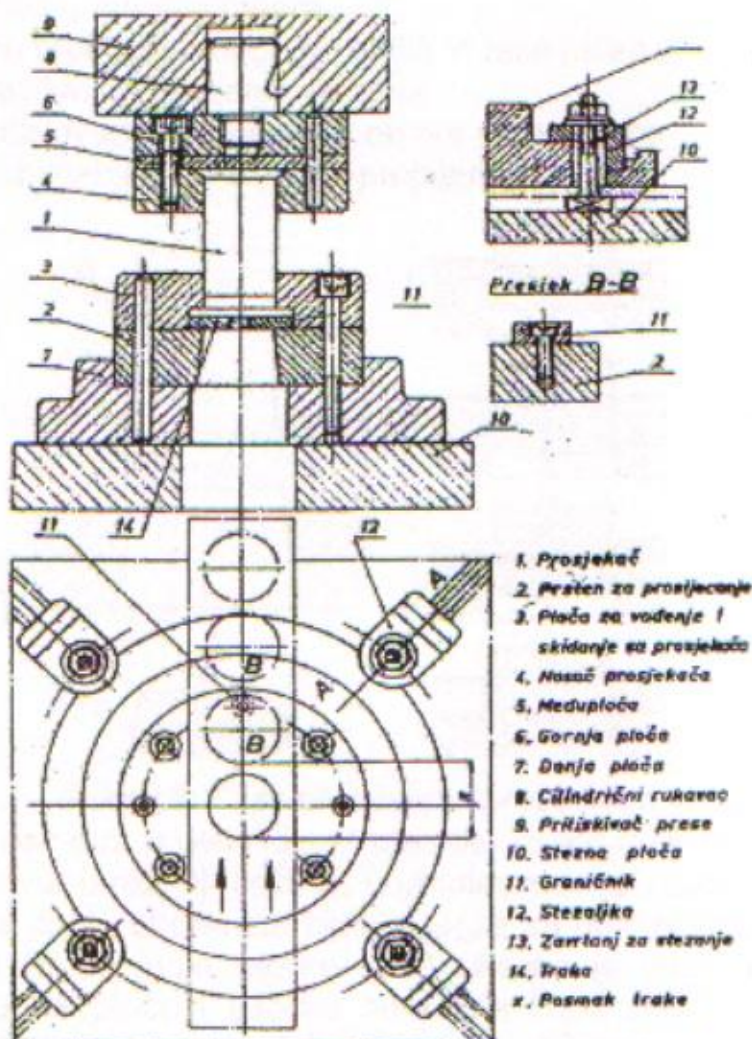
Слика 4.1 Просецање (а) и пробијање (б)

Независно од постојећих разлика између појединих видова наведених операција, оне су све по карактеру процеса, односно карактеру деформисања међусобно сличне, и зато се у даљем делу текста посебна пажња посвећује просецању, без посебног наглашавања да се изведени закључци односе на друге операције овога типа.

4.1. Обрада пробијањем и просецањем

Обрада пробијањем и просецањем ради на истом принципу као и маказе с тим што се у овом случају материјал раздваја по затвореној кривуљи према облику комада.

Типичне операције раздвајања материјала помоћу алата на пресам су свакако пробијање и просецање. Код ових операција материјал се раздваја по затвореној контури. Код просецања пресечено језгро је радни комад, а остатак траке је отпадак код пробијања пробијено језгро је отпадак.



Слика 4.2 Алат за пробијање (просецање)

Доњи склоп алата на слици 4.2 се састоји од : прстена за просецање 2, плоче за вођење 3, граничника 11, и доње плоче 7. Овај склоп се такође везује завртњевима и цилиндричним кочићима.

4.2. Фазе пробијања и просецања

При изради делова од лима највећу примену имају пробијање и просецање.Алати за ову операцију су економични само при изради већег броја делова пошто је њихова конструкција и израда доста сложена, нарочито ако се у једном алату жели постићи више операција.Ови алати се постављају на машину која се назива преса. Сечење се изводи тако да се на материјал 1 слика 4 . 3. Постављен на резну плочу 2 , делује просекач или пробијач 3 потребном силом F . При томе се у материјалу

Завршни рад

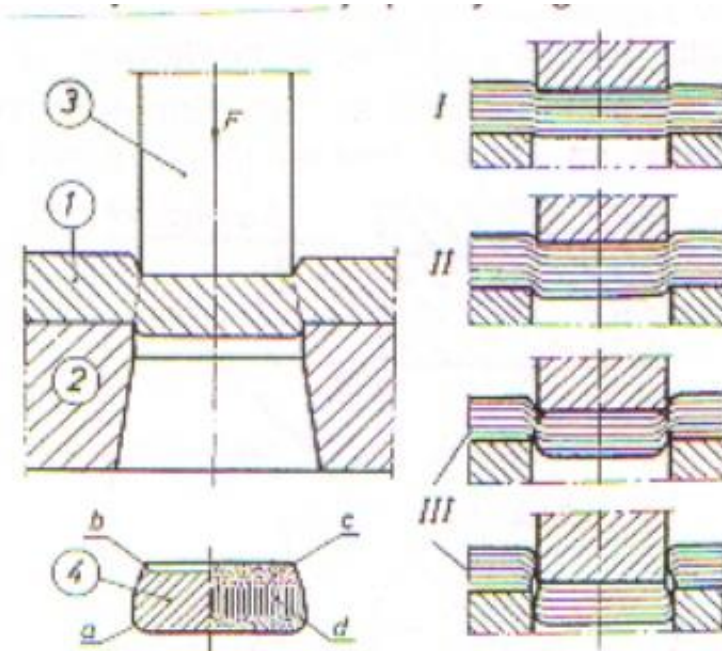
изазива деформација услед које материјал измиче испод просекача у правцу мањег отпора.

У процесу пробијања могу се уочити три фазе :

I фаза – савијање и истезање влакна,

II фаза – утискивање материјала у резну плочу,

III фаза – смицање и избацивање пробијеног дела.



Слика 4.3 : фазе пробијања и просецања

Ако се посматра слику 4.3. у делимичном пресеку изглед дела 4 који пропада кроз отвор у резној плочи, за нормалне услове зазора и рад алата, приметитиће се са доње стране заобљења (а) а са горње стране врло мала издигнућа ивица (б), која је утолико већа уколико је зазор између радних органа већи. На смицаној површини пробијеног дела може се приметити са доње стране храпави појас (с) који има мат боју. То је зона смицања и широк глатки појас (d) који има сјајну површину.

Ова чињеница нам може послужити да установимо какав нам је зазор између радних органа на алату. Када се узмемо пробијени комад и погледа се његова пресечена површина уочавају се две површине, светлија и тамнија. Правило гласи: уколико је попречни пресек пробијеног дела подједнако подељен, тј. пола језгра има светлу боју а пола тамну боју у том случају зазор између радних органа алата је добар.

Уколико се узме пробијени комад и на њему се уочи да је светлији појас већи од тамнијег то је знак да је зазор између радних делова алата велики. А уколико је тамнија површина већа од светлије површине то је знак да је зазор између радних делова мали.

4.3. Технолоичности израде делова од лима

Технолоичност једног дела треба да подразумева његову прилагођеност решењу основних елемената његове конструкције не само основних функционално експлатационим захтевима већ и захтевима успешне и рационалне производње.

