

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Младен, Б. Арсенијевић

Технологија сечења материјала

Завршни рад

Крагујевац, 2016.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма:

Ниво студија: Основне академске студије

Модул:

Предмет:

Број индекса: 106/2009

Младен, Б. Арсенијевић

Технологија сечења материјала

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф.др Богдан Недић

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да прикупи податке, систематизује их и на одговарајући начин презентира о сечењу материјала различитим поступцима: сечење плазмом, сечење воденим абразивним млазом, сечење ласером и да ове поступке упореди са поступком гасног сечења.

У посебном делу рада кандидат треба да опише савремену CNC производну опрему за сечење којом располаже предузеће "RAPP MARINE", Гружа. Потребно је описати машину, дати примере израде појединих делова и приказати основне карактеристике софтвера који се користи за програмирање.

Препоручена литература:

1. Миодраг Лазић, „*Неконвенцијални поступци обраде*“, Универзитет у Крагујевцу, Машински факултет Крагујевац, Београд
2. Драгоје Миликић „*Неконвенцијални поступци обраде*“, Универзитет у Новом Саду, ФТН, Нови Сад, 2002.
3. Проф.Др Предраг Јанковић „*Савремени поступци обраде- Пут ка еколошким технологијама*“, Паневропски Аперион Универзитет, Бања Лука, 2009.

У Крагујевцу,

01.08.2016.

Предметни наставник

Проф. др Богдан Недић

Садржај

Резиме	6
УВОД.....	8
СЕЧЕЊЕ МАТЕРИЈАЛА	11
1. СЕЧЕЊЕ МАТЕРИЈАЛА ТЕСТЕРИСАЊЕМ.....	12
1.1. Кружне тестере.....	12
1.2. Тракасте тестере.....	13
1.3. Оквирна тестера	14
1.4. Алати у обради тестерисањем	15
1.4.1. Кружне тестере	15
1.4.2. Лиснате тестере	16
1.4.3. Тракасте тестере	16
1.5. Брзина и отпори резања.....	17
2. ЛАСЕРСКО СЕЧЕЊЕ	18
2.1. Методе сечења ласером	19
2.2. Фактори процеса сечења ласером	20
2.2.1. Снага ласера.....	20
2.2.2. Жижна даљина сочива.....	21
2.2.3. Помоћни гас.....	21
2.2.4. Квалитет и тачност обраде	21
2.3. Примена ласерског сечења, предности и недостаци	22
3. ОБРАДА ВОДЕНИМ АБРАЗИВНИМ МЛАЗОМ	23
4. СЕЧЕЊЕ ПЛАЗМОМ	28
4.1 MP CUT 100.....	31
4.2 Машина за CNC плазма сечење-ZEVS 1	32
5. ГАСНО СЕЧЕЊЕ.....	33
6. РАП ЗАСТАВА – ОСВРТ НА НАЧИНЕ СЕЧЕЊА МАТЕРИЈАЛА	37
6.1. Сечење у РАП Застави	39
7. ОПРЕМА И КАРАКТЕРИСТИКЕ МАШИНЕ У ПРОИЗВОДНИМ УСЛОВИМА	42
7.1 Приказ процеса сечења делова	49
8. ПРОГРАМИРАЊЕ CNC „MESSER” МАШИНЕ ЗА ГАСНО-ПЛАМЕНО СЕЧЕЊЕ	51
8.1 OmniCAD програм за пројектовање геометрије делова за израду.....	53

8.1.1. Конфигурисање програмског прозора OmniCAD.....	55
8.1.2. Дијалог са палетом функција (енгл. „Dialog Box“)	58
8.1.3. Избор функција.....	60
8.1.4. Избор елемената и објеката.....	61
8.1.5. Конструкција геометрије делова	62
8.1.6. Основне палете алатки	63
8.1.7. Дефинисање палета алата и њихових функција.....	64
8.1.8. Увоз страних DXF фајлова („датотека“)	79
8.2. Програмирање CNC MESSER машине у програму OmniNest	80
8.2.1. О OmniNest-у.....	80
8.2.2. Дефинисање OmniNest радног прозора.....	81
8.2.3. Подела главних командних менија и њихових палета алата.....	82
8.2.4. Процес програмирања CNC MESSER машине у OmniNest-у	83
9. ПРИМЕР У ПРАКСИ.....	92
ЗАКЉУЧАК.....	94
ЛИТЕРАТУРА.....	95

Abstract. Society of abundance, which is the result of a speeding industrialization imposes an upward trend path of perfection. Not one area of life is not "spared" and in this sense is not left out neither develop the technology of cutting material. In this segment of the industry It is also strives to improve in order to meet the postulates of modern society.

The emergence of new materials and increasing complexity parts of the continent to us, now, essential in today's stage of development of civilization, require finding increasingly sophisticated methods of cutting. Because the very cutting technology is an industry that brings profit. In this work it will be discussed five ways, including those applicable to "RAP Zastava", a Norwegian company in Kragujevac. Thanks to new technologies ocean liners in the world of sailing with just the parts that were cut in Kragujevac.

In this paper different technologies of cutting are explained in details, as well as all of their characteristics. Each and every one of these technologies is followed with concrete practical examples, and examples of machines those technology processes are executed by. Described cutting technologies are:

1. Sawing
2. Laser cutting
3. Water-jet cutting
4. Plasma cutting
5. Gas cutting

Cutting technologies used in RAPP Zastava company are explained in more detail then others. Gas cutting is looked upon with additional attention and "Messer" machine, which is used for tecgnology execution, as well as software without this CNC machine couldn't perform.

Keywords: cutting material, cutting technologies, RAP Zastava, Kragujevac, profit, industry.

Резиме. Друштво обиља, које јепоследица захуктале индустријализације, намеће узлазну путању тренда савршености. Ниједна област живота није „поштеђена”, те у том смислу није изостављен ни развој технологије сечења материјала. У овом сегменту индустрије такође се тежи усавршавању како би били задовољени постулати савременог друштва.

Појава нових материјала и све већа сложеност делова целина који су нам, сада већ, неопходни у данашњем степену развоја цивилизације, захтевају изналажење све савршенијих поступака сечења. Јер и сама технологија сечења је индустрија која доноси профит. У овом раду обрадићемо пет начина, међу којима су и они који се примењују у „РАП Застава“, норвешкој фирми у Крагујевцу. Захваљујући новим технологијама прекоокеански бродови у свету плове управо са деловима који су сечени у Крагујевцу.

У овом раду детаљно су описане различите технологије сечења, као и њихове све карактеристике. Свака од ових тенохлогија поткрепљена је конкретним практичним примерима, односно машинама којима се извршавају процеси сечења. Технологије сечења описане у овом раду су:

1. Тестерисањем
2. Ласером
3. Воденим абразивним млазом
4. Плазмом
5. Гасно сечење

Неке од наведених технологија које се користе у предузећу „РАП Застава“ описане су детаљније од осталих. Посебно је скренута пажња на гасно сечење и MESSER машину која се конкретно користи, као пратећи софтвер без кога ова CNC машина не би могла да функционише.

Кључне речи: сечење материјала, технологије сечења, РАП Застава, крагујевац, профит, индустрија

УВОД

Раздвајање је један од ретких појмова који је допринео напретку цивилизација. Човекова потреба да материјале у природи раздваја, сече и прилагођава својим потребама како би опстао и развијао се довела је до настанка читаве индустрије, која ни данас не престаје да се унапређује и усавршава. Почевши од примитивних начина сечења материјала у природи, попут камена, данас се стигло до скоро савршених технологија које из дана у дан омогућавају напредак индустрије и прецизне начине сечења свих материјала, која у раним фазама развоја цивилизације нису била позната.

Ипак, као пример технологија из историје цивилизација осврнућемо се на тренутак на примере које до краја нису разјашњени. Послужићемо се примером Пума Пунку(Сл.1.) у Тиванаку, археолошког налазишта у данашњој западној Боливији. Реч је о грађевинском подухвату за које званични документи сведоче да је направљен пре 1.500 година, но постоје и они који тврде да настао пре 10.000 година. У нашем случају, ова грађевина је занимљива због сечених камених блокова, баш као и оних какви постоје у египатским пирамидама или у Стоунхенцу.



Слика 1. - Пума Пунку

И то са највећом прецизношћу, још увек је остала мистерија на који начин су градитељи из тог доба у Тиванаку успели да секу такозване камене „Х“ блокове тешке по неколико стотина тона, ако се има у виду да у том добу нису постојали савремени начини сечења материјала. Градитељи Пума Пунке (сл.2.)су нестали, а неколико векова касније тај простор су населиле Инке, чије умеће сечења и обраде материјала није ништа мање импресивно за тај период развоја цивилизације.

Но, овај пример биће нам само инспирација за представљање развоја технологије сечења материјала и упознавање са савременим начинима који су допринели значајном развоју индустрије.



Слика 2.- Пума Пунку

Брз развој индустрије после Другог светског рата наметнуо је потребу коришћења нових материјала и легура који су нашли примену у многим сегментима привреде. Стално је постојала потреба да се изнађе или усавршава економична, а пре свега што боља и прецизнија обрада сечења различитих материјала. Уз то, развила се и нова грана индустрије, у којој се стварају и развијају врсте алата. У овом раду упознаћемо се са пет, данас најчешће коришћених начина сечења материјала, њихове алате, али и предности и мане.

Обрадићемо најпре сечење материјала тестерисањем. У основи тестерисања подразумева се поступак ручне или машинске обраде одвајањем честица материјала, односно стругањем на месту на коме желимо да исечемо материјал. Главна компонента оваквог начина сечења је назубљени таласаст алат. Сам алат се разликује по облику, и имамо кружне, тракасте или лиснате тестере. Према начину кретања алата разликује се праволинијско и кружно тестерисање.

Сечење плазмом подразумева потискивање инертног гаса великом брзином кроз млазницу, који у исто време успоставља електрични лук до материјала који сечемо, и тако гас претвара у плазму. Плазма тако има довољно високу температуру да изреже материјал. Овај начин сечења употребљава се најчешће код сечења челика и других метала.

У овом раду обрадићемо и сечење ласером. Ова технологија углавном има индустријску примену, али у последње време све чешће се користи и у малим предузећима, школама или је користи чак и хобисти. Сечење ласером обавља се помоћу компјутера, чији задати параметри контролише излазну снагу ласера. Под том снагом

материјал се топи, испарава или се одваја под млазом ваздуха под притиском, остављајући високо квалитетне резове.

Као један од начина сечења представљено је сечење воденим млазом, које се темељи на механичком „одношењу“ материјала. Водени млаз је мешавина воде и абразивног средства који под високим притиском по систему ерозије скида материјал и прави рез. Сечење воденим млазом погодно је код метала, све до 150 милиметара дебљине, али и код стакла, камена, пластике, дрвета, гуме. Недостатак оваквог начина сечења је висока цена, а мала продуктивност.

Осим пет начина сечења материјала, осврнућемо се и на њихову употребу са освртом на примени у фирми „Застава РАП“ у Крагујевцу. Ова фирма за прављење профила и конструкција за нафтне платформе и витала за прекоокенаске бродове је у власништву Норвешке фирме „RAPP MARINE GROUP“.

На крају, највећи фокус овог рада је на гасно сечење као подтип сечења и главни технолошки поступак ове врсте који се користи у „РАП Застави“. Уз све представљене врлине и мане овог поступка, као и детаљно објашњење опреме и карактеристика сечења, дискутовано је о софтверском алату „OmniNest“ за пројектовање делова за израду. Такође, описан је начин програмирања „MESSER“ машине преко истог софтвера.

СЕЧЕЊЕ МАТЕРИЈАЛА

Врсте сечења материјала које ћемо обрадити у овом раду су:

- 1.Тестерисање
2. Ласерско сечење
- 3.Обрада воденим абразивним млазом
4. Сечење плазмом
5. Гасно сечење

1. СЕЧЕЊЕ МАТЕРИЈАЛА ТЕСТЕРИСАЊЕМ

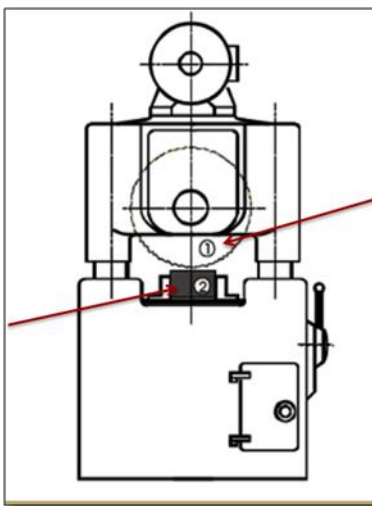
Тестерисање је врста обраде материјала који се првенствено користи за сечење, односно одсецање. Такође, користи се и за исецања и усецања материјала. Према основним кретањима алата и предмета обраде, као и типа машине за тестерисањем, препознају се три поступка обраде- кружним, тракастим и оквирним тестерама.

Посебну групу производних операција обраде тестерисањем чине и операције исецање различитих контура и копирно сечење.

1.1. Кружне тестере

Код обраде на кружним тестерама (Сл.3.) алат изводи главно обртно кретање и помоћно праволинијско кретање, чиме се алат примицае предмету обраде. То је у суштини тестерасто глодало, а процес резања је идентичан глодању.

Помоћно праволинијско кретање омогућава примицање алата предмету који се обрађује. Погон главног кретања је електрични, док помоћно обавља алат праволинијским примицањем предмету. Тај погон обично је хидраулички.

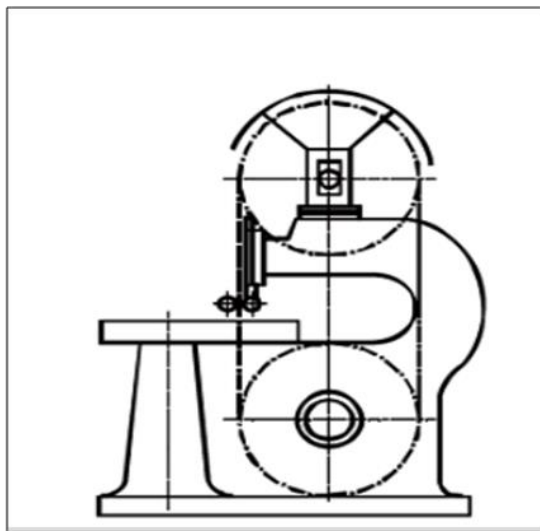


Слика 3. Кружна тестера

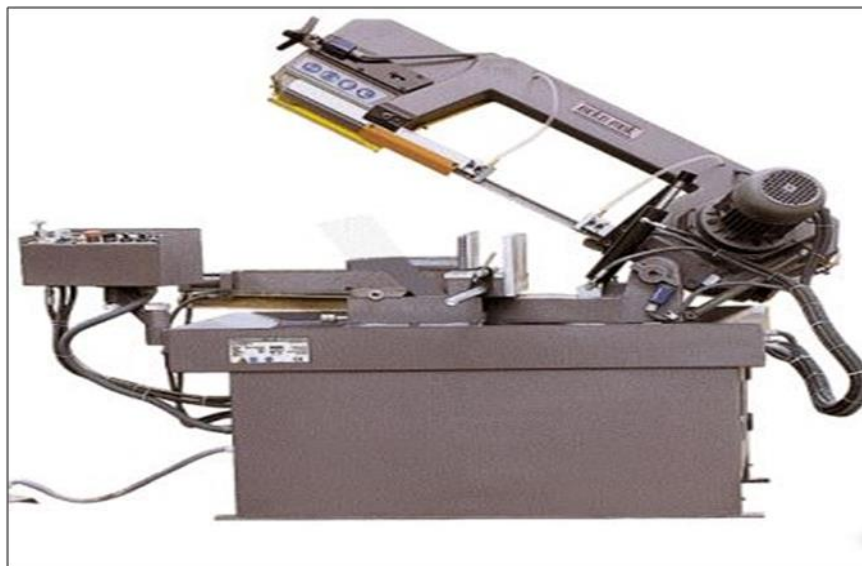
Карактеристике сечења материјала кружном тестером су прецизно подешавање сечења и једноставна замена алата, то јест листа тестере. Постоје и ручне кружне или стоне тестере, које су мобилне и због релативно лаког руковања практикују се за рад у радионицама.

1.2. Тракасте тестере

При обради на тракастим тестерама (Сл.4. и Сл.4.1.) алат изводи главно кретање, а предмет који се обрађује помоћно праволинијско кретање.



Слика 4. - Вертикална тракаста тестера

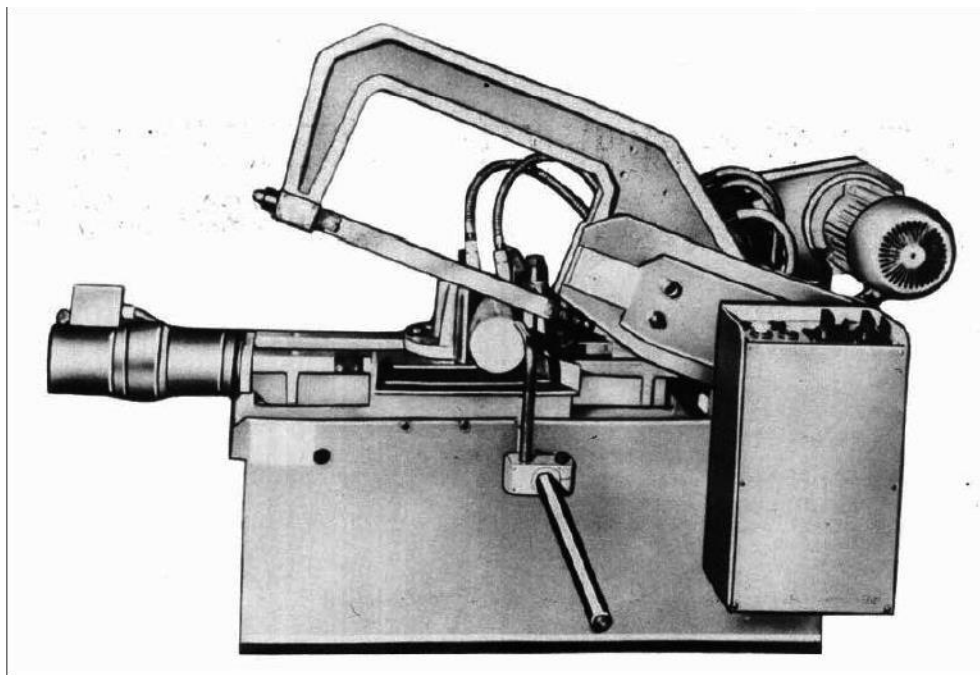


Слика 4.1. - Савремена тракаста тестера

Тракаста тестера има погонски и вођени точак преко којих је пребачена тестера у виду бесконачне траке. Помоћно праволинијско кретање остварује се померањем предмета обраде према тестери.

1.3. Оквирна тестера

У обради тестерисањем на оквирним тестерама алат изводи главно праволинијско осцилаторно кретање и помоћно праволинијско кретање. То значи да је главно кретање дуж зуба тестере, али у повратном ходу напред- назад, док се помоћно кретање обавља примицањем ка предмету обраде. Тиме се остварује помоћно кретање алата ка предмету обраде, а истовремено се смањује трење између алата и материјала при повратном ходу. Оквирне тестере (Сл.5.) су најспорије од свих врста тестера и због тога се користе у појединачној или производњи малих серија.



Слика 5. - Оквирна тестера

Код оквирних- лиснатих тестера алат се поставља на носач алата и он изводи главно праволинијско кретање и истовремено висинско померање, и подизање при повратном ходу, окретањем око осовине. На тај начин се остварује помоћно кретање алата ка предмету обраде. У исто време смањује се трење материјала и алата у повратном ходу.

У посебну групу операција, у којима се обавља обрада тестерисањем, спада копирно сечење, исецање контура, профила и сл. Осим хладног резања могуће је обавити и топло резање. Оно се обавља специјалним фрикционим тестерама. У питању су тестере са ситним зубима. Код њих због великог трења долази до загревања и омекшавања материјала до тестастог стања. Тиме је сечење олакшано.

1.4. Алати у обради тестерисањем

Алати који спадају у основне у обради на овај начин су тестераста глодала код кружних тестера, затим тракасте тестере и тракасти листови код листаних тестера.

1.4.1. Кружне тестере

Кружне тестере (Сл.6.) имају облик танког диска са зубима по целом обиму. У основи оне су тестераста глодала. Због смањења трења између бочних површина тестере и предмета који се обрађује изводи се такозвано разметање. То значи да сузуби наизменично повијени на једну, и на другу страну. При сечењу већих пресека изводи се наизменично сасецање зуба тестере, како би се смањило пресека струготине по зубу. Тако се постиже и равномернији рад машине.



Слика 6. Лист кружне тестере

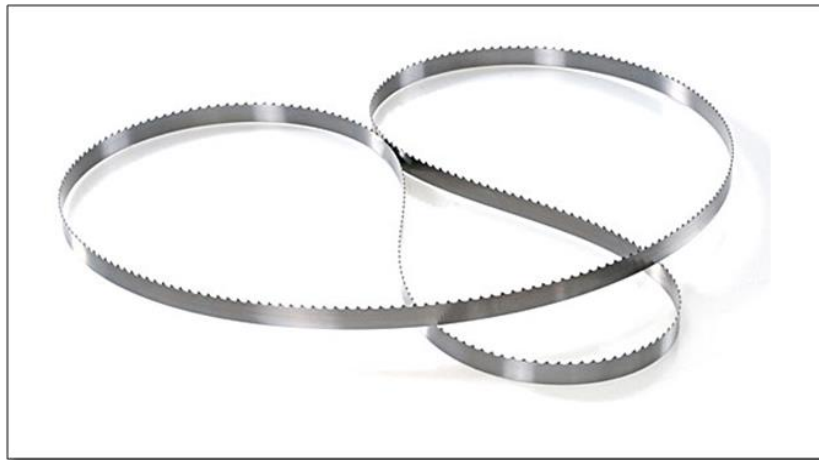
Кружне тестере чији је пречник већи од 250 мм ретко се праве из једног комада. Оне имају уметнуте зубе од брзорезног челика или тврдог материјала. Зуби се причвршћују за тело тестере од конструктивног челика, а спајање се изводи ласерским заваривањем. Листови кружне тестере могу да се употребљавају за уздужно и попречно сечење.

1.4.2. Лиснате тестере

Лиснате тестере имају ситне зубе троугластог облика. Новије конструкције лиснатих тестера су биметалне. Код њих је уска трака са зубима израђена од брзорезног челика, а остали део од конструктивног челика. Спајање зуба и тела тестере изводи се ласерским заваривањем. Накнадно се брушењем обавља минимално поравнање и дотеривање. Лиснате тестере могу да се оплемењују и њихове перформансе се разликују од тога који материјал се сече, односно зависи да ли је у питању метал, дрво, пластика.

1.4.3. Тракасте тестере

Код алата за тракасте тестере (Сл.7.) облик зуба је троугласт. Тестере мора да су еластичне, јер се стално савијају и исправљају. Због тога се посебна пажња посвећује избору материјала.



Слика 7. Тракасте тестере

Постоје вертикалне и хоризонталне тракасте тестере. Хоризонтална тракаста тестера користи се за одсецање шипкастог материјала и то округлог, квадратног, правоугаоног или шестоугаоног пресека. Вертикалне тракасте тестере користе се за исецање профила из плоча.

Постоје и тестере са брусном плочом. Поступак резања састоји се у томе да брусна плоча кружног облика, одстрањује ситне честице метала у ширини плоче и на тај начин се креће кроз метал. Овим поступком могуће је направити резове на различитим местима и различитог облика на лиму и на профилима. Сечење брусном плочом је економичан и брз поступак. Примењује се за сечење тањих лимова, затим танкозидних профила и шипкастог челика. Подједнако је користан у радионицама, као и на градилиштима. Код овог начина сечења потребно је обратити пажњу на заштитну опрему онога који обавља сечење.

1.5. Брзина и отпори резања

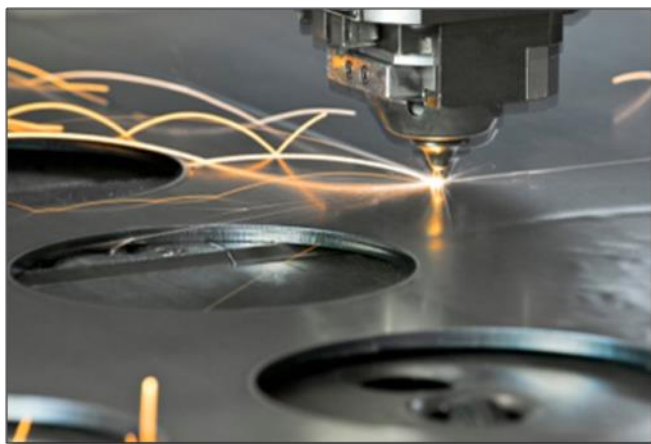
Брзина резања у обради тестерисањем је обимна брзина тестере код кружних тестера. Код тракастих то је брзина праволинијског кретања, а код оквирних тестера, брзина осцилаторног кретања. Брзина резања углавном се одређује на бази препорука проспектне документације произвођача алата или у литератури и зависи од дубине резања, корака и ширине резања.

Отпори резања у обради тестерисањем дефинишу се на исти начин као и у обради глодањем за кружне тестере, то јест у обради провлачењем за тракасте и лиснате тестере.

2. ЛАСЕРСКО СЕЧЕЊЕ

Развојем ласера створени су услови за различите поступке обраде ласером (Laser Beam Machining – LBM). Усмеравањем ласерског снопа на предмет обраде могуће је извести велики број операција као што су бушење, сечење, наношење превлака, заваривање итд. Захваљујући искључиво високом усмерењу- фокусирању снопа, високој густини енергије снопа и могућности једноставног управљања снопом, обрада ласером добија све већи значај и има низ предности. За реализацију производних операција ласером најчешће се користе чврсти рубински и гасовити ласерски уређаји.

Ласер производи кохерентан светлосни сноп ласерских зрака великог интензитета енергије. Њега карактерише правост и мала дисперзија.



Слика 8. - Сечење ласером

У додиру са предметом обраде долази до абсорпције светлосне енергије и њеног претварања у топлотну енергију. На озраченом месту долази до пораста температуре, односно до лаког топљења или испаравања материјала, што доводи до стварања отвора у предмету обраде. Померањем ласерског зрака или предмета обраде, настаје процес ласерског сечења (Сл.8. и Сл.9.).

Основне карактеристике сечења ласером од које зависе продуктивност, тачност и квалитет обраде, као дубина и ширина реза, дефинисане су следећим параметрима:

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

Усмерени сноп кроз сочиво за фокусирање, односно енергија концентрисана на површину пречника мањег од 0.25мм својом снагом способна је да истопи многе материјале. Ласерске машине, поред топлоте добијене фокусирањем снопа ласерских зрака, користе и помоћни гас, чији је задатак да одстрани истопљени материјал из зоне сечења, затим да заштити сочиво од испарења и помогне у процесу сагоревања.

Поступак сечења ласером заснива се на озрачењу радног предмета покретним, континуалним и импулсивним снопом ласерских зрака, који је у стању да произведе најповољније термофизичке, термохемијске, хидродинамичке, гасодинамичке и ерозивне процесе за одвајање материјала.



Слика 9. - Ласерско сечење папира ласером

2.1. Методе сечења ласером

Постоје три методе сечења ласером у зависности која врста материјала се обрађује:

- Са потпуним одстрањивањем материјала дуж линије раздвајања;
- Са делимичним одстрањивањем материјала на линији раздвајања;
- Без одстрањивања материјала дуж линије раздвајања, што значи да после примене ласера долази до контролисаног ломљења под дејством механичке силе.

Код прве методе долази до испаравања материјала до одређене дубине, након чега се одвајање обавља механички. Такав поступак сечења тражи велику густину снаге, односно густину енергије и по правилу се остварује импулсивним зрачењем. Користи се за сечење метала.

Друга метода примењује се за сечење металних слојева на керамичким подлогама и полимерних слојева са металним подлогама. Када се заврши зрачење ласером потребан је

поступак који захтева додатну механичку енергију. Тада се у ствари обавља накнадно сламање материјала.

Друга и трећа метода примењују се код сечења кртих материјала попут стакла, полупроводника или керамичких материјала.

Снага ласерског зрачења је биланс или збир снаге утрошене на стварање растопине, снаге одведене преко растопине и помоћног гаса, изгубљене снаге услед провођења кроз предмет обраде и снаге добијене егзотермном реакцијом.

2.2. Фактори процеса сечења ласером

На процес сечења ласером утичу тип, величина, снага, режим рада, мод и поларизација ласера. Затим таласна дужина, кохеренција, монохроматичност и дивергенција снопа ласерских зрака, који у ствари представља алат у процесу обраде.

У обрадној глави фактори који утичу на процес су систем за фокусирање, млазница и сензор за позиционирање. Код координатног радног стола важни су тип, величина, тачност и систем управљања. У радном предмету битни фактори су материјал, облик, димензије, толеранције и квалитет обраде.

Значајан фактор је и прибор за стезање, а у режиму обраде то су снага ласера, брзина резања, положај жиге у односу на површину предмета обраде и притисак помоћног гаса. На крају од значаја су и радни услови, попут чистоће и вибрација.

2.2.1. Снага ласера

Код одабира машина за ласерско сечење најважнија је снага ласера. Ласерско сечење је термички процес, и због тога је количина произведене топлоте од изузетне важности, јер од тога зависи способност ласера за сечење.

Повећање снаге ласера омогућава се сечење дебљих лимова и повећава се брзина сечења.

Брзина сечења је други по реду значајан параметар у сечењу ласером. Зависи од снаге ласера, мода, величине светлосне мрље, врсте и дебљине материјала који се сече. При одређеној дебљини материјала предмета који се сече, са повећањем снаге ласерског млаза брзина сечења се повећава.