То значи да се још при конструкцији делова од лима морају узимати у обзир специфичности различитих обрадних операција. С обзиром да конструктори најчешће нису у потпуности упознати са својим технолошким проблемима који се могу јавити при изради делова од лима, нормално је остварити сарадњу са технолозима и конструкторима алата. Понекад и незнатне измене на комаду могу олакшати конструкцију самог алата. Конструктор мора да води рачуна о функционалношћу израдка, облику и димензијама, тачношћу, квалитету обраде и др. сличним стварима.

Међутим технолошки разлози налажу да се са становишта обраде још посебно размотре на пример:

- спољашњи облик дела,
- унутрашњи облик дела,
- уштеда у материјалу,
- остале технолошке захвате.

Конфигурација контуре дела треба да обезбеди, како што мањи отпадак материјала, тако и задовољавајућу тачност алата као и добар квалитет израђених делова. Да би се то постигло, корисно је придржавати се следећих правила:

- Треба избегавати облике са израженим испустима јер они воде повећаној потрошњи материјала и самим тим је скупља конструкција алата. Другим речима контура израдка треба да буде по могућству што простија без оштрих прелаза уских и дугих прореа и томе слично.
- Ако делови од лима имају засеке онда треба настојати да они буду шири од дебљине лима. У противном ако су мањи од дебљине лима они се могу израдити само обрадом резањем.
- Најмања димензија отвора који се може успешно пробити уобичајним алатима зависе од њиховог облика, механичких својстава и дебљине материјала. У сваком случају пречник отвора који се пробија мора бити већи од дебљине лима.
- Треба настојати да отвори не буду близу ивице дела, као и њихово блиско међусобно растојање.
- Треба избегавати оштре прелазе и ивице.

4.4. Економска технолоичност израдка

Може се рећи да је општи показатељ технолоичности цена коштања дела. Велики удео у цени коштања дела има утрошак материјала. Облик дела који се израђује треба да је што простији, јер се тиме постиже већи степен искоришћења

Завршни рад

материјала а тиме је и простија конструкција алата, већа постојаност алата и мањи трошкови одржавања алата.

Технологичност дела је испуњена онда када је његова израда најекономичнија уз одговарајуће експлатационе услове. Елементи за оцену технологичности дела су:

- број и компликованост операција технолошког поступка,
- утрошак материјала,
- постојаност алата,
- обом накнадне механичке обраде,
- квалификација радника који опслужују машину.

Оцена економске целисходности једне или друге технолошке и конструктивне варијанте може бити унапред изражен путем одговарајућих образаца:

Прорачун економичности се врши према изразу :

$$C = C_m + \sum C_z \left(1 + \frac{P}{100}\right) + \frac{\sum C_a \left(1 + \frac{P}{100}\right)}{N}$$

Где је :

C – цена коштања израдка,

C_m – цена коштања материјала за један израдак,

C_z – зарада радника на свакој операцији,

C_a - цена алата за сваку операцију,

P, P_1 – фактурни расходи,

N - број израдака у серији.

4.5. Методе рационалног коришћења материјала

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

Да би се постигли квалитетнији и чисти пресечени комади ширина траке B треба да буде већа од ширине радног комадасе добија изврстан део који се означава као руб. Исто тако се и језгра немогу пробијати један уз други потребно је међу њима такође предвидети изврстан размак који се означава са (n) .

Ширина руба зависи од дебљине лима (s) и ширине траке (B) која се прерађује и по правилу растеса порастом ових величина. Економичност искоришћења материјала

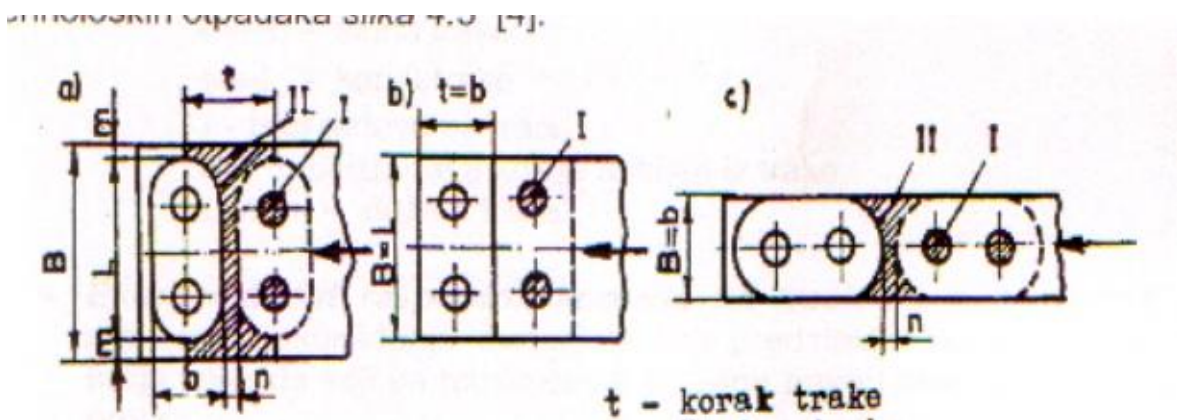
Завршни рад

се може оценити степеном искоришћења материјала, који представља однос стварног броја комада који се може добити из траке и теоријски 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 губитака материјала применом помоћног граничника

Величина отпадака зависи углавном од распореда комада на траци али и од величине руба и моста. Због тога ширина руба и моста треба да буде што мања с тим да не пређе одређену границу, код које би губитак због шкарт комада био већи од уштеде материјала.



Слика 4 . 4. Распоред комада на траци

- Нормалан отпадак, када се ради са препорученим размаком између контура дела и размаком по ивици траке.
- Без технолошког отпадака јер не постоји технолошки размак као ни размак по ивици траке. Једини отпадак је од пробијања отвора. За овај случај добија се највећи степен искоришћења материјала.
- Са малим технолошким отпадом јер постоји међусобни размак (n)

$$\eta = \frac{A_o}{A_t} \cdot 100\% = \frac{A_o \cdot N}{Bt \cdot L} \cdot 100\%$$

- A_o (mm^2) – површина израдка,

- A_t (mm^2) – површина траке за један комад,

Завршни рад

- B (mm) – ширина траке,

- N – број комада из траке,

- L – дужина траке.

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

$$\eta = \frac{A}{At} \cdot 100\% = z \frac{A}{B \cdot L} \cdot 100\%$$

A (mm²) – површина радног комада

At (mm²) – површина једне траке

z – стварни број комада који се добија из траке

5.ИЗРАДА ДЕЛОВА МЕХАНИЗМА У ВЕЛИКОСЕРИЈСКОЈ ПРОИЗВОДЊИ И У ОВОМ ПОГЛАВЉУ

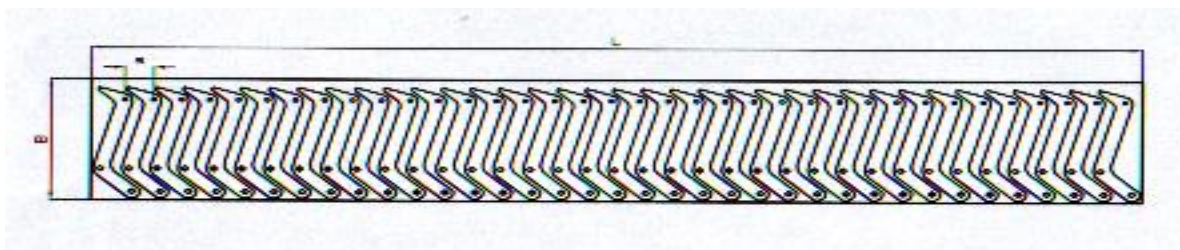
Израда делова маказа у малосеријској производњи врши се сечењем на ласерима. Сама примена резањем ласером је скупа технологија због тога се примењује израда делова пробијањем и просецањем. У наредном делу текста објасниће се како се врши израда сваког дела маказа понаособ.