Уколико је дебљина материјала мала, а иста је густина снаге ласера, долази до високих брзина сечења. Максимална брзина сечења је вредност изнад које долази до нестабилности обраде. Нестабилност се манифестује појавом неравних резова, шљаке, итд.

2.2.2.Жижна даљина сочива

Избор сочива за фокусирање утиче на квалитет реза. 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 и примењује се за предмете малих дебљина. Сочива веће жижне даљине имају мању густину снаге, али је њихова радна зона много већа, те се употребљава за сечење дебљих материјала.

Жижа сочива за фокусирање снопа ласерских зрака мора бити стално позиционирана у односу на површину предмета који се сече како би ефекат био најбољи.

2.2.3.Помоћни гас

Помоћни гас у процесу сечења има улогу да заштити сочива и одстрани испарени и отопљени материјал са предмета који се обрађује. За већину метала користи се кисеоник, као реактиван помоћни гас. Његовом употребом као помоћног гаса повећава се укупна енергија код сечења, а тим је могуће повећати и брзину сечења за 25 до 40 одсто. Осим врсте, чистоћа помоћног гаса је од битног значаја за обраду и квалитет реза.

2.2.4.Квалитет и тачност обраде

Квалитет реза дефинише се геометријским параметрима као што су ширина реза и храпавост обрађене површине, и физичко- хемијским карактеристикама на површини материјала. Квалитет и тачност сечења ласером у највећој мери зависе од:

- брзине резања
- снаге ласерског млаза
- врсте и притиска гаса
- пречника и положаја млазнице у односу на површину предмета
- квалитета управљачке јединице у NC или CNC машинама за сечење лима

Код сечења ласером ширина реза је битна карактеристика. Код метала је она мала, и рецимо код челичних лимова износи од 0.1 до 0.3 мм. Ширина реза се повећава са повећањем дебљине лима.

Код квалитета обраде вреднује се храпавост површине реза. При обради метала по дужини реза са доње стране формира се гребен чиме се умањује квалитет обраде. Гребен је већи, уколико је снага ласерског снопа мања, а дебљина лима већа. Да би се избегла ова појава користе се технике претходне оксидације, фосфатирања или хромирања површина.

2.3. Примена ласерског сечења, предности и недостаци

За сложене контуре од тврдих и кртих материјала данас се ласерско сечење широко примењује. Користи се и у обради сложених делова који се израђују у преси за просецање и пробијање. Прихватљиви ласери за сечење своде се на оне са неодијумом, који раде и у континуираном и у импулсивном режиму рада.

Највише се примењује у металопрерађивачкој индустрији за прецизно сечење лимова, свих врста метала, неметала и неорганских материјала.

У односу на класичне методе сечења ласерско сечење има предности:

- Јака топлотна енергија зрака сконцентрисана је на малу површину. Тиме се добија узан и раван рез, минимални термички утицај на структуру материјала у зони реза.
- Ласерски сноп пружа безконтактни резни алат, те нема деловања сила ни механичких деформација предмета обраде. Алат се не троши, те нема потребе за његовом заменом. Може да сече материјал без обзира на његову тврдоћу.
- Ласерски сноп погодан је за достизање високог степена контроле управљивости, чиме је омогућена потпуна аутоматизација у технолошком систему.
- Економичност обраде је повећана због смањења времена обраде.
- Повећан је квалитет и флексибилност производње.

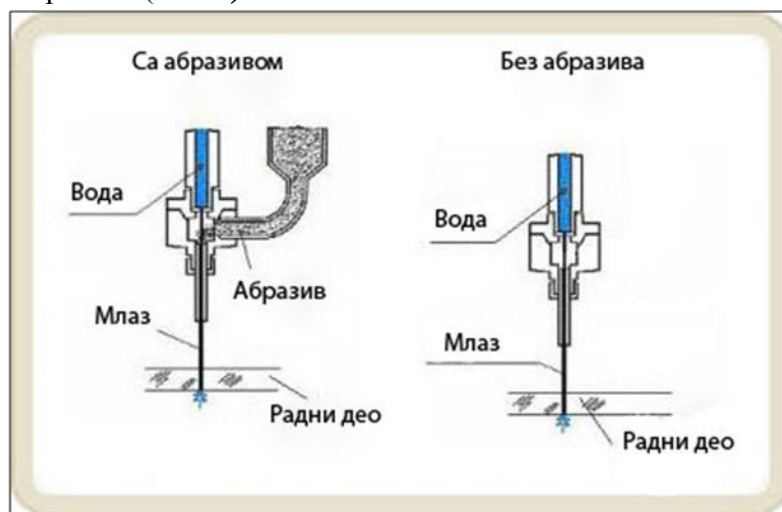
Код технологије ласерског сечења најважнији ограничавајући фактор је економски. Наиме, ласерске машине су скупе и њихова набавна цена је велика, што се одражава на коначну цену производа.

3. ОБРАДА ВОДЕНИМ АБРАЗИВНИМ МЛАЗОМ

Обраде абразивним и воденим абразивним млазом спадају у хидромеханичке методе и користе се за хидромеханичко резање и обликовање лима. Оне представљају прогресивне методе засноване на коришћењу енергије разарања, коју поседује млаз течности велике брзине и високог притиска. Применом хидрауличних инсталација снаге 8-80 kW високог притиска (150-1000 МПа и више) и брзине струјања течности, односно воде са или без абразива, направљени су потребни услови за сечење и исецање различитих конфигурација на предметима од метала и неметала.

Приликом обраде свих врста материјала, наилази се на два основна принципа обраде: конвенционални поступак обраде резањем (КПОР) и неконвенционални поступак обраде (НПО). Конвенционални поступак обраде резањем није у могућности да задовољи захтеве савремене технологије и из тог разлога је све више у употреби неконвенционални поступак обраде. Примењивање НПО се не своди само на обраду тешкообрадивих материјала, већ и при обради сложенијих геометријских материјала.

Најпознатији неконвенционални поступак је *Обрада воденим абразивним млазом*, односно **Water Jet**. То је процес обраде резање хладном водом који омогућава да се лакше обрађују материјали који се нису могли обрадити традиционалним методама, односно воденим млазом без абразива (сл.10.)



Слика 10. - Обрада воденим млазом са и без абразива

Током обраде материјала абразивним млазом, површина материјала која се скида остварује се непрекидним третирањем. Обрађивање се врши веома ситним зрнима абразива, која се уз помоћ гасне струје крећу великом брзином. У гасној струји се ствара високо убрзање абразивних зрнаца, које се остварује малим отвором млазника. Он се налази на одређеном растојању од обрадиве површине. Механички рад се ствара при сударању кинетичке енергије абразивних зрнаца са обрадивом површином. На тај начин

се уклања материјал уз помоћ оштрих ивица абразива. Након обраде, уклањају се скинути материјал и затупљена зрнца абразива.

Постоје две врсте обраде. Први је „пешчани“ млаз, док је други нешто ситнији, у виду праха, односно, зрнца абразива су ситнија. Другачије се назива и обрада абразивним млазом. Обрада абразивним млазом у виду праха омогућава бољу контролу млаза абразива. Најчешће се користи за полирање, фино чишћење и скидање оштрих ивица на материјалима као што су лискун, графит, стакло итд. Често се користи и у употреби електронске индустрије за обраду германијума, силицијума, арсенида и др.

Обрада абразивним млазом са јединицом за мешање гаса, абразива и радном комором за скупљање прашине функционише тако што се на контролној табли врши дозирање гаса који преко регулатора притиска и филтера доводи из компресора и абразивног средства у виду праха, које се доводи преко вибрационог левка у јединицу. Овај поступак најчешће се ради у затвореној радној комори, али ако се ради о великим димензијама обрадака, онда се ради ван затворене радне коморе. У том случају, прашина настала обрадом се скупља усисивачем.

Обрада абразивним млазом се изводи тако што обрадак мирује, док се млазник помера, или се помера обрадак, а млазник мирује или и млазник и обрадак се померају. Млазник може да се помера или ручно или аутоматски. Ручно се користи када је у питању полирање и чишћење површине или када су у питању мање прецизне обраде. Савремене машине за обраду абразивним млазом су високо аутоматизоване. У том случају постоји могућност померања млазника и обрадка или оба у исто време помоћу НУ-управљања.

Постоји неколико врста абразивних материјала, односно врста абразива. Најчешће се користи прах дијаманта, прах корунда (Al_2O_3) и силицијум карбида (SiC), и то само приликом обраде резања материјала, док се приликом чишћења и матирање стакла користе калцијум карбонат, односно кречњак, стакло и доломит. Велики утицај на производност обраде имају и врста и величина абразивних зрнаца. Уколико се повећа величина зрнаца абразива, а притом је исти утрошак праха у јединици времена, самим тим се повећава и производност при обради.

Један од најважнијих услова је да абразивна зрнца имају оштре ивице јер је употреба абразивних зрнаца једнократна, односно, користи се само једном. Уколико се користе иста зрнца два пута, може доћи до зачепљења млазника.

Састав абразивног млаза одређује се његовом густином. Под густином абразивног млаза се подразумева однос масе абразива у млазу према маси гасног флуида.

$$\rho_{\alpha} = \frac{\text{Проток Маса Абразива}}{\text{Проток Маса Флуид}} \cdot 100\%$$

Приликом обраде кртих и лако-ломљивих материјала, користи се обрада абразивним млазом. Неки од ових материјала су керамика, графит, лискун, стакло и сл. Обрада абразивним млазом користи се и приликом обраде контактних површина у електронској индустрији и за фину површинску обраду.

Када је у питању гравирање стакла, најекономичнији и најефикаснији начин је гравирање абразивним млазом. Раније су се површине третирали киселинама, или брушењем. Овај процес је знатно једноставнији јер је потпуно хладан и одвија се без удара. Приликом овакве обраде, неопходно је носити заштитну маску.

Иако је обрада абразивним млазом једна од најефикаснијих, има и своје недостатке, а то су мала тачност приликом обраде, увлачење абразива у обрадак, мала производност и загађивање околине прашином.

„*Water Jet Machining*“ (Сл.11.) је други назив за поступак обраде воденим млазом, који је развијен током 1969.године. Постоји неколико начина обраде, који се могу класификовати према следећим критеријумима, а то су:

1. Према врсти обрађиваног материјала;
2. Према начину извођења операција;
3. Према смеру дејства млаза на материјал;
4. Према врсти радног флуида;
5. Према смеру дејства маза на материјал.



Слика 11. - *Water Jet*

Резање са чистим воденим млазом (ВМ) и са абразивним воденим млазом (АВМ) су два основна начина обраде. Избор између ова два начина резања зависи од материјала који се обрађује.

Приликом коришћења воденог млаза, као обрадног система, користе се енергетска својства воде, која истичу под високим притиском. Када се користи вода из водовода, мора се водити рачуна да је добро филтрирана, односно да су одстрањене честице тврде воде. Дејонизација, односно процес добијања меке воде је обавезно, да би се спречило оштећење дизне на млазнику.

Када се обрађују метални материјали или пак керамика, водени млаз није довољан. Потребно је додати и абразивне честице које могу повећати учинак. Ваздух игра важну улогу у овом процесу, јер се уз помоћ њега честице абразива лакше мешају са водом и под његовим притиском абразивне честице се брже и лакше покрећу.

Силицијум-карбид, опиљци гвожђа и силицијумски песак само су неки од абразива који се користе. Постоји неколико начина деловања воденог млаза које се користе при обради, а то су:

- Континуални;
- Пулсирајући;
- Кавитациони.

Континуални водени млаз карактеристичан је по томе што је константан енергетски ниво приликом резања. Да би се добио висок притисак воде, користи се мултипликатор, који је намењен стабилизацији и изједначавању притиска. Континуални водени млаз користи се код резања више врста материјала, укључујући метале и руде.

Пулсирајући водени млаз карактеристичан је по томе што понавља краткотрајне импулсе млаза. Овај метод користан је приликом сечења, бушења, израду жљебова, као и за ломљење и ситњење руда, такође и у рудницима, јер класичне методе могу да изазову подземне несреће.

Кавитациони водени млаз је континуални млаз који садржи кавитационе мехуриће, који настају помоћу средишњег клина, који је постављен на излазу из дизне.

Мехурићи морају бити пречника мањег од 1мм. Неопходно је водити рачуна о одржавању удаљености материјала од дизне, да не би дошло до сплашњавања мехурића пре него што млаз удари о материјал обрадка.

Сечење воденим млазом, са или без абразивних честица, користи се у скоро свим индустријским гранама као један од најефикаснијих и најекономичнијих метода обраде материјала. Ова метода је све више заступљена у прехрамбеној индустрији, као и у текстилној и ваздушној. Неке од предности сечења воденим млазом су:

- У односу на глодање нису потребни скупии алати.
- Користи се мање сировина због лаког убацивања делова у машину,
- Квалитет може да се подешава,
- Алате није потребно учврстити,
- Омогућена је симултана обрада четири дела код машина које имају четири главе за сечење,
- Код глодања је потребно натезање, напор и притисак, чега нема при сечењу воденим млазом
- Код скоро свих материјала могуће је гравирање и сечење у свим правцима и тако извести разне контуре.

Обрада абразивним воденим млазом све више се примењује у различитим гранама индустрије. Тренутно се највише користи у рударству, хемијској индустрији, грађевинарству, медицини, папирној индустрији, конфекцији, машиноградњи, електроиндустрији, металургији, индустрији неметала, итд.

Обрада абразивним воденим млазом користи се при обради отпорника, изради електронских кола и обради полупроводника, као и чишћење површина од тврдих оксида у електро - индустрији.

Највећу примену имају у резању композитних материјала, као што су стакло, пластика, као и при резању танких металних лимова. Ове методе примењују се и у дрвној и прехранбеној индустрији.

Приликом резања фибер пластике, која је ојачана најлонским, стакленим или текстилним влакнима, долази до тешког резања који је заснован на термичком дејству. Обрада воденим и водено абразивним млазом је хладан процес, тако да не може доћи до прогоревања материјала.

4. СЕЧЕЊЕ ПЛАЗМОМ

Многи савремени технолошки поступци обављају се у вештачки створеним условима, који не могу спонтано да се одвијају у природи. Један од примера је и *плазма технологија* (Сл.12), која се све више шири у новонасталим производним поступцима.



Слика 12. - Сечење плазмом

Обрада плазмом користи се за производне операције које захтевају високу концентрацију топлотне енергије. У њих спадају процеси топљења, заваривања, и на крају и сечења метала и неметала. Пропуштањем плазма гасова, односно радних гасова као што су водоник, кисеоник, аргон и слични преко електричног лука, створеног између катоде и аноде, ствара се буктиња или плазма.

У суштини, свака материја загрејана на високу температуру, довољну да се претвори у јонизовано гасно стање, јесте плазма. У таквом стању материја се понаша по законима карактеристичним за нормалне гасове, а њене основне карактеристике су: веома висока температура појединих зона, енергетска нестабилност, електропроводљивост, веома велика брзина кретања честица које сачињавају плазму итд.

Термин плазма означава стање тзв.гасне плазме чије енергетско стање омогућава стварање јона у гасу, које знатно утичу на особине гаса. Плазма технологија је други назив за јонизован гас или електрично пражњење у гасовима.

Обрада материјала при коришћењу радне средине у течном, чврстом или гасовитом стању су класични поступци обраде. Када се говори о више-енергетском стању, мисли се на плазма стање, односно четврто агрегатно стање. Плазма стање има своје бројне предности.

Постоје две технологије обраде материјала из овог подручја, а то је обрада материјала као целине (плазма заваривање, плазма сечење) и површинска обрада материјала. Плазма спреј и плазма депозиција спадају у површинску обраду материјала. Плазма спреј представља поступак наношења слојева млазом честица високе температуре, док је плазма депозиција формирање слојева путем напаравања.

Постоји неколико типова сечења плазмом, а то су:

1. Конвенционално сечење плазмом;
2. Сечење плазмом два гаса;
3. Сечење плазмом са ваздухом;
4. Сечење плазмом са воденом заштитом;
5. Сечење плазмом са воденим млазом и подводно сечење;
6. Сечење плазмом уз помоћ кисеоника;
7. Сечење плазмом велике густине.

Plazma Jet Machining је други назив за обраду плазмом. Уколико је током производње неопходна висока концентрација топлотне енергије, користи се овај метод. Оваква врста обраде је веома корисна приликом топљења, заваривања, резања метала и неметала, као и за наношење тврдих превлака на неметалне и металне површине. Вода је најзначајнија у многим процесима, а може се наћи у сва три основна агрегатна стања. Лед, као чврсто агрегатно стање се претвара у воду, односно течном агрегатно стање, док се при додатном загревању претвара у водену пару, које је гасно агрегатно стање. Приликом додавања додатне топлоте гасу, он се претвара у четврто агрегатно стање, односно плазму. Основне карактеристике плазме су:

- Енергетска нестабилност,
- Веома велика брзина кретања честица које чине плазму,
- Висока температура у појединим зонама;
- Електропроводљивост.

Један од начина сечења је сечење кисеоником, односно гасом. Овај процес заснива се на томе да се сагорева метал у струји кисеоника у присуству пламена за подгревање. Постоје метали који не могу да се секу кисеоником. У групу тих метала спадају угљенични челици, нерђајући челици, бакар, месинг, бронза и све врсте алуминијума. Оксиди који се стварају приликом сечења имају знатно већу температуру топљења од самог метала, и то представља велики проблем приликом сечења.

Осим кисеоника, који се најчешће користи при сечењу материјала, користе се и ацетилен, бутан, водоник, пропан и земни гас. Приликом гасног сечења, мора се проћи кроз неколико фаза:

- Метал се загрева ацетиленским пламеном, до почетка сагоревања, на температури која за челик износи око 1300÷1350 °C;

- На загрејано, односно предгрејано место се усмерава кисеоник за сагоревање метала. Брзина и проток млаза се одређују према дебљини материјала;
- Горионик се покреће брзином која обезбеђује стални контакт млаза и површине.

Када се говори о чистоћи кисеоника, веома је важно да буде што већа, да не би утицала на ток сечења. Проток и притисак кисеоника представљају основне параметре гасног сечења. Најосновнији критеријум за бирање овог параметра је дебљина материјала.

Уколико се добро формира рез било које конфигурације, луком плазме се може исећи било који материјал велике дебљине, наравно уз високу производност која је независна од механичких особина материјала.

Гас постаје електропроводљив, а узрок томе је процес јонизације. Приликом резања електропроводљивих метала плазмом, за пренос енергије користи се искључиво електропроводљив гас, јер преноси енергију од извора електричне струје на материјал који се реже, преко плазма горионика.

Извор електричне енергије, горионик и лучно стартно коло су делови од којих се састоји систем за лучно сечење плазмом. За производњу висококвалитетног сеченог материјала неопходне су компоненте које обезбеђују електричну енергију, контролу процеса и могућност јонизације. Приликом поступка сечења, увек се користи једносмерна струја као начин снабдевања. У отвореном колу је напон обично 240-400 V једносмерне струје. За одређивање дебљине и брзине резања је „одговорна“ излазна струја.

Постоји неколико врста сечења плазмом, а то су:

1. Конвенционално сечење плазмом;
2. Сечење плазмом два гаса;
3. Сечење плазмом са воденом заштитом;
4. Сечење плазмом са убризганим воденим млазом;
5. Прецизно сечење плазмом;
6. Конвенционални поступак сечења кисеоником и азотном плазмом;

По одличном квалитету сечења је позната тзв. кисеоничка плазма. Једина мана је та што електроде кратко трају, те је самим тим процес знатно скупљи. Међутим, у савременој индустрији се произвела дуготрајна електрода, те је добијен назив *Long Life*, односно дуготрајна кисеоничка плазма.

Дуготрајна кисеоничка плазма захтева нове технологије. Извори напајања морају бити прецизно контролисани као и проток гаса кроз горионик. *Long Life* процес укључује и следеће иновације:

- Повећање на лучном прелазу;
- Помешани кисеоник и азот, односно помешани гасови;
- Смањење на крају;
- Технологија штита;
- Високо проточна млазница у облику вртлога.

Најпознатије машине које се користе при сечењу плазмом на нашим просторима су:

4.1 MP CUT 100

Произвођач ове машине је компанија „Mikrosam”из Пирота. Ова машина има следеће особине (Сл.13.):

- Димензије су 2000/3000/1500,
- X оса: 1250 мм, у попречном правцу,
- Y оса: 2500 мм, по дужини,
- Z оса: ручно подешавање висине горионика,
- Највише до 35мм је дебљина сечења,
- Брзина: 6м/мин.,
- Инсталисана снага: 0,6 kW
- Снага плазма генератора: 26 kW
- Тежина: 1000 кг

Карактеристике:

- Могућност заваривања челика,
- Мрежно повезивање,
- Графички интерфејс,
- G- code програмирање,
- CNC PC управљачки и контролни систем,
- Покретање помоћу зупчаника зупчастих летви,
- CNC машина која је намењена за сечење плазме, челика, и легура обојених метала.



Слика 13. - MP CUT 100

4.2 Машина за CNC плазма сечење-ZEVS 1

Произвођач ове машине је фирма „Нови Метал“из Суботице. Машина је намењена фирмама које имају потребу за сечењем металних плоча и лимова. Ова машина има следеће особине:

- Активна површина сечења- 1050x1050 мм;
- Максимална брзина позиционирања- 250мм/сек.;
- Погон- 160 Нсм;
- Теоретска брзина сечења- 0,5-100 мм/с;
- Тачност позиционирања мотора- 0,031мм;
- Габаритне димензије: 1550x1450мм.

Главни делови ове машине су:

- Сто за прихватање радног предмета;
- Механизам за вођење горионика;
- Ормар са управљачком јединицом.

5. ГАСНО СЕЧЕЊЕ

Приликом заваривања и гасног сечења као гориви гас најчешће се користи ацетилен. Међутим, неретко се користе и други гасови, као што су пара бензина и бензола, бутан, метан, пропан, водоник итд. Када се посматра заваривање и сечење, најефикасније резултате даје окси – ацетиленски пламен, због своје највише температуре.

Када се говори о гасном сечењу и заваривању, подразумева се да је то поступак претходног топљења, јер се спој између исечених и заварених делова остварује топљењем и ојачавањем њихових ивица.

Опрема која се користи за гасно заваривање је:

1. Редукциони вентил;
2. Боца за кисеоник и ацетилен;
3. Разводно црево за гасове;
4. Горионик;
5. Суви осигурач.

Редукциони вентил служи да снижава притисак из боце и одржава га. Редукциони вентил који се користи за ацетилен израђен је од челика, док је за кисеоник и друге гасове од бакра. Он садржи и мерач протока, пригушни вентил и излазни цевовод.

Гумена односно разводна црева углавном су направљена са текстилним улошцима који доводе гасове до горионика из боце. Свако црево је другачије обојено, црвено представља ацетилен, а плаво кисеоник.

За спречавање продирања кисеоника и стварања пламена користи се **осигурач**. Због малог притиска кисеоника при паљењу пламена, може доћи до запушавања млазница и самим тим до повратног удара пламена, који може проузроковати експлозију. Постоје водени и суви осигурач.

Пламеник и држач су главни делови **горионика**. При великој брзини струјања кисеоника, ствара се потпритисак у инјекторском простору, те ацетилен бива усисан у горионик. Из тог разлога, данас се најчешће користе инјекторски горионици.

Погонски систем који се прилагођава мерним и обрадним системима CNC машина је *Linatrol-Lynx*. Он је комбиновани Linatrol контролер.

Lynx систем се користи у савременој електронској технологији због унапређења мерно-контролног система.

Овим системом се може управљати и ручно и аутоматски, односно програмирано. Када је реч о ручној контроли, треба се обратити пажња да одговара потребама радника. Контрола од стране радника се дели на укључивање и искључивање пламена, подешавање пламена у односу на радну површину, подешавање гаса, паљење горионика, високо и ниско предгревање, сечење кисеоником, распршни млаз воде, искључивање, и не мање битно, тестирање и одабир одговарајућег гаса.

Када је у питању контрола сечења уз помоћ плазме, карактеристике су следеће:

- Двојни систем сечења делова;
- Ручно или аутоматско подешавање;
- Програмирање времена предгревања, паљења и прорезивања;
- Контрола лука сечења.

Карактеристике „MESSER“ CNC машине (Сл.14.):

- LCD контролна табла је димензија 240×49 пиксела, могућност приказивања свих улазних и излазних параметара;
- База података са 33 стандардна облика при CNC сечењу разних геометрија и величина које су дефинисане у софтверском пакету машине;
- Аутоматско или ручно управљање машином;
- Оператер улазних променљивих димензија за стандардну базу података;
- Аутоматско управљање стандардних облика;
- Читање CAD програма преко RS-232C интерфејса;
- Корекција и управљање искривљене плоче;
- Дијагностиковање грешака при сечењу.



Слика 14. - MESSER“CNC машина

Хардверска спецификација CNC машине:

- Двоструки микропроцесорски систем (*Intel 80186 16-bit CPU и Intel 8031*) у микроконтролору, *128 Kbytes* меморије на картици и *256 Kbytes* резервне меморије;
- Складиштење основних података без употребе напона;
- Оптички изолован RS-232C прикључак, са 9.2К броја бита у секунди (Bit/s);
- Ручно подешавање брзине;

- Метричке и енглеске операције;
- ESSI или EIA RS-274D мање способности;
- ESSI или EIA RS-274D ручно уношење података („*Manula Data Input*“)
- Контрола плазмено – логичког и окси – горивог сечења;

MESSER CNC машине за гасно сечење се могу поделити на:

- Окси - гориве CNC машине за заваривање и сечење;
- CNC машине за заваривање и сечење плазмом;
- CNC машине за заваривање и сечење ласером.

Окси - гориве CNC MESSER машине се деле на:

- Окси - гориве CNC машине за сечење и заваривање правих делова (Сл.15.);
- Окси - гориве CNC машине за заваривање и сечење косих делова (Сл.16.).



Слика 15. - Окси - гориве CNC машине за сечење и заваривање правих делова

Опрема CNC машина за гасно сечење, и производним условима су боце кисеоника и боце ацетилена, мост на којем се налази горионик, горионик, контролне табле, регулатори гаса и сто машине.



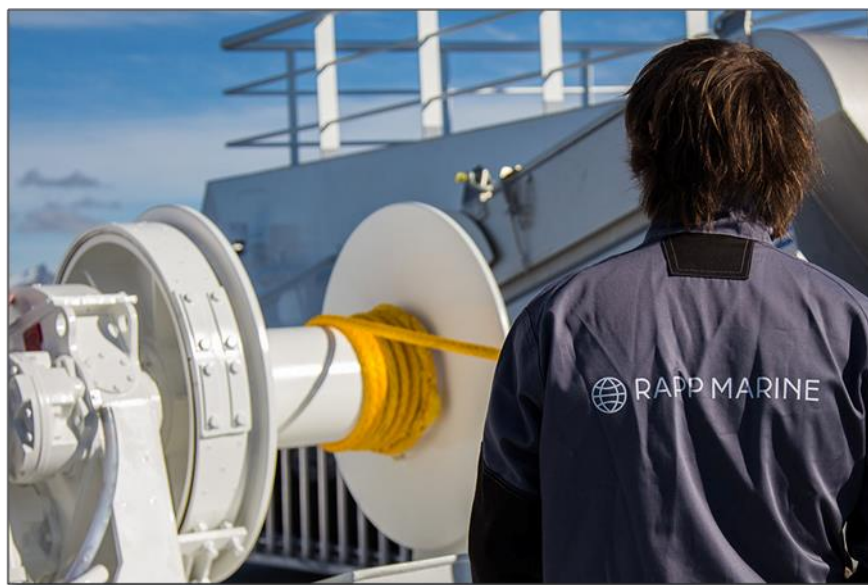
Слика 16. - Окси - гориве CNC машине за заваривање и сечење косих делова

Мост на којем се налази горионик је веома важан део опреме, јер се горионик заједно са мостом може кретати у три правца. Горионик се састоји из млазница, бренера и дизне. За регулисање гасова приликом сечења, користи се регулатор гасова, који дефинише проток гасова у цеви. Сва кретања машине, брзина и други параметри се подешавају помоћу контролне табле. За позиционирање радне површине, користи се сто који је са горње стране решеткаст а са доње стране је кутија са водом, да би се спречило подизање гасова и прашине.

6. РАП ЗАСТАВА – ОСВРТ НА НАЧИНЕ СЕЧЕЊА МАТЕРИЈАЛА

Компанија „RAPP Marine group” из норвешког града Бодо основана је пре 100 година и за век постојања послује на свим континентима. Преко 40 година прави и испоручује купцима широм света делове за бродове и нафтне платформе. Ова мултинационална компанија има своје пословнице у Сијетлу, Шкотској, а од 2014.године и свој погон у Грузи код Крагујевца. У Крагујевцу је присутна од 2006.године када је на аукцији купила 70 одсто акција домаћег предузећа „Застава машине“ и тако постала већински власник.

У свим својим пословницама компанија има дизајнерске бироу у којима стручњаци из редова локалног становништва раде на компанијским пројектима. Реч је о инжењерима и пројектантима који се траже на домаћим факултетима из сродних дисциплина.



Слика 17. - РАПП Марине

У основи, производња ове компаније укључује две врсте програма:

- производња склопова (дизалице и витла) за бродове и нафтне платформе;
- производња противпожарних врата за бродове.

Осим за прекоокеанске бродове, витла и опрема се производе за рибарске и истраживачке бродове и оне који су у служби експлоатације нафте на отвореним морима. Осим испорука опреме и делова, ова компанија има у својој понуди и сервисирање испоручених програма.

Погон „РАП Заставе у Грузи простире се на 10.000 квадратних метара. У њој је тренутно запослено 140 радника, од чега је преко 80 одсто у производњи. Међу

запосленима је и 11 инжењера који раде на пројектовању. У српском погону ове компаније производе се дизалице и витла. Већина сировина и полуфабриката се увози.