5.1. Технолошки поступак израде полуге 1

Полуга 1 добија се сечењем лима S235JR дебљине $s = 4$ мм на траку ширине 300 мм. Сечење лима се врши из полуфабриката у облику табле са стандардним димензијама. Димензија табле је 1000 x 2000 мм,

Прва битна ствар код просецања полуге 1. је степен искоришћења материјала η . Овај параметар је јако битан у целом поступку израде самих маказа. На основу овог параметра зависи сама производња маказа. Што је овај параметар већи то је степен искоришћења материјала већи и цена коштања мања.

Степен искоришћења материјала битно зависи од распореда и облика комада који се просеца. На слици 5.1. приказан је распоред комада на траци полуге 1.



Слика 5.1. Распоред комада на траци при изради полуге 1.

Степен искоришћења материјала за полуку 1 није велики због специфичног и сложеног облика израдка.

$$\eta = \frac{A_0}{A_1} \cdot 100\% = \frac{A_0 \cdot i}{Bt \cdot t} \cdot 100\% = \frac{9670 \cdot 26}{300 \cdot 2000} \cdot 100\% = \frac{251420}{600000} \cdot 100\% = 42\%$$

– A_0 – површина израдка

Завршни рад

- A_t – површина траке за један израдак
- B_t – ширина траке
- t – корак траке
- i – број редова на траци

Када се лим исече на траке ширине 300 мм и дужине 2000 мм први корак у изради полуге 1 је пробијање полуге у алатима тј. наменским алатима који се постављају на ексцентар пресу. Просецање полуге 1 врши се у двокорачном алату за пробијање и просецање где се у два удара пресе добија готов облик полуге 1.

У првом кораку се пробијају три отвора на контури. То се врши помоћу пробијача, један пробијач је округлог попречног пресека са пречником од 8, 2 мм док су остала два квадратног попречног пресека димензија 9 x 9 мм.

У другом кораку се просеца контура полуге 1. Дејством силе просекача на материјал израдка добија се контура 1 која се формира у резној плочи алата. Потребна сила за просецање полуге 1 рачуна се по формули:

$$F = L \cdot s \cdot \tau m = 600 \cdot 4 \cdot 40 = 96t$$

Где је :

- F – сила просецања,
- s – дебљина материјала,
- τm – чврстоћа на смицање материјала

Следећи корак је одстрањивање пуцне која се јавља као последица зазора између радних елемената алата. Одстрањивање пуцне на добијеним полупроизводима се врши поступком који се назива бубњање. То је поступак у коме се готови комади убацују у бубањ у коме се налази пиљевина са абразивним песком и при великој обимној брзини са готових комада се одстрањује масноћа и пуцна. Масноћа се на комадима појављује услед просецања јер се табла обавезно науљи приликом просецања. Овим процесом се олакшава пробијање и просецање и штите резне ивице алата.

Када се заврши поступак скидања острих ивица на полузи 1 тј. комад изађе без пуцне и одмашћен следећи корак је савијање полуге 1. Ова операција се такође изводи у алату који се поставља на ексцентар пресу и са само једним ударом пресе полуга 1 добија савијен облик. Савијање се примењује да би израдак добио жељени облик и жељену чврстоћу тј. ојачање.

Последња операција у изради ове полуге је њена површинска заштита. Она подразумева одмашћивање полуге у одмашћивачу а потом и фарбање полуге у течном

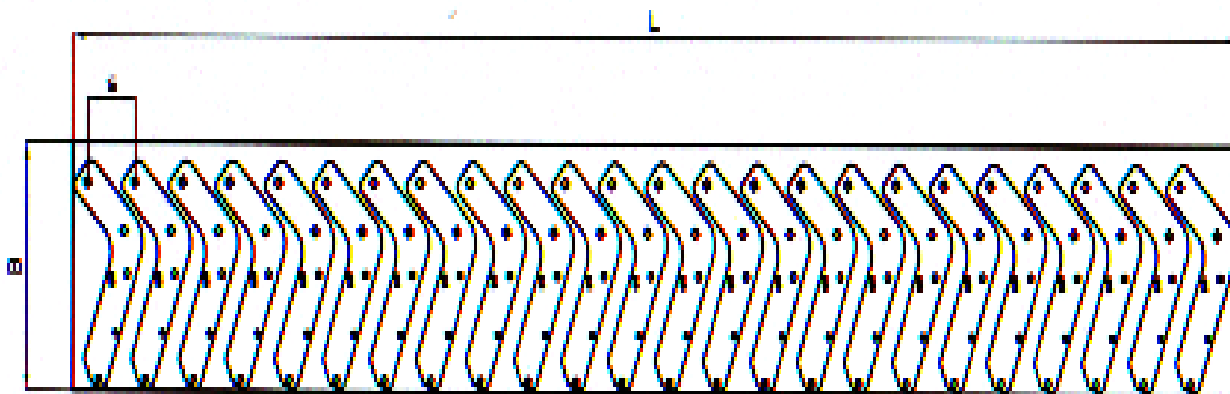
црном нитро емајлу. Тако се добија готов полупроизвод који даље са осталим полулама помоћу закивака иде на монтажу.

5.2. Технолошки поступак израде полуге 2

Полуга 2. добија се сечењем лима S235JR дебљине $s = 3$ мм на траку ширине 280 мм. Сечење лима се врши из полуфабриката у облику табле са стандардним димензијама, у нашем случају табла је 1000 x 2000 мм,

Степен искоришћења материјала битно зависи од распореда и облика комада који се просеца.

На слици 5. 2. Приказан је распоред делова полуге 2 на траци.



Слика 5.2. Распоред делова полуге 2 на траци

Степен искоришћења материјала за полуку 2:

$$\eta = \frac{A_0}{A_1} \cdot 100\% = \frac{A_0 \cdot i}{B \cdot t} \cdot 100\% = \frac{13831 \cdot 30}{280 \cdot 2000} \cdot 100\% = \frac{414930}{560000} \cdot 100\% = 74\%.$$

– A_0 – површина израдка

– A_t – површина траке за један израдак

– B_t – ширина траке

– t – корак траке

Завршни рад

– i – број редова на траци

Када се лим исече на траке ширине 280 мм и дужине 2000 мм први корак у изради полуге 2 је просецање полуге у алатима тј. наменским алатима који се постављају на ексцентар пресу. Просецање полуге 2 врши се у двокорачном алату за пробијање и просецање где се у два удара пресе добија готов облик полуге 2.

У првом кораку на траци лима се пробија отвор квадратног попречног пресека 9 x 9 мм као и отвори пречника 6,5 мм и два отвора пречника 8,5мм.

У другом кораку се просеца контура полуге 2.Дејством силе просекача на материјал израдка добија се контура полуге 2 која се формира у резној плочи алата. Потребна сила за просецање полуге 2 се рачуна по формули:

$$F = L \cdot s \cdot \tau m = 600 \cdot 3 \cdot 40 = 72t$$

Где је :

– F – сила просецања,

– s - дебљина материјала,

– τm –чврстоћа на смицање материјала.