„РАП Застава“ (Сл.17.) део је групе норвешке компаније „РАПП Марине груп“ („RAPP MARINE GROUP“) која прави делове за бродове и нафтне платформе. Између осталог у овој фирми, чији је погон у Грузи код Крагујевца, праве се и витла за бродове. Осим ове занимљивости да прекоокеански бродови једре великим водама захваљујући елисама које се праве у Шумадији, одакле су океани веома далеко, ово је редак, а можда и једини „школски“ пример успешне приватизације дела некадашњег гиганта ауто-индустрије у Крагујевцу.



Слика 18. - „РАП ЗАСТАВА“

Ова фирма скоро да нема конкуренцију у Србији када је реч о производњи делова за бродове. Важан сегмент у пословању фирме свакако је сечење материјала и подразумева седа тај технолошки поступак буде тачан, прецизан и брз.

У „РАП Застави“ примењују се две врсте сечења материјала- тестерисање и гасно сечење. Важно је напоменути да у производњи бродова (Сл.19.) и бродске опреме од пресудног значаја је квалитет рада и квалитет коришћених материјала.

Око 95 одсто производње из ове фирме се извози. У 2013.години обрт је био пет милиона евра, што је ову компанију сврстало међу најуспешније. Ове године они планирају да ће годишња вредност производње прећи 20 милиона евра. Преостали део који није отишао у извоз, продат је на домаћем тржишту, а реч је углавном о опреми за Електропривреду Србије и индустрији која се бави подземном експлоатацијом угља.

Треба напоменути да производи који се праве у Грузи морају бити веома високог квалитета, а на то свакако утиче и процес сечења материјала.

Осим опреме за сечење материјала од пресудне важности је и стручни кадар, због чега норвешки власник компаније велика средства улаже и у обуку запослених стручњака.



Слика 19. - Бродоградилиште

Један од начина је свакако усавршавање у иностранству и упознавање са новим технологијама. Важно је поменути да у трагању за добрим кадровским решењима ова компанија веома тесно сарађује са Факултетом инжењерских наука у Крагујевцу у потрази за школованим машинским инжењерима.

6.1. Сечење у РАП Застави

Сечење је прва операција у низу технолошких процеса добијања финалног производа у РАПП Марине. Као такво, круцијално је да се одвија ефективно и брзо у циљу снабдевања остатка производње деловима и материјалом за обраду. Сечење у РАПП се одвија на два начина:

- машинско сечење
- гасно сечење

Машинско сечење врши се тракастом тестером и овим процесом обрађују се следеће врсте материјала: шипкасти материјали (пуни фи материјали, округле и правоугле цеви, флахови, профили).

Процес сечења ових врста материјала врши се на следећи начин:

1. Допремање полуфабриката из магацина виљушкарим до машине;
2. Стављање полуфабриката на ваљкове за допремање материјала;
3. Дефинисање дужине сечења комада;
4. Фиксирање комада на датом дужини;
5. Сечење материјала тракастом хоризонталном тестером (сл. 20.);
6. Обележавање дела и отпремање дела у процес даље обраде (сл. 21.).



Слика 20. – Сечење флахастог материјала



Слика 21. – Обележени исечени делови, спремни за отпрему

Гасно сечење знатно је комплексније у односу на машинско. Њему ће бити посвећен овај рад. Процес гасног сечења одвија се на “MESSER” CNC-машини и врши се комбинацијом гасова ацетилена и кисеоника и ручно – аутогено, брениром. Овим процесом обрађују се полуфабрикати плочастог типа (лимови).

Процес сечења плочастих материјала врши се на следећи начин:

1. Израда плана сечења датог дела у софтверу (сл. 22.);
2. Груписање различитих делова исте основне дебљине на исту таблу;
3. Аутогено сечење дела табле на димензију дефинисаног плана (овај корак обавља се у циљу редукције оптерећења решетке машине за гасно сечење тежином, с обзиром

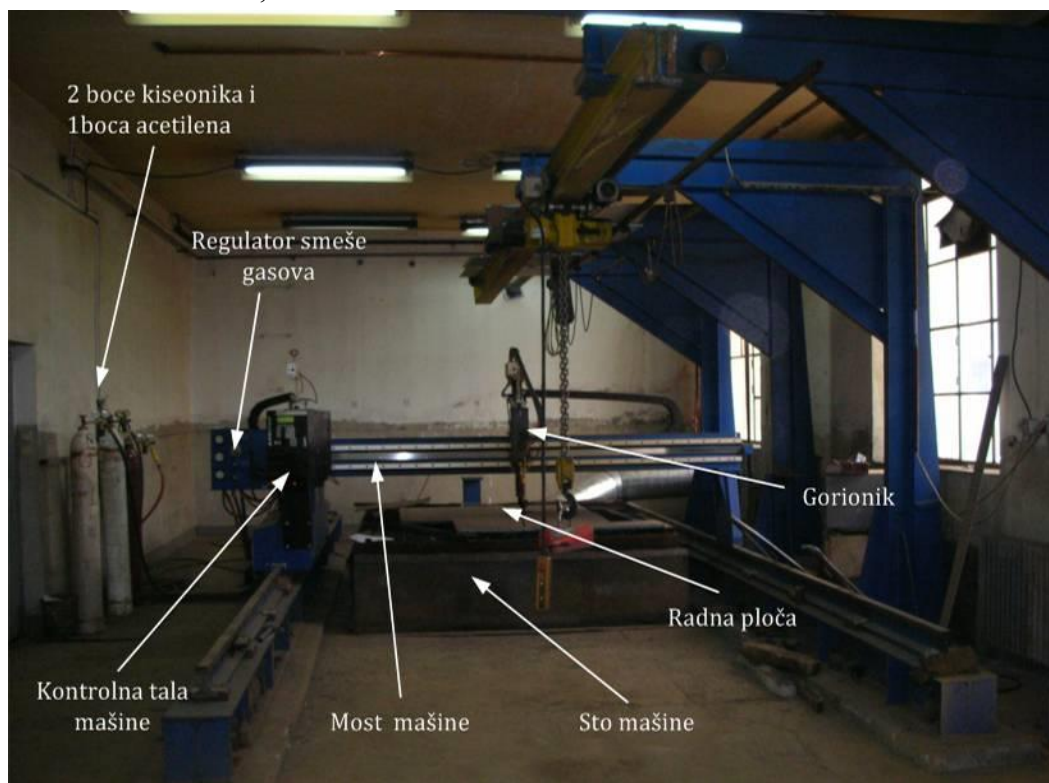
да лимови могу бити изузетно тешки, у зависности од дебљине. Пример: табла челика дебљине 60 mm, димензија 2000x6000 mm има тежину од 5760 kg);

4. Допремање табле виљушкарком на машину;
5. Одабир датог плана сечења;
6. Дефинисање димензија табле и одређивање почетне тачке сечења;
7. Дефинисање процента удела гасова у млазу, као и одабир млазнице (у зависности од дебљине лима);
8. Сечење комада вертикалним млазом (*сл. 23. и 24.*);
9. Обележавање делова;
10. Отпремање делова на финализацију процеса бимбалом (отклањање вишка материјала са делова, такозвано „чишћење“) и отпремање делова у процес даље обраде, или формирање склопа заваривањем.

7. ОПРЕМА И КАРАКТЕРИСТИКЕ МАШИНЕ У ПРОИЗВОДНИМ УСЛОВИМА

Опрема ЦНЦ машине за гасно сечење састоји се из (сл. 22):

1. 2 боце кисеоника и 1 боца ацетилена,
2. Моста машине на коме се налази горионик,
3. Горионика,
4. Регулатор гасова,
5. Контролне табле машине, и
6. Стола машине,



Слика 22.- Опрема ЦНЦ МЕССЕР машине за гасно сечење

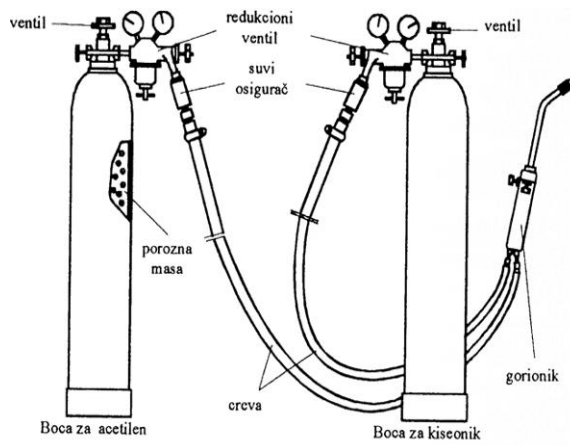
1. Гасови за сечење

За сечење плочастих делова на ЦНЦ машини за сечење неопходно је користити смешу гасова O_2 и C_2H_2 , тј. кисеоника и ацетилена. При сечењу се користе увек три боце и то 2 боце кисеоника и 1 боца ацетилена. Боце са кисеоником су обично беле боје, а са ацетиленом црвене или понекад плаве (сл. 23.). Регулациони вентил на боци ацетилена увек је супротан за одвијање и завијање из безбедностних разлога. Однос гасова O_2 и C_2H_2

је 8:1, а кисеоник при сечењу је увек под притиском око 0,6 бара. Боце са кисеоником и ацетиленом се увек држе у одвојеним просторијама (сл. 24.).



a)



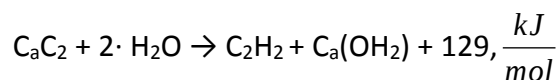
b)

Слика 23.-a) Приказ две боце у реалним условима, б) шематски приказ боца



Слика 24.- Приказ просторија за чување боца са гасовима

Ацетилен се може произвести на месту рада из калцијумкарбида (CaC_2) и воде помоћу тзв. развијача, или се купује „конзервиран“ у челичним боцама обележеним белом траком. У развијачима одвија се егзотермна хемијска реакција:



Будући да је ацетилен експлозиван гас, натпритисак у пуној челичној боци ограничава се на 15 бара, а с тим у вези, не допушта ни загревање боце преко 35°C. Исто тако, треба знати да је смеша ацетилена и ваздуха (нарочито при 7 до 13% C₂H₂) као и ацетилена и кисеоника (нарочито око 30% C₂H₂) експлозивна, те у том смислу потребно је пазити да се ова концентрација не достигне у затвореним просторијама, судовима, преградама и сл. Ацетилен је лакши од ваздуха, те се стога скупља код поклопаца судова, плафона, поткровља и сл. где најчешће и почиње експлозија. Склоност смеше ацетилена и ваздуха ка експлозији може се демонстрирати једноставном пробом. За то је потребна цилиндрична лимена кутија пречника 70 мм и висине 20 мм, у коју се ставља зрно карбида величине 1-2cm. Зрно се затим полива са неколико капи воде, кутија затвара поклопцем и мало сачека да ослобођени ацетилен кроз отвор на дну кутије потисне ваздух. Тада се помоћу упаљача, принетог уз отвор, пали ацетилен који мирно сагорева. Ако се после тога пламен угаси (затварањем отвора), поклопац отвори и у кутију уђе нешто ваздуха, образоваће се експлозивна смеша. То се доказује експлозијом која настаје када се смеша која истиче кроз отвор упали. Овим се показује да чист ацетилен гори мирно на ваздуху, док помешан са ваздухом експлодира кад год дође у додир са пламеном, жаром или варницом.

Кисеоник у гасовитом стању чува се и транспортује у челичним боцама запремине од 0.4 па до 50 l. За заваривање и сродне поступке највише се примењују боце запремине 40l, максималног притиска 150 бара. Капа, сферна површина и трака на 2/3 висине обојене су плавом бојом. Кисеоник је нешто тежи од ваздуха, сакупља се у удубљењима пода, што такође при додиру са масним материјама може изазвати експлозију.

У зависности од намене разликују се:

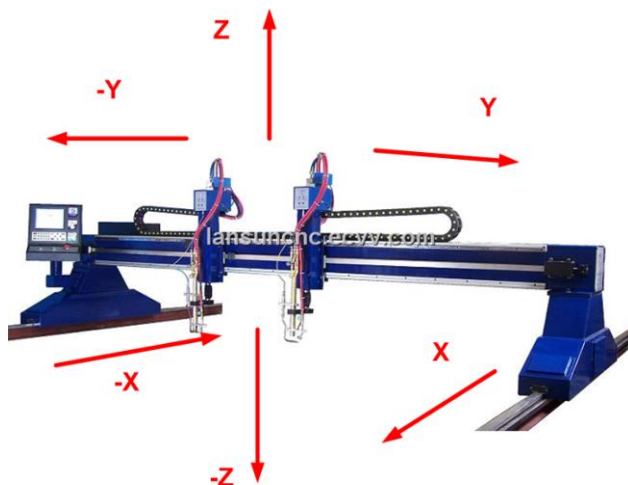
- кисеоник за техничке сврхе (98.5 ÷ 99.5% O₂),
- кисеоник за медицинске потребе,
- кисеоник за ваздухопловство.

С обзиром на експлозивност мазира у додиру са O₂, не смеју се уљем и машћу подмазивати вентили и други уређаји који долазе у додир са кисеоником. Компресори за пуњење боца кисеоником подмазују се дестилованом водом због чега се део те воде јавља као примеса у границама 5 ÷ 100g на m³ кисеоника. Осим тога, као примеса кисеонику јавља се и азот, будући да се O₂ добија фракционом дестилацијом течног ваздуха (21% O₂, 78% N₂, 1%). Чистоћа кисеоника веома је значајна за заваривачке радове, а нарочито за гасно сечење метала. Са порастом примеса опада брзина сечења, а расте потрошња горивог гаса (ацетилен, мешавина пропан + бутан).