Следећи корак је одстрањивање пучне која се јавља као последица зазора између радних елемената алата.Одстрањивање пучне на добијеним полупроизводима се врши поступком који се назива бубњање.То је поступак у коме се готови комади убацују у бубањ у коме се налази пиљевина са абразивним песком и при великој обимној брзини са готових комада се одстрањује масноћа и пучна.Масноћа се на комадима појављује услед штанцовања јер се табла обавезно науљи приликом штанцовања.Овим процесом се олакшава пробијање и просецање и штите резне ивице алата.

Последња операција у изради ове полуге је њена површинска заштита.Она подразумева одмашћивање полуге у одмашћивачу а потом и фарбање полуге у течном црном нитро емајлу.

5.3. Технолошки поступак израде полуге 3

Полуга 3.добија се сечењем лима S235JR дебљине $s = 4$ мм на траку ширине 25 мм. Сечење лима се врши из полуфабриката у облику табле са стандардним димензијама, у нашем случају табла је 1000 x 2000 мм,

Степен искоришћења материјала битно зависи од распореда и облика комада који се штанцује.Степен искоришћења материјала за полугу 3 је веома висок због једноставности саме полуге 3.



$$\eta = \frac{A_o}{A_1} \cdot 100\% = \frac{A_o \cdot i}{Bt \cdot t} \cdot 100\% = \frac{7250 \cdot 1}{25 \cdot 302} \cdot 100\% = 96\%$$

Завршни рад

- A_0 – површина израдка
- A_t – површина траке за један израдак
- B_t – ширина траке
- t – корак траке
- i – број редова на траци

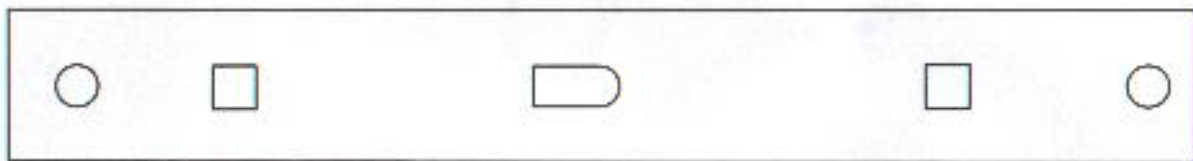
Када се лим исече на траке ширине 25 мм и дужине 302 мм следећи корак при изради полуге 3 је штанцовање полуге у специјалним алатима тј. наменским алатима се постављају на ексцентар пресу. Штанцовање лима из којег се добија полуга 3 врши се у двокорачном алату за пробијање и просецање лима где се у два удара пресе добија облик полуге 3.

У првом кораку трака лима се ставља у наменски алат који је постављен на ексцентар преси и у једном удару пресе пробија се отвор $\phi 8,5$ мм и обара радијус на почетку траке $R 20$ мм. Следећи корак се понавља исто само са друге стране тракице.

У другом кораку се врши савијање готовог припремка. Пошто имамо готов комад који има технолошке рупе на себи а потребно га је савити да би полуга 3 добила свој задати облик трака се ставља у нови алат који је постављен на ексцентар пресу где се врши савијање. У овом алату се изводе две операције у истом тренутку. Прва операција је савијање полазне траке са пробијеним рупама а друга је ојачање која се примећује на полузи 3. Ово ојачање има улогу да се овако уска тракица не деформише под дејством силе. Ово ојачање се осликава у виду неравнине истиснуте на горе. Ово је класичан пример извлачења материјала где се добија чврстоћа готовог дела.

5.4. Технолошки поступак израде полуге 4

Полуга 4 добија се сечењем лима S235JR дебљине $s = 3$ мм на траку ширине 30 мм. Сечење лима се врши из полуфабриката у облику табле са стандардним димензијама, у нашем случају табла је 1000 x 2000 мм,



Степен искоришћења материјала битно зависи од распореда и облика комада који се штанцује. Степен искоришћења материјала за полугу 4 је веома висок због једноставности саме полуге 4.

Завршни рад

$$\eta = \frac{A_o}{A_1} \cdot 100\% = \frac{A_o \cdot i}{B_t \cdot t} \cdot 100\% = \frac{6990 \cdot 1}{30 \cdot 233} \cdot 100\% = 100\%$$

- A_o – површина израдка,
- A_t – површина траке за један израдак,
- B_t – ширина траке,
- t – корак траке,
- i – број редова на траци.

Када се лим исече на траке ширине 30 мм и дужине 233 мм следећи корак при изради полуге 4 је штанцовање полуге 4 у специјалним алатима који се постављају на ексцентар пресу. Штанцовање лима из кога се добија полука 4 врши се у двокорачном алату за пробијање где се у само два удара пресе добија готов облик полуге 4.

У првом кораку исечена трака се поставља у алат који је постављен на ексцентар пресу и у једном удару пресе у истом тренутку се пробијају два отвора ф 8,5 мм и квадратни отвор 8,6 x 8,6 мм. Затим се трака вади из алата и окреће за 180 степени и пробијање се понавља и на другој страни траке.

У другом кораку на оштанцованом комаду потребно је израдити закачку за опругу. Овај процес се такође изводи у алату. Овај алат је постављен на ексцентар пресу и мало се разликује од алата за пробијање и просецање. Ово је алат који у једном свом делу просеца клин а у другом делу врши извлачење. Део који се добија извлачењем има своју улогу на полуци 4. Заправо за овај жљеб се качи спирална опруга која се везује за полуку 5. Ова опруга има задатак да враћа склоп у првобитан положај.

У трећем кораку врши се савијање полуге 4. Савијање се врши да би полука 4 добила свој коначни изглед који је задат у техничкој документацији.

5.5. Технолошки поступак израде полуге 5

Полука 5 добија се сечењем лима S235JR дебљине $s = 5$ мм на траку ширине 25 мм. Сечење лима се врши из полуфабриката у облику табле са стандардним димензијама, у нашем случају табла је 1000 x 2000 мм,



Завршни рад

Степен искоришћења материјала битно зависи од распореда и облика комада који се штанцује. Степен искоришћења материјала за полугу 5 је веома висок због једноставности саме полуге 5.

$$\eta = \frac{A_0}{A_1} \cdot 100\% = \frac{A_0 \cdot i}{B_t \cdot t} \cdot 100\% = \frac{6300 \cdot 1}{25 \cdot 263} \cdot 100\% = 96\%$$

- A_0 – површина израдка,
- A_t – површина траке за један израдак,
- B_t – ширина траке,
- t – корак траке,
- i – број редова на траци.

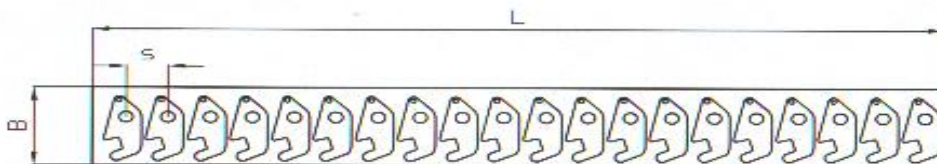
Када се лим исече на траке ширине 25 мм и дужине 263 мм следећи корак при изради полуге 5 је штанцовање полуге 5 у специјалним алатима који се постављају на ексцентар пресу. Штанцовање лима из кога се добија полуга 5 врши се у двокорачном алату за пробијање где се у само два удара пресе добија готов облик полуге 5.

У првом кораку трака лима дебљине 5 мм и ширине 25 мм и дужине 263 мм се ставља у наменски алат који се постављен на ексцентар пресу и у једном удару пресе пробијају се два отвора $\phi 8,5$ мм на растојању од 43 мм и обара радијус на почетку траке R 20 mm. Следећи корак се понавља исто само са друге стране флаха где се пробија само један отвор $\phi 8,5$ мм и обара радијус R 20 mm.

У другом кораку врши се савијање готовог припремка. Пошто имамо готов комад који има технолошке рупе на себи а потребно га је савити, да би полуга 5 добила свој задати облик трака се ставља у нови алат који је постављен на ексцентар преси где се врши савијање. У овом алату се изводе две операције у истом тренутку. Прва операција је савијање полазне траке са пробијеним рупама а други је ојачање које се примећује на полуги 5. Ово ојачање има улогу да се овако уска трака не деформише под дејством силе. Ово ојачање се осликава у виду неравнине истиснуте на горе. Ово је класичан пример извлачења материјала где се добија већа чврстоћа готовог дела.

5.6. Технолошки поступак израде кљунића

Кљунић се добија сечењем лима S235JR дебљине $s = 5$ мм на траку ширине 56 мм. Сечење лима се врши из полуфабриката у облику табле са стандардним димензијама, у нашем случају табла је 1000 x 2000 мм,



Степен искоришћења материјала битно зависи од распореда и облика комада који се штанцује. Степен искоришћења материјала за кљунић је веома висок због једноставности саме позиције кљунића.

$$\eta = \frac{A_0}{A_1} \cdot 100\% = \frac{A_0 \cdot i}{B_t \cdot t} \cdot 100\% = \frac{135 \cdot 80}{56 \cdot 2000} \cdot 100\% = 96\%$$

– A_0 – површина израдка,

– A_t – површина траке за један израдак,

– B_t – ширина траке,

– t – корак траке,

– i – број редова на траци.

Када се лим исече на траке ширине 56 мм и дужине 2000 мм следећи корак при изради кљуница је штанцовање кљунића у специјалним алатима који се постављају на ексцентар пресу. Штанцовање лима из кога се добија кљунић врши се у специјалним алату за пробијање и просецање где се у само два удара пресе добија готов облик кљунића.

У првом кораку трака лима дебљине 5 мм ширине 56 мм и дужине 2000 мм ставља се у наменски алат који је постављен на ексцентар пресу и у једном удару пресе пробија се отвор $\phi 8,2$ мм.

У другом кораку у наредном удару пресе просеца се контура кљунића и добијамо контурни облик кљунића. Сила која је потребна за просецање контуре кљуна се израчунава по формули:

$$F = L \cdot s \cdot \tau m = 400 \cdot 5 \cdot 40 = 80t$$

Где је : – F – сила просецања,

– s – дебљина материјала,

– τm – чврстоћа на смицање материјала.

У трећем кораку кљунић иде у такозвану обраду пљескањем. То је поступак где долази до стањивања материјала израдка због потребних конструкционих мера. На том месту постављају се спиралне опруге која има функцију да враћа маказе у

првобитни положај.Кљунић се поставља у алат на преси који под дејством силе коју добија од ексцента пресе деформише врх кљунића и на том месту почетна дебљина лима од 5мм смањује се на 3мм.

У четвртом кораку када смо добили кљунић са једне стране мање дебљине вршимо пробијање отвора ϕ 3 мм кроз који се провлачи спирална опруга. Овај поступак се изводи такође у алату за пробијање на ексцентар преси и са једним ударом пресе добија се отвор у комаду који задовољава полазне мере и облик који захтева техничка документација.

5.7. Технолошки поступак израде лимчића

Лимчић се добија сечењем лима S235JR дебљине $s = 1.5$ мм на траку ширине 82мм. Сечење лима се врши из полуфабриката у облику табле са стандардним димензијама, у нашем случају табла је 1000 x 2000 мм,

Степен искоришћења материјала битно зависи од распореда и облика комада који се штанцује. Степен искоришћења материјала за лимчића је веома висок због једноставности саме лимчића

$$\eta = \frac{A_o}{A_1} \cdot 100\% = \frac{A_o \cdot i}{B_t \cdot t} \cdot 100\% = \frac{1064 \cdot 125}{82 \cdot 2000} \cdot 100\% = 89\%$$

– A_o – површина израдка,

– A_t – површина траке за један израдак,

– B_t – ширина траке,

– t – корак траке,

– i – број редова на траци.

Када се лим исече на траке ширине 82 мм и дужине 2000 мм следећи корак при изради кљуница је штанцовање личића у специјалним алатима који се постављају на ексцентар пресу. Штанцовање лима из кога се добија лимчић врши се у специјалним алатима који се постављају на ексцентар пресу. Штанцовање лима из којег се добија лимчић врши се у двокорачном алату за пробијање и просецање лима где се у два удара пресе добија готов облик лимчића.

У првом кораку трака лима дебљине 1.5 мм ширине 82 мм и дужине 2000 мм ставља се у наменски алат који је постављен на ексцентар пресу и у једном удару пресе пробијају се два отвора ϕ 8,2 мм.

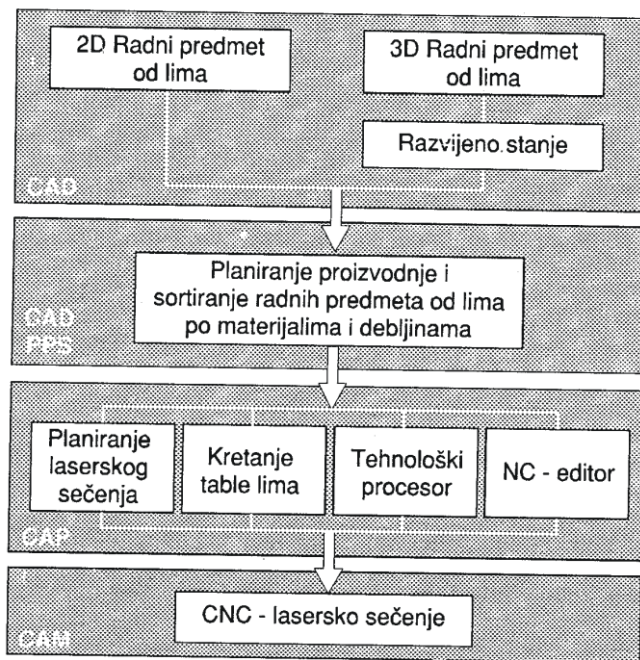
У другом кораку се просеца контура лимчића и има облик који задовољава услове техничке документације.

6. ИЗРАДА ДЕЛОВА МЕХАНИЗМА ПРИМЕНОМ СЕЧЕЊА ЛАСЕРОМ

Делови на ласеру се израђују тако што се цртеж обрађује у софтверу који исписује низ функција који су записани у виду кода који машина разуме. Машина учитава код који софтвер проследи и разуме шта треба да ради.

Принцип рада у софтверу за управљање ласерском машином своди се на програмирање у G – codu, коју сама машина разуме. Наиме G – cod је скуп команди којима се изражавају функције тј. команде по којима машина извршава инструкције задате од стране софтвера тј. од стране програмера.

Програмско радно место се састоји од хардвера и софтвера. Хардвер чини рачунар. Док софтвер чини програмски пакет намењен за решавање проблема сечења лима (израда развијеног стања радних предмета од лима). То је CAD – CAM технологија програмирања где се једном речју програмирање врши помоћу два засебна рачунара. На слици 6 .1. Приказан је принцип шеме софтвера за ласерско сечење.