<u>Гориви гас</u>	<u>Највиша температура а°С</u>	<u>Доња топлота на моћ</u> $\frac{kJ}{m^3}$	<u>Завари в. Топл. моћ</u> $\frac{kJ}{m^3}$	<u>Однос кисеоник gas</u>	<u>Примена</u>
<u>Ацетилен</u> C_2H_2	3150	48000	21000	1.0÷1.2	Челик $s \leq 30\text{ mm}$, други метали, лемљење, сечење
<u>Бензол (пара)</u> C_6H_6	2600	14000 ÷ 40000 kJ/kg	5850	1.25 m ³ на 1kg	Челик $s \leq 10\text{ mm}$, обојени метали, лемљење, сечење
<u>Бензин (пара)</u>	2400	125000 ÷ 40000	5000	1.3 ÷ 1.7 m ³ на 1kg	Челик $s \leq 10\text{ mm}$, обојени метали, лемљење, сечење
<u>Водоник (H₂)</u>	2100	10800	5450	0.25 ÷ 0.31	Челик $s \leq 5\text{ mm}$, обојени метали, лемљење, сечење
<u>Пропан (C₃ H₈)</u>	2000	91000	48000	2	Обојени метали, лемљење, сечење, грејање
<u>Бутан (C₄H₁₀)</u>	2100	118000	48000	2.5	Обојени метали, лемљење, сечење, грејање
<u>Светлећи гас</u>	1900	20000	38000	0.6 ÷ 0.7	Обојени метали, лемљење, сечење, грејање
<u>Метан (CH₄)</u>	1700	36000	38000	1	Обојени метали, лемљење, сечење, грејање

2. Мост машине на коме се налази горионик

На мосту машине налази се горионик који се може заједно са мостом кретати у три правца, конкретно, горионик се највише креће у две осе. Комбинацијом ових оса могу се резати скоро сви облици у 2D равни. (сл.25)

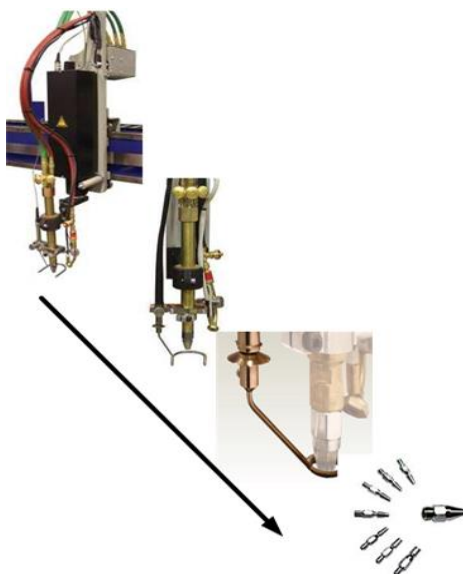


Слика 25. - Приказ покретног моста машине и горионика са осама померања истог

3. Горионик

Горионик се, поред држача, састоји из (сл. 26.):

1. Бренера (сл. 27.),
2. Млазнице и
3. Дизне (сл. 28.).



Слика 26.- Приказ горионка са неким од његових елемената



Слика 27.- Бренер



а)



б)

Слика 28. - а) млазнице, б) дизне горионика

У зависности од дизне и млазнице, добија се пламен са којим може да се сече материјал, из тог разлога МЕССЕР-овакомпанија је стандардизовала млазнице за окси-ацетиленско сечење у циљу што веће уштеде гаса.

Неке од величина млазница за сечење су:

- 3 – 10 mm
- 10 – 25 mm
- 25 – 40 mm
- 40 – 60 mm
- 60 – 100 mm
- 100 – 200 mm

За предгревање величине дизне су:

- 2 – 100 mm
- 100 – 300 mm

4. Regulator gasova

Служи за регулисање гасова при сечењу тј. дефинисању односа протока гасова у цеви и његово константно одржавање. (сл.29.)



Слика 29.- Регулатор гасова

5. Контролна табла машине

Контролна табла машине је вишефункционална кутија на машини. На њој се врше сва подешавања кретања машине, брзине, и других параметара у току процеса обраде дела. Такође, на њој се позива програм за сечење неког дела, али се исти програм на њој може и програмирати.(сл.30.)



Слика 30.- Контролна табла машине за сечење

6. Сто машине

Сто машине служи за позиционирање радног дела тј. у овом случају металне плоче, у циљу сечења исте. Сто је са горње стране решеткаст, а са доње стране је кутија са водом, из разлога да се неби подизала метална прашина и штетни гасови. (сл.31.)



Слика 31.- Радни сто машине

7. 1 Приказ процеса сечења делова



Слика 32.- Приказ процеса предгревања



Слика 33. -Приказ самог процеса сечења



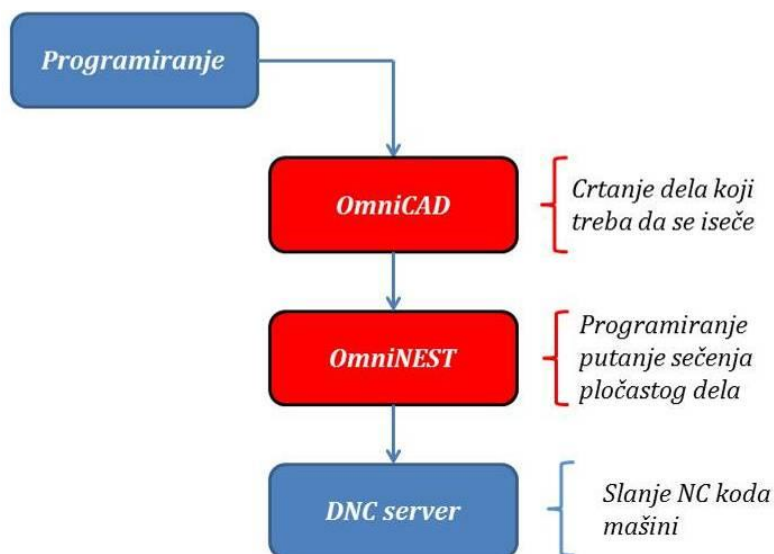
Слика 34. -Приказ неких исечених делова

8. ПРОГРАМИРАЊЕ CNC „MESSER” МАШИНЕ ЗА ГАСНО-ПЛАМЕНО СЕЧЕЊЕ

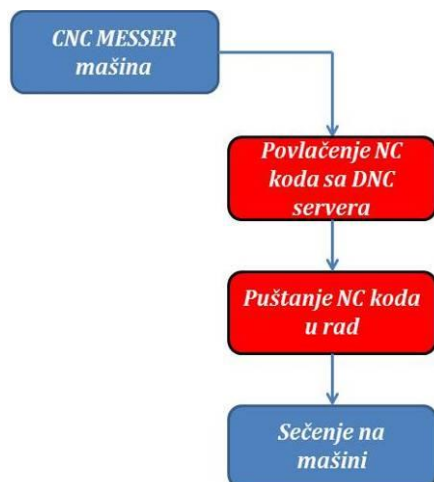
Сам процес сечења врши се на основу требовања неког дела (сл. 35.). Након требовања, врши се програмирање, након чега се NC код шаље машини где га машина преузима, па се након тога машина пушта у рад и врши само сечење дела.



Слика 35. - Дијаграм редоследа производних операција



Слика 36.-Приказ корака при програмирању



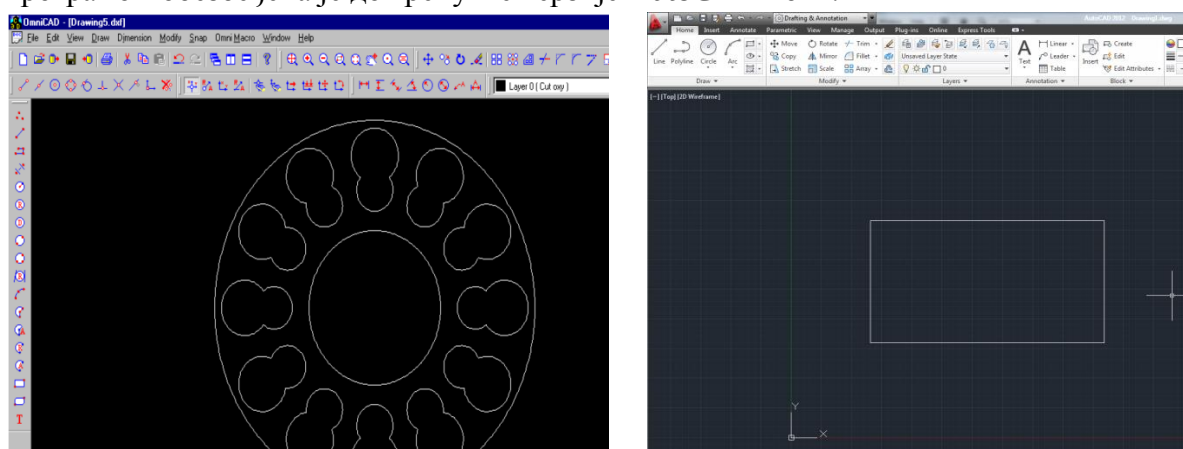
Слика37-Процес очитавања NC кода на машини и сечење на истој

Процес програмирања отпочиње са цртањем 2D дела у OmniCAD-у након чега се учитава у базу података OmniNEST програма, где се након тога укључује DNC сервер са повезивањем машине и базе података из OmniNEST-а.

8. 1OmniCAD програм за пројектовање геометрије делова за израду

OmniCAD је моћан CAD програм специјано осмишљен за израду делова за термичко сечење. Он такође има могућност читања и препознавања DXF и DWG формата цртежа који могу бити увезени у OmniCAD, односно чита, извози и чува та документа.

Самим тим, OmniCAD дозвољава увоз делова који су већ креирани уз помоћ још једног CAD програма и који су ускладиштени у DXF формату, а посебно делове који су креирани у AutoCAD DWG формату цртежа (сл. 38). Компатибилност AutoCAD-a са овим програмом обезбеђена је до тренутне верзије AutoCAD 2012.



а)

б)

Слика38.- а) Приказ радног окружења OmniCAD-а, б) Приказ радног окружења AutoCAD 2012

OmniCAD програм је само део софтверског пакета OmniWin који увек може приступити OminWin-овој бази података. Компоненте које су пројектоване или модификоване могу да се извозе у OmniWin-ову базу података. Насупрот томе, делови који су ускладиштени у OmniWin-ову базу података могу се такође увести у програм за дизајнирање, где OmniCAD врши неопходне модификације.

Постоје следеће могућности за кориговање грешки на цртежима, а то су:

- Аутоматско брисање дуплих контура,
- Исецање контура које се преклапају, и
- Аутоматско затварање отворених контура, и грешке које се налазе унутар прозора тог програма.

OmniCAD је програм који је лак за учење и одликује га веома јасан интерфејс и радно окружење.

Различите функције и команде су комбиноване у поједним групама које ће бити наведене:

- ***Увоз/извоз функције:***

DXF, DWG формати који се могу штампати и пребацивати;

- ***EDIT функција:***

Исећи/копирати/залепити,

Иди напред/врати уназад;

- ***Windows функција:***

Дељење прозора када се уређује неколико делова одједном,

(Каскадни/вериткални прозор/хоризонтални прозор);

- ***Функција зумирања:***

Цео зум, зумирање унутра, зумирање напољу, зумирање windows прозора, динамички зум, зумирање центра, зумирање селектованог дела;

- ***Команде за израду цртежа:***

Линија, тачка, изломљена линија, круг, угао, правоугаоник, заобљен правоугаоник;

- ***Функције за измене (EDIT функције):***

Померање, ротирање, брисање, сечење, обарање и заобљавање ивица, скалирање објекта, осносиметрично копирање, спајање и брисање контура, креирање паралелних линија, креирање осних линија између две вертикале;

- ***Функција аутоматског хватања тачки контура***

Подешавање броја тачака и функције аутоматског хватања истих, тј. хватање центра координатног система, тачке углова сличних делова, центре линија, центре кружница и др.;

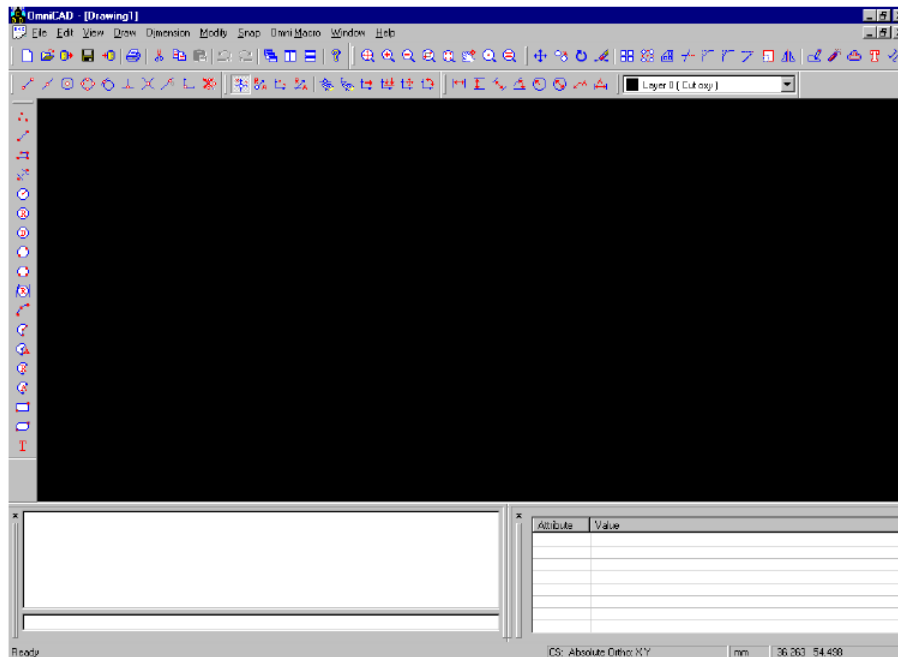
- ***Функције координатног система***

Апсолутни и релативни координатни систем, могућност померања и ротације релативног координатног система;

- ***Функције димензионисања***

Хоризонтално и вертикално димензионисање, димензионисање углова, димензионисање радијуса, димензионисање пречника, постављање коментара у тексту, убацивање текста у димензијске котне линије.

Након инсталирања програма појављује се следећи стартни прозор (сл. 39.):



Слика 39.- OmniCAD-ов стартни прозор

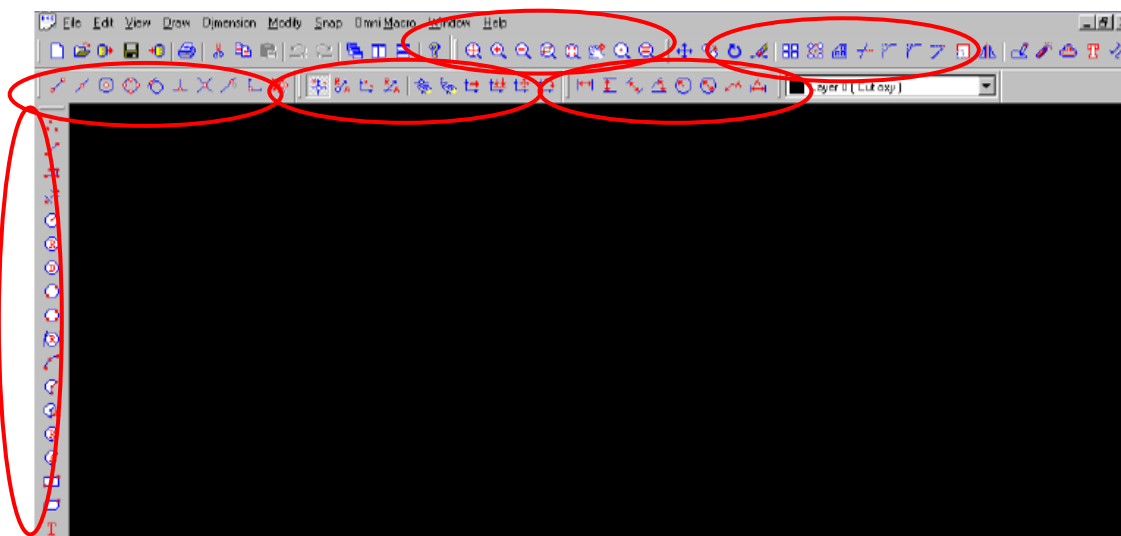
OmniCAD-ов стартни прозор подељен је на следеће области:

- Насловна линија *OmniCAD* – име цртежа које дефинише програмер,
- Системски мени,
- Неколико палети алата,
- Регион за цртање,
- Дијалог поље са (од десна ка левом),
 - Командном линијом дијалог кутије (енгл. „*Dialog Box*“), и
 - Објектна информациона дијалог кутија (енгл. „*Object info dialog box*“); и
- Статусна линија програма.