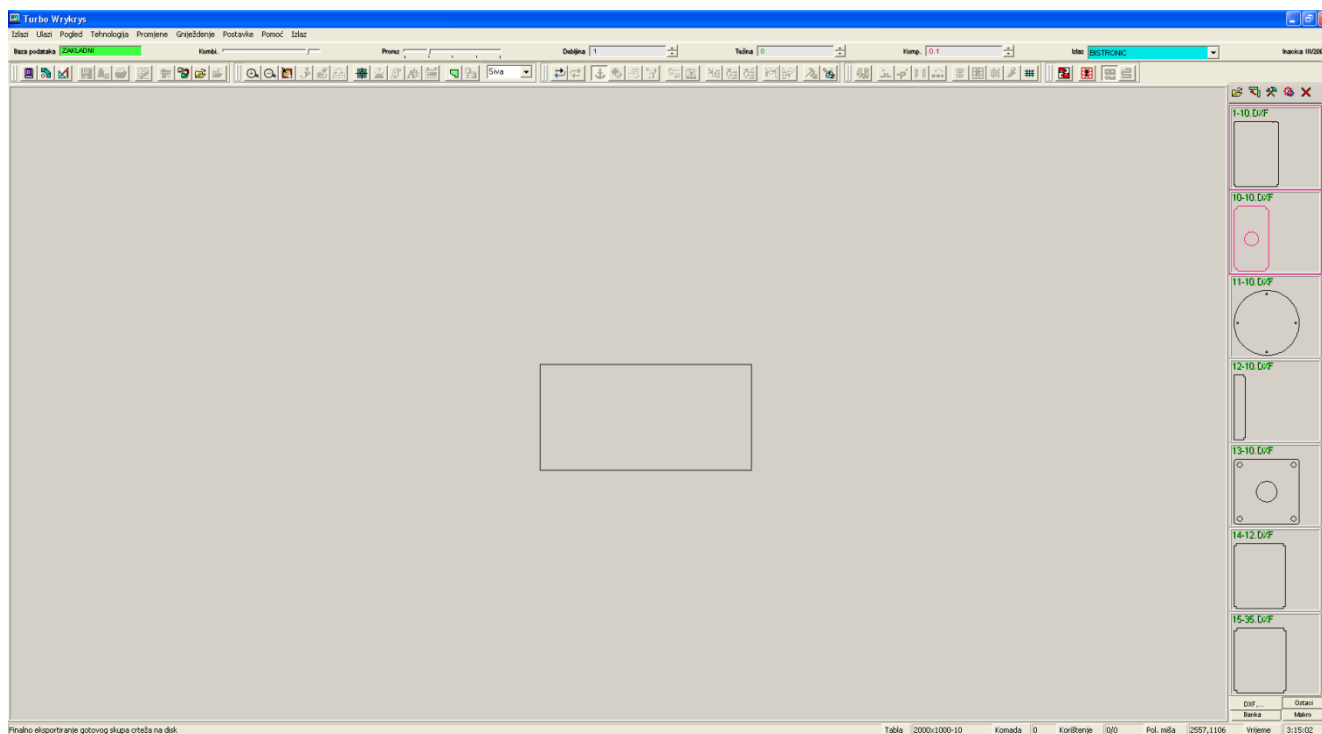


Слика 6. 1. Софтверска шема ласерског сечења

Поступак програмирања ласерске машине у CAD – CAM технологији је релативно једноставан, уз познавање одређених програма и рад на рачунару. Најпре када се ради о резању делова од лима узимају се предходно припремљени цртежи који

Завршни рад

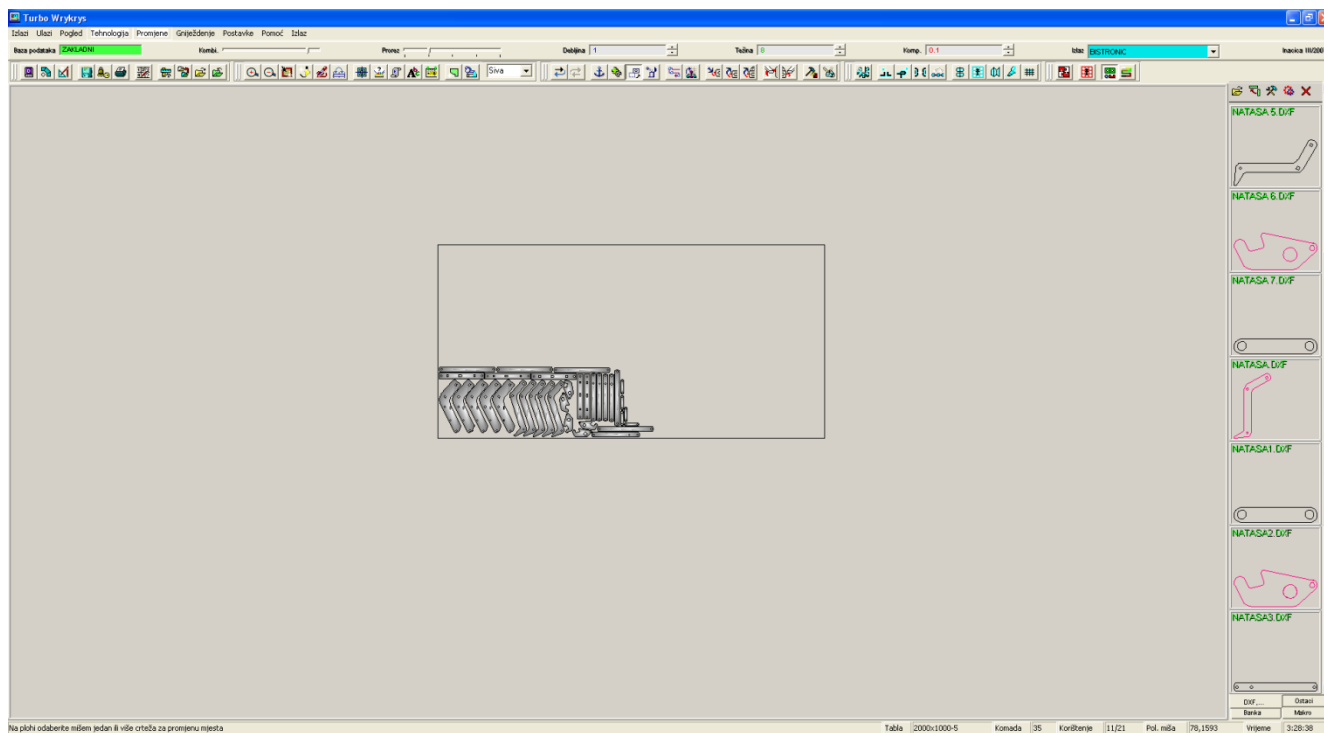
се цртају у програмима за машинско пројектовање типа Auto Cad и у њему се цртеж обрађује и припрема за даљи транспорт у базу података софтверског програма који управља радом машине који је приказан на слици 6. 2.



Слика 6. 2. Изглед програма за програмирање ласера

Када се цртеж учита у софтверски програм приступа се обради контуре коју треба резати. На унети цртеж задају се редослед операција бушења и задају се улази како би се обезбедила одговарајућа тачност израђеног комада и врши се слагање комада на таблу као што је приказано на слици 6. 3.