8.1.1. Конфигурисање програмског прозора OmniCAD

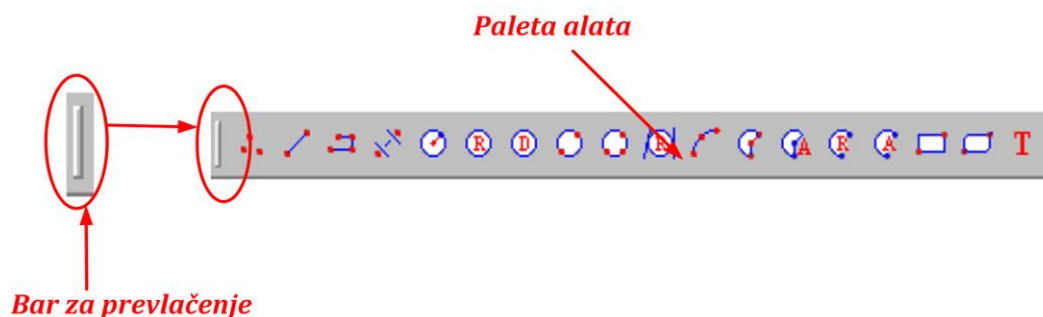
Разноврсне палете са алатима и дијалог кутијама (енгл. „*Dialog Box*“) могу се померати, премештати и позиционирати помоћу миша на одговарајућа места. По ивицама и ободима региона за цртање (сл. 40.), или у неким случајевима када је то неопходно и у зони региона за цртање. Са могућношћу померања палета алатки, исте имају и могућност фиксирања, односно позиционирања на жељеним местима, испод, изнад или у зони цртања. Када се палета позиционира унутар региона за цртање, мора се „од-

позиционирати“, или одлепити, па се облик прозора може накнадно конфигурисати и мењати.



Слика 40. - Приказ дијалог бокса и палета алата који су позиционирани околу њега

Палета алата може се померати у складу са жељама корисника и позиционирати у складу. Бар за превлачење (сл. 41.) палете алата налази се са леве стране одређене палете алата помоћу кога се врши премештање и позиционирање истог.



Слика 41.-Приказ бара за превлачење радне палете алата

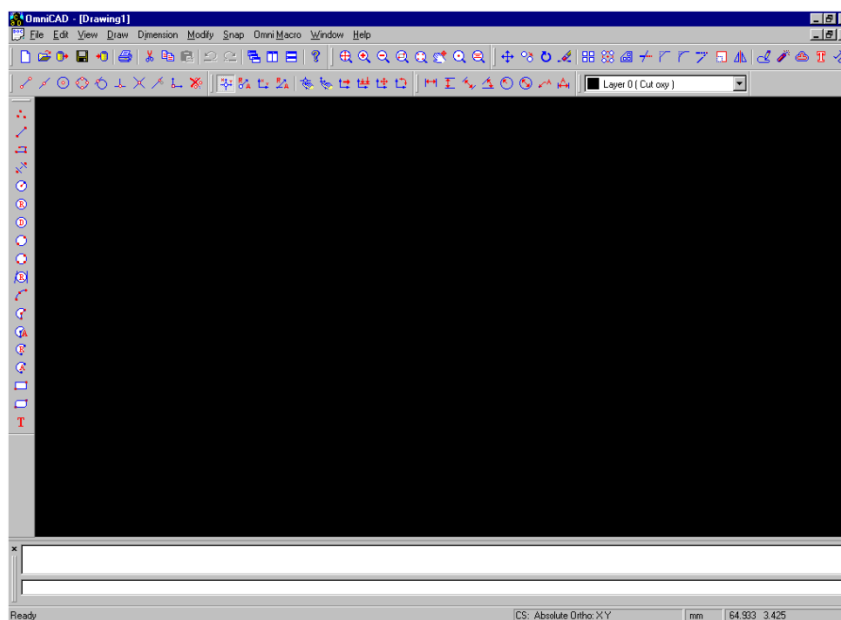
Бар за превлачење (сл. 41.) позиционираног („усидреног“) дијалога може се наћи на левој, или горњој ивици истог. Дијалог се може затворити тако што се кликне на мали крстић који се налази изнад бара за превлачење (сл. 42.).



Слика 42.- Приказ функције којом се искључује дијалог прозор

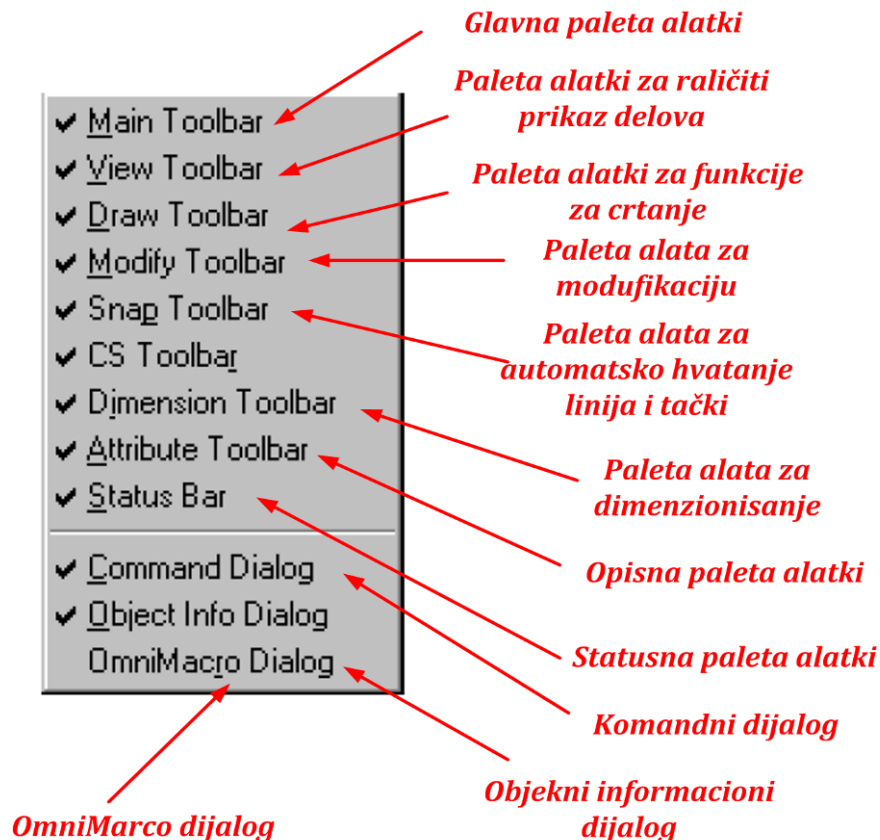
Да би повећали област за цртање, можете да притиснете, у зависности од екрана, опцију за скупљање резолуције која заједно са том функцијом повлачи и палете алата, тако да оне након тога заузимају два реда:

1. Да би се додатно повећала област за цртање може се користити функција за линију раздавајања области за цртање и дијалога, где се исти вуче на доле, при чему део објекта поља инфо дијалога неће више бити видљив. Међутим функција за унос линија увек остаје видљива, и
2. Да би се добило више простора за цртање, може се затворити објекат информационог дијалога (који се налази у склопу прозора(сл.43.)),јер је ретко потребан (само у случају једне врсте дизајнирања).



Слика 43.- Приказ прозора OmniCAD-а који је спреман за креирање неопходне геометрије која треба да се израђује („сече“)

Палете алата се укључују помоћу падајућег менија палета различитих алатки (енгл. „Toolbars“) (сл. 44.).



Слика 44.- Приказ падајућег менија са свим комбинацијама палети алатки

8.1.2. Дијалог са палетом функција (енгл. „Dialog Box“)

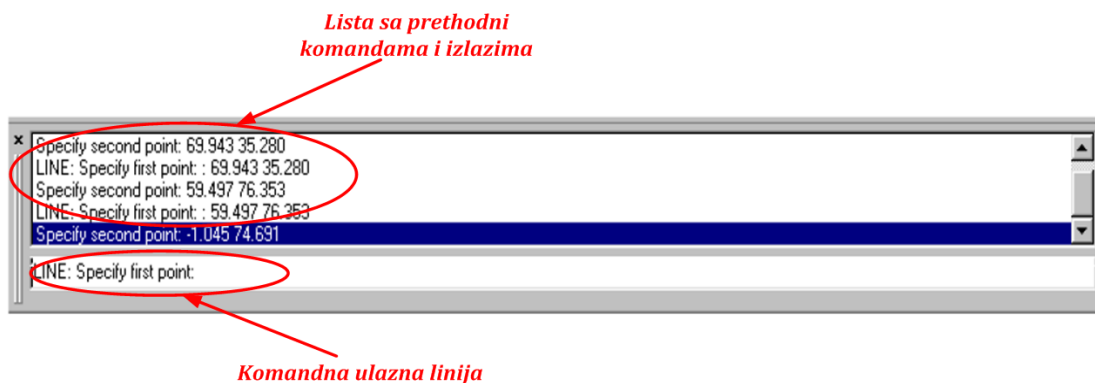
На иницијалном програмирању заснивају се и почињу два дијалог прозора која су смештена на доњој ивици програмског прозора, а то су:

- Командна линија дијалог палете, и
- Објектни информациони дијалог.

1. Командна линија дијалог палете

Командна линија дијалог палете („командни дијалог“) је подељена у две области (сл. 45.):

- Командна улазна линија, и
- Листа са претходним командама и излазима („саопштавајући“или „пријавни прозор“).



Слика 45.- Командна линија дијалог палете са два прозора

У командној улазној линији се могу наћи команде које су селектоване као:

- Бирање функције у систему менија,
- Улазак у комбинацију тастера (кратка кључна функција) за функцију, и
- Позивање одређеног симбола на палети са алаткама (позивање се врши тако што се кликне на неку од функција).

Самим тиме, само оне команде које захтевају даље упутство за улаз могу да буду понављане у овој линији, нпр. координате неке тачке. Команде које не захтевају никакво додатно упутство налазе се на листи претходно унесених команди или улазној јединици.

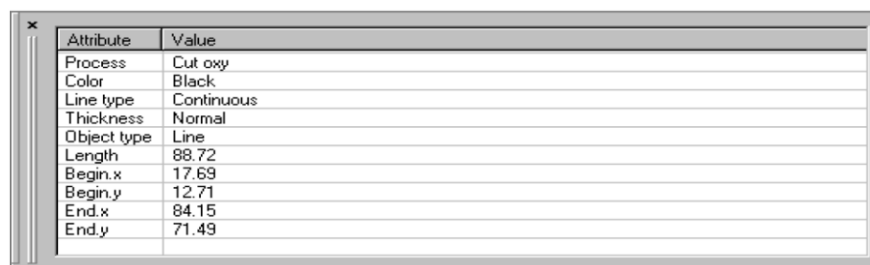
Прорачун функција у координатном улазу

У координатном улазу могуће је направити једноставне прорачуне. Поред четири основне аритметичке операције (+, -, *, /) – са којима се могу израчунавати изрази као што је $\frac{193,5}{3-25}$, $64 + 2 \cdot 3$, такође се могу израђивати различите операције и моделе операција као што су неки од њих:

- ", (,), <, >, =, ?, :, и
- *sin, cos, tg, ctg, sqrt, exp, abs, grad, rad, ln, lg,*

2. Објектни информациони дијалог

Палета објектног информационог дијалога (енгл. „*Object Info Dialog*“) омогућава приказивање различитих својстава и њихових вредности за одабране елементе цртежа (у приказаном примеру за линију) (сл. 46.):



Attribute	Value
Process	Cut oxy
Color	Black
Line type	Continuous
Thickness	Normal
Object type	Line
Length	88.72
Begin.x	17.69
Begin.y	12.71
End.x	84.15
End.y	71.49

Слика 46.- Приказ својства у једном реду и приказ вредности у другом

Ако је неколико елемента селековано онда ће само заједничка својства бити приказана.

8.1.3. Избор функција

Функције, или команде у OmniCAD програму могу се унети, или одабрати на различите начине, неки од њих су:

- Свака функција може се позивати из менија помоћу миша. Ако се налазимо у функцији менија, онда се свака функција овог менија може кратко позвати преко тастатуре,
- Сваки мени се може позвати преко пречице (кључ – комбинација неколико тастера притиснута одједном позива одређену функцију),
- Постоји симбол у палети алата за скоро сваку функцију под-менија,
- Неке функције у „File“ менију и све функције у „Edit“ и „Snap“ менијима могу бити позване помоћним пречицама „Key combination“ (комбинацијама одређених тастера) који се састоје од <Ctrl> тастера или <Alt> тастера, као и још неких. Ове „скраћене комбинације позивања функција“ приказане су поред сваке функције у падајућем главном менију,
- Поред тога могуће је дефинисати сопствене кратке тастере (енгл. „Short keys“) уз помоћ картице „Short key“ у функцији опције „Options“ у главном падајућем менију, и
- Све функције могу бити унете као команде у улазну командну линију (енгл. „Command Line Dialog Box“) за унос у поље командне линије дијалога.

Напомена о извршавању одређених функција

Све функције у OmniCAD-у користе се на идентичан начин:

- Са многим функцијама, након самог позивања функције бићемо упитани у циљу одабирања елемената или објекта,
- Приликом извршавања функције, програм има посебну функцију за враћање једног или више корака уназад или унапред, али притом функција мора да се састоји из више оперативних корака (функције енгл. „Undo“ и „Redo“),

- Извршавање функције може бити прекинуто у било којој фази са <Esc>тастером, и
- Задње креирање (цртежа) или промена команде се може поновити са <CR>, тј. она се изнова појављује у командној линији.

8.1.4. Избор елемената и објеката

Избор елемената (нпр. са функцијом брисања „Delete“) може бити направљен пре или после позивања функције, као и других функција. Захтев за избор увек долази, чак иако је избор унапред одабран. Затим, може се завршити избор са десним тастером миша тј. направити нову селекцију, или наставити даље са корацима при избору левог тастера миша.

Ако се жели одређен избор елемента или објеката (нпр. делови цртежа у делу дизајнирања) операција, у том случају следеће могућности ће доле бити набројане, а то су:

- Да би се одабрао само један објекат неопходно је кликнути левим тастером миша. Након тога биће приказано у плавој боји и на тај начин бити одабрано. Ако се затим поново кликне на други објекат, онда ће тај објекат бити изабран, а претходно изабрани објекат ће бити искључен;
- Ако се жели одабир неколико објеката, један за другим, требало би додати нове објекте које сте претходно изабрали, па се након тога мора држати тастер <Shift> приликом избора свих даљих објеката и истовремено се треба кликнути на објекте левим тастером миша. Ако се не жели само додавање објеката, а притом се жели поништавање већ изабраних објеката, у том случају мора се држати тастер <Ctrl> и истовремено кликнути на објекте у циљу „не-означавања“, што се врши левим тастером миша;
- Може да изабере више објеката одједном као формирање прозора. Почетна тачка за избор прозора се може дефинисати кликом на леви тастер миша у прозору за цртање. Приликом формирања прозора, корисник треба да држи притиснут леви тастер миша. Након пуштања миша тастер за избор прозора је дефинисан.