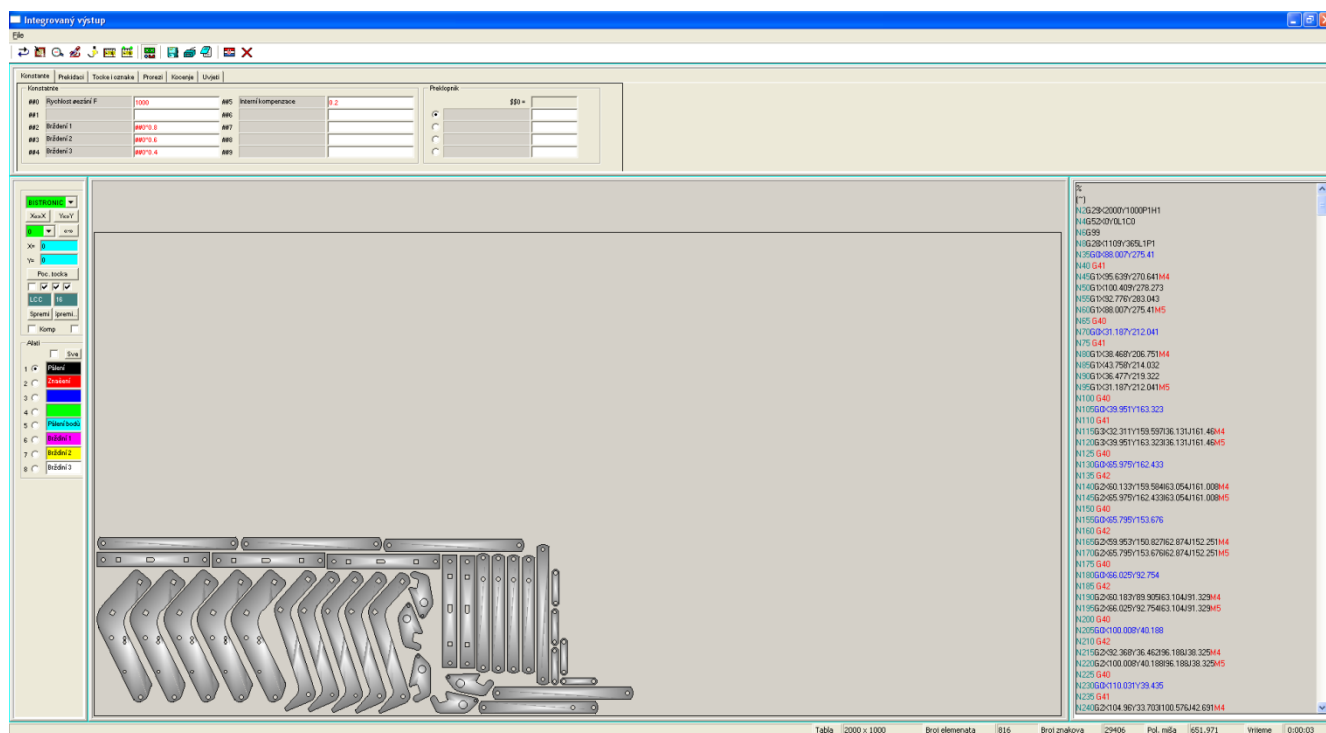
Завршни рад



Слика 6. 3. Изглед табле и распореда комада припремљених за сечење у софтверу за програмирање ласера.

Када се направи одабир табле и сложе делови на таблу врши се снимање програма у G-cod. То је низ нумеричких команди који почињу латиничним словом G и додатним бројем поред њега. Свака команда има своје значење и директно утиче на управљање машине и њених функција. Снимање програма се врши у подпрограму овог софтвера који аутоматски исписује низ кодова потребних за израду задатих комада на табли. На слици 6. 4. Приказан је изглед подпрограма где се види како изгледа G-cod за пар позиција које чине склоп маказа.

Завршни рад



Слика 6. 4. Приказ подпрограма за снимање G-coda.

Иначе програм који се сними директно је повезан са рачунаром који управља машином. Када се на машини учита програм врши се одабир параметара за одређену дебљину лима која се жели сећи. Подешава се режим обраде и ласером започиње

Обрада ласером се врши у малосеријској производњи. То је веома тачна и прецизна обрада резањем материјала где се комади добијају у жељеном облику без неких већих потешкоћа. Једина мана је што је ово изузетно скуп процес резања због енергената које машина користи. То су гасови за резање и струја. Због тога се ова технологија израде маказа за кауч не може применити у великосеријској или масовној производњи. Када су нам потребне велике количине делова се примењује се обрада пробијањем и просецањем у алатима на пресам.

7. МОНТАЖА МАКАЗА

Монтажа је један од најзначајних делова производног система, јер представља завршну фазу израде једног производа. У оквиру производног система она је уско, организацијски повезана са многим процесима рада који јој предходе.

Капацитет монтаже, односно број производа који се може произвести у одређеном временском периоду, представља капацитет предузећа у оквиру којег се посматра сам процес производње. Заправо, карактеристике монтаже битно утичу на сам процес производње, а самим тим и на предузеће као целину. Због тога је веома битно да активности склапања производа буду добро конципирани и да су у складу са развојним плановима предузећа.

Активности обухваћене монтажом су истовремено најбитнији делови производног процеса једног предузећа, јер процес спајања интегрише све предходне производне операције. Захтев који тржиште представља пред једним производом, неминовно ће се трансформисати у захтев који сам процес производње поставља пред монтажу. У том смислу јасно се може уочити правац развоја монтаже у смислу повећања броја склопова који се роботизовано постављају у радни положај.

Процес фиксирања делова спада у основну групу процеса монтаже. Поред често геометријских аспеката, процес фиксирања може да обезбеди и неке захтеве. Ти захтеви су повезани са функцијом коју део или група делова треба да оствари унутар склопа. То је најчешће функција преноса оптерећења. Фиксирањем могу да се остваре и неке друге функције као што су херметичност и еластичност спојева.

Према класификацији монтаже делови се примењују у системима мануелне и аутоматске монтаже сврстане су у десет група:

1. Пресовани спојеви
2. Вијчане везе
3. Закивање
4. Еластичне везе
5. Лепљење
6. Заваривање
7. Лемљење
8. Атхезионе везе
9. Фиксирање пластичним деформисањем
10. Остале технике фиксирања.

Са аспекта технологичности процеса монтаже, од посебног значаја је да ли се процес фиксирања оствареног споја базира на додатним компонентама (деловима или материјалима), колики је њихов број и каква су им физичка или геометријска својства. По овом критеријуму технике фиксирања се класификују у четири групе:

1. Монтажа без додатних компонената,
2. Монтажа које захтева једну додатну компоненту по споју,
3. Монтажа које захтева више од једне додатне компоненте по споју,
4. Монтажа загревањем.

Завршни рад

У прву групу се сврставају технике монтаже базиране на еластичној или пластично деформацији спојених делова и технике које су базиране на успостављању непосредне адхезионе везе између делова у споју. Са аспекта технологије монтаже ова група је најпогоднија, јер она на најдиректнији начин задовољава један од кључних критеријума технологичности склопа са аспекта монтаже минимум делова.

У другу групу се сврставају технике базиране на закивању, простим вијчаним везама, везама које се остварују лепљењем и везама оствареним еластичним елементима (ускочници).

У трећу групу сврставају се сложене вијчане везе, на пример комбинација завртањ-подлошка- навртка.

У четврту групу спајају различите технике заваривања и лемљења. У реалним ситуацијама, често се комбинују различите технике монтаже да би се обезбедиле захтеване функције једног одређеног дела унутар склопа у којима се уграђују. У овом случају монтаже делова се назива сложеним.

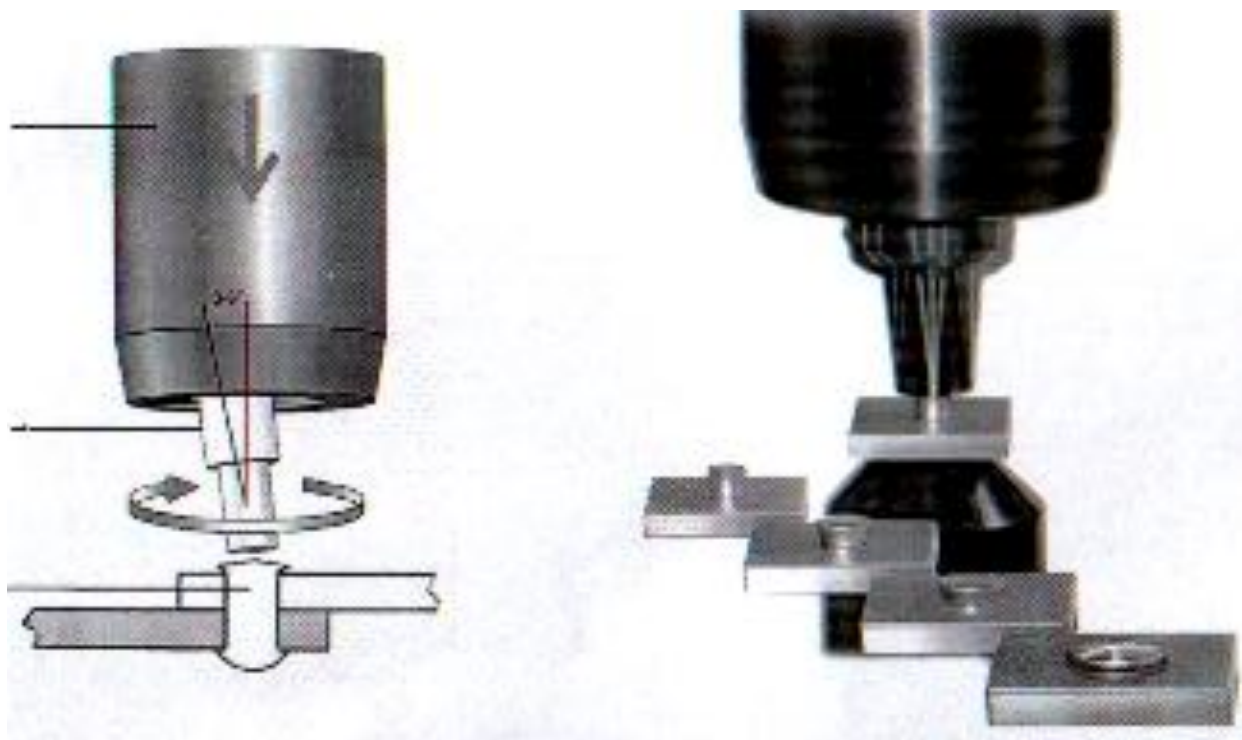
Технологија закивања је најстарија технологија монтаже спајања делова. Она је развијана и усавршавана деценијама.

Са аспекта монтаже значајне су две чињенице: 1) везе остварене закивањем су нераздвојиве и 2) монтажа закивањем захтева једну додатну компоненту по споју. Такође, значајна чињеница са аспекта монтаже је да се спој формира под дејством пластичне деформације заковице, што је повезано са силама великог интензитета и опремом која ће те силе да генерише.

Појавом технологије заваривања, лемљења, лепљења и других алтернативних технологија, технологија закивања губи примат, али она је и данас врло актуелна. Авио индустрија је област у којој је ова технологија и даље водећа. Такође, електроиндустрија, односно индустрија контактора је област у којој је технологија широко заступљена. Најновији развој у области ауто индустрије одвија се у правцу увођења технологије закивања као алтернативе технологији тачкастог заваривања.

За све наведене примере карактеристично је да се технологија закивања појављује у новом облику са високотехнолошким садржајима у смислу функционалности оствареног споја и у смислу погодности за потпуну аутоматизацију.

Уместо примене конвенционалног приступа који је базиран на обликовање главе заковице дејством аксијалне силе великог интензитета (најчешће ковањем) обликовање главе завојнице се остварује пластичним деформисањем. Под дејством концентрисане силе преко посебно обликованог пробојца који ротира под углом од 3 – 6 степени. На овај начин се обликовање остварује под дејством силе малог интензитета уз истовремено значајно побољшање и функционалних карактеристика споја. На слици 7.1. приказан је процес закивања заковице.



Слика 7 .1. Процес закивања заковице

Поступак монтаже полуга у функционалну целину врши се закивањем. Процес закивања се остварује помоћу заковица и даје склопу чврсту нераздвојиву везу у којој је свака полука на месту где је закована зглобно везана са суседном полугом и остварује зглобну везу.

Процес склапања маказа се изводи помоћу заковица пречника 6 мм на машинама на којима се врши закивање. Поступак се изводи тако што се полука 2 спаја у чврсту зглобну везу са кљунићем на који је предходно постављен лимчић који се закива заједно са њим у једну целину. Следећи поступак је постављање спиралне опруге пречника 8 мм која се једним својим делом качи на кљунић а другим на полуку 2 .

Следећи корак је закивање полуге 1 за полуку 2 која је зглобно везана за полуку 3 помоћу заковице пречника 6мм.Следећи поступак је спајање полуге 3 са полугом 4 такође посредством заковице пречника 6 мм.Последњи елемент који се закива јесте полука 5 који се спаја у зглобну везу помоћу заковице са полугом 4 и полугом 2.На крају се поставља спирална опруга пречника 12мм на полуку 4 и полуку 5.Последња операција јесте фарбање целокупног склопа.Ова операција се врши тако што се целокупан склоп потапа у одмашћивач и потом у нитро црни емајл.Након неколико секунди склоп се вади из фарбе и након 10 минута пакује се у пар као лева и десна маказа.

8. ЗАКЉУЧАК

На основу свега изложеног у овом Завршном раду могу се извести следећи закључци:

- Поступци израде делова од лима имају велику примену у серијској и масовној производњи. Одликује их висок степен искоришћења материјала једноставност послуживања машина и могућност аутоматизације.
- Процес обраде пробијањем и просецањем се заснива на принципу алата који се поставља најчешће на машину која се назива преса. Објашњени су поступци како се врши пробијање и каква је разлика између пробијања и просецања и каква је разлика између пробијеног и пресеченог дела као и типови алата који се могу срести у производњи.
- Методе рационалног коришћења материјала изводи са прорачуном степена искоришћења материјала као и успоставља се распоред делова на траци.
- Објаснили смо добијање сваког дела маказа понаособ. Сваки поступак израде и одабир материјала, алата као и други низ конструкционих ствари.
- Израда маказа сецењем ласером се примењује у малосеријској производњи због скупе и не исплативе производње.
- Захваљујем се на срдечној помоћи у изради дипломског рада предузећу МБМ из Пожеге као и машинском инжењеру Александру Игњатовићу као и фирми Прогрес инжењеринг из Чачка.

9. ЛИТЕРАТУРА

1. Јовичић М. Основне конструкције алата и прибора
Кршљак Б. Научна књига Београд , 1980.
2. Техничка документација фирме МБМ из Пожеге која се бави производњом
маказа и металне галантерије
3. Документација Универзитета у Крагујевцу
4. Документација из фирме „Прогрес инжењеринг” из Чачка
5. Документација ласера за резање метала Bystronicbysprint 3015