Избор („Селектовање“) прозора увек се приказује као правоугаоник са континуалном линијом, у случају када је формиран.

Постоје две могућности у случају када се формира прозор:

1. Ако се прозор формира с лева на десно, онда ће само они елементи који су у потпуности у оквиру прозора бити избрисани („Windows“–режим), и
 2. Ако се прозор формира са десна на лево, онда је све што је у прозору селековано и све што се сече са избором прозора је изабрано („Crossing“ - режим).
- Ако се жели избор неколико објеката сталним формирањем прозора, требало би их додати већ изабраним објектима, након тога треба држати притиснут <Shift> тастер приликом формирања прозора.

- Ако се жели искључивање („деселект“) истовремено неколико већ изабраних објеката, онда је такође потребно држати тастер <Ctrl> приликом формирања прозора над објектом.
- Ако се жели истовремени одабир у прозору у коме се црта, комбинација тастера <Ctrl> и <A> за „Одабир свих“ функција у „Edit“ менију за измене,
- Ако се жели поништавање свих изабраних објеката, најлакши пут је комбинацијом тастера <Ctrl> и <U> за „опозив избора свих функција“ у менију за измене (енгл. „Edit menu“), и
- Ако се жели поништавање свих изабраних објеката, а истовремено су изабрани сви претходно неозначени објекти, то се најлакше врши комбинацијом тастера <Ctrl> и <I> за све преокренуте (енгл. „Invert all“) функције менија за измене.

8.1.5. Конструкција геометрије делова

Пре и током конструкције и креирања дела требало би да се:

- Дефинише „Layer“ на коме цртеж и део цртежа треба бити креиран,
- Подесити координатни систем који зависи од услова конструкције и прилагођености задатим димензијама конструкције у шаблону цртежа, и
- Узети у обзир све примедбе које се јављају приликом коришћења различитих функција.

1. Селектовање Layer-а (слоја)

У зависности од компоненте или дела компоненте која треба бити означена пробијањем, означена прахом или процесом са „Inkjet“, мора се изабрати одговарајући слој.

Може се подесити боја, врста линије и дебљина линије за сваки појединачни слој и колико тај слој треба бити јасан. Ово се врши у картици за особине у опцијама за приказни мени (енгл. „View Toolbar“).

2. Постављање координатног система

Апсолутни координатни систем је увек активан при почетку цртања неког дела. Увек при процесу конструисања делова треба узети у обзир који координатни систем ће бити најлаши за саму израду и конструкцију цртежа.

Ако је неопходно, координатни систем може се променити у палети за координатне системе или у менију за приказ (енгл. „View menu“) или се може манипулисати релативним координатним системом са одговарајућом функцијом у координатном тулбару (енгл. „Coordinate Toolbar“).

3. Подешавање опција за конструкцију дела

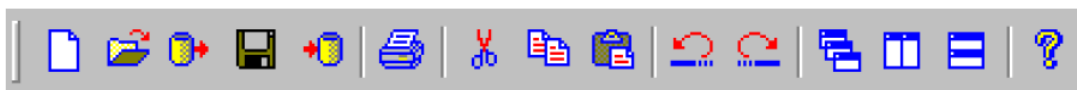
Различите опције за конструкцију делова могу се подесити у опцијама дијалог прозора, па ово укључује:

- Подешавање филтера и посебних провера на цртежу кад год треба повући листу за увожење неких делова,
- Пред-избор метричких или англосаксонских („Inch“) система мера,
- Дефинисање боје радног простора у коме се врши цртање,
- Активне вредности за улазне и излазне директоријуме DXF екстензије фајлова,
- Подешавање за димензионисање, и
- Подешавање особина за слојеве (енгл. „Layers“) за цртање.

8.1.6. Основне палете алатки

Програм OmniCAD нуди следеће палете алата:

- **Главна палета алата (енгл. „Main Toolbar“),**



Слика 47.-Приказ главне палете алата

- **Палета алата за приближавање и удаљавање, тј. Видљивост дела (енгл. „Zoom Toolbar“),**



Слика 48. - Приказ палете алата за увеличавање

- **Палета алата за цртање (енгл. „Draw Toolbar“),**



Слика 49. - Приказ палете алата са функцијама за цртање геометрије дела

- **Палета алата за измене на цртежу (енгл. „Modify Toolbar“),**



Слика 50.- Приказ палете алата за измене на цртежу

- **Палета алата за аутоматско хватање тачака, оса, линија и средишта линија и кругова (енгл. „Snap Toolbar“),**



Слика 51. - Палета алата за аутоматско хватање линија

- **Палета алата за намештање одговарајућег координатног система– CS палета алата (енгл. „Coordinate System Toolbar“),**



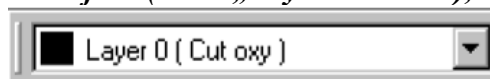
Слика 52. - Приказ палете алатки за намештање координатног система

- **Палета алата за димензионисање (енгл. „Dimension Toolbar“),**



Слика 53.- Палета алата за димензионисање геометрије цртежа

- **Палета алата слојева (енгл. „Layer Toolbar“),**



Слика 54. -Палета алата слојева

8.1.7. Дефинисање палета алата и њихових функција

Главна палета алатки

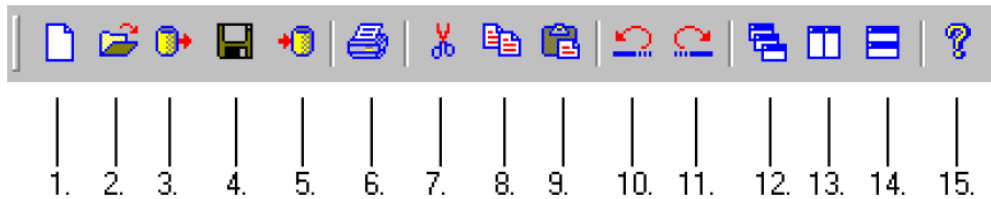
Главна палета алатки садржи најважније функције из менија, као што су:

- Команде за директоријуме (енгл. „File menu“),
- Команде за измену (енгл. „Edit menu“),
- Команде за управљање прозорима (енгл. „Windows menu“), и
- Команде за помоћ (енгл. „Help menu“).

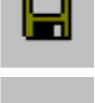
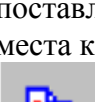
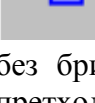
Ово укључује:

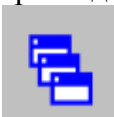
- Функције за израду нових цртежа, отварање, чување и штампање већ постојећих цртежа,
- Уређивање функција за сечење, копирање и лепљење (енгл. „Cut, Copy and Paste“),
- Команда за враћање и идење унапред са већ извршеним функцијама (енгл. „Undo and Redo“),
- Функција за раздвајање цртежа у неколико посебних прозора за цртање, у случају да је неопходно мењати неколико цртежа истовремено, и
- OmniCAD помоћ (енгл. „OmniCAD help“).

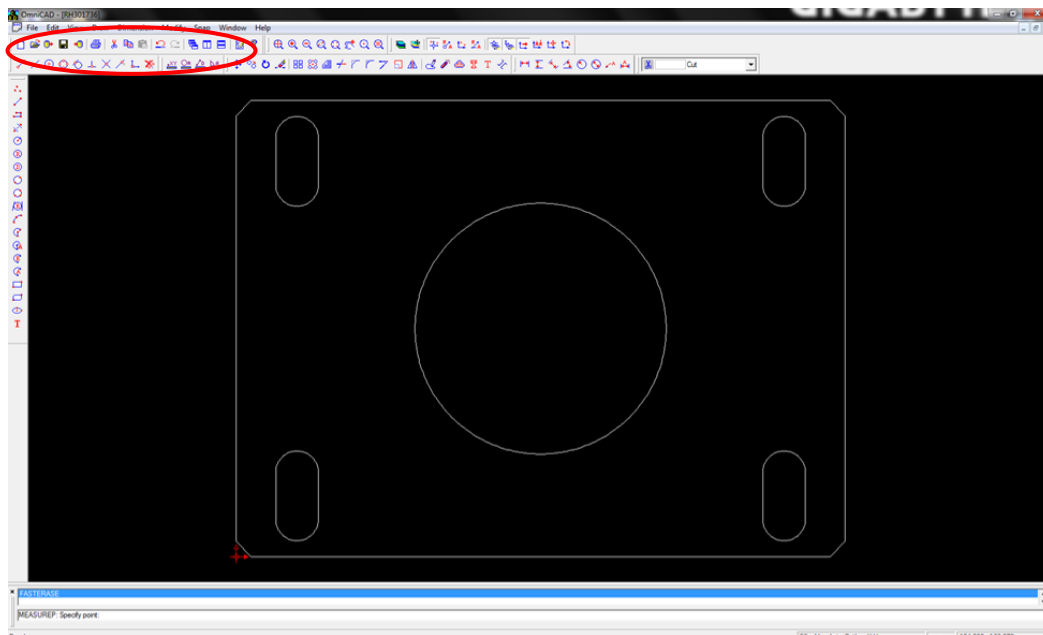
Приказ свих функција главне палете алата су (сл. 55.):



Слика 55. - Приказ свих функција главне палете алата

1.  : Функција која позива нову страницу празног радног простора за креирање новог цртежа;
2.  : Функција помоћу које се позива, тј. отвара већ постојећи цртеж у DXF или DWG формату ради измене истог или нечег другог;
3.  : Функција за учитавање података из базе података (енгл. „Data Base“);
4.  : Функција за чување тренутне страницена којој се врши цртање;
5.  : Функција за чување у складишту базе података;
6.  : Функција за штампу тренутно активних цртежа и скица;
7.  : Функција којом се сече одређени елементи или цео цртеж у циљу постављања истог на друго место, а притом се цртеж или део цртежа брише са места које је исечено;
8.  : Функција за копирање служи да се жељени део копира на друго место без брисање дела или елемента са копираног места као што је био случај у претходној функцији;
9.  : Функција за залепљивање служи да се део који је исечен или копиран постави, тј. залепи на одговарајуће место;

10.  : Функција за враћање уназад са могућношћу од десет извршених корака;
11.  : Функција за понављање враћених корака о којој је било речи у претходној функцији;
12.  : Функција каскадног организовања отворених прозора („није минимизирање прозора“) у облику водопада;
13.  : Функција за вертикално отварање два цртежа истовремено при раду у циљу упоређивања, измене или неких других разлога;
14.  : Функција за хоризонтално отварање два цртежа истовремено при раду у циљу упоређивања, измене или неких других разлога, и
15.  : Функција за позивање помоћи у случају неразумевања ствари и процеса у самом програму при раду.

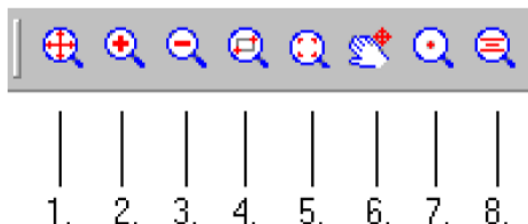


Слика 56. - Приказ главне палете у програму који је активан

Палета алата за зумирање

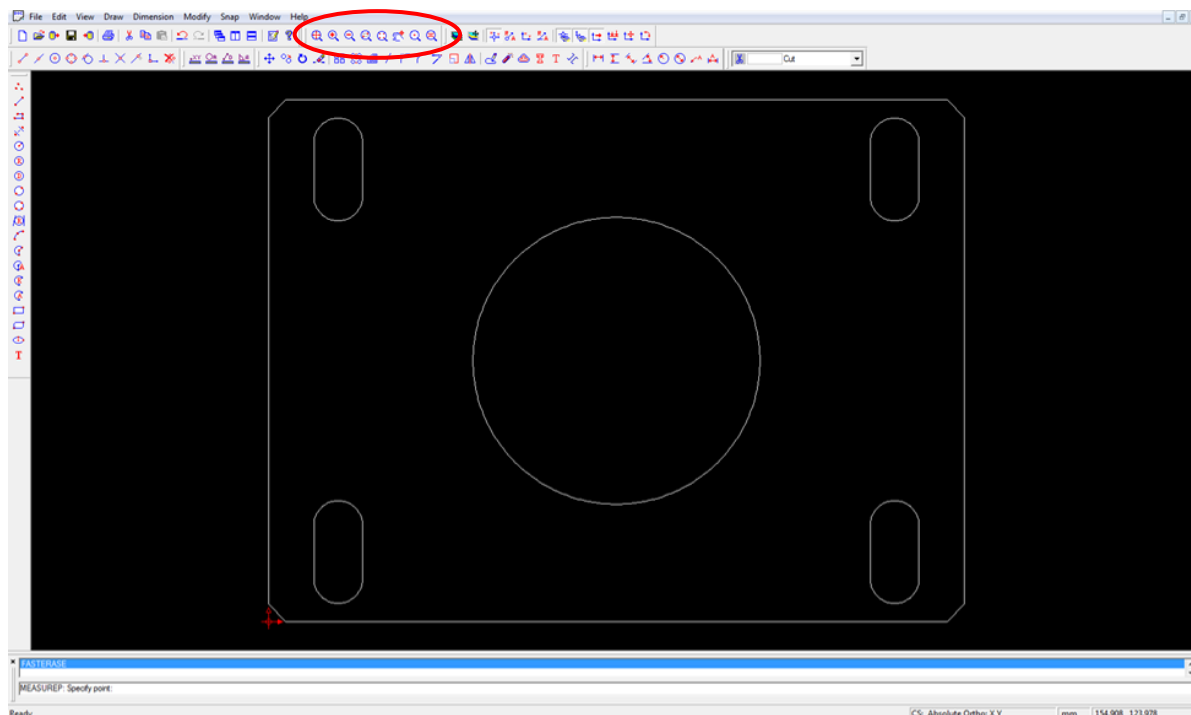
Палета алата за зумирање садржи низ функција за приближавање, одаљавање, скалирање и др. функције у циљу што лакшег и прецизнијег формирања жељеног цртежа.

Индивидуалне функције које карактеришу палету алата за зумирање су:



Слика 57. – Приказ свих функција палете алата за зумирање

1.  : **Функција увеличавања целог цртежа** на највећи могући ниво приказа дела који може да се види у зони цртања;
2.  : **Функција за увеличавање** цртежа који се креира;
3.  : **Функција умањивања** у циљу приказа цртежа у мањем обиму, тј. да би се видела целокупна геометрија цртежа;
4.  : **Функција зумирања прозора** чија се величина креира по жељи корисника у циљу прегледа само једног дела цртежа који се уоквири овим прозором;
5.  : **Функција динамичког зума** за брзо зумирање у реалном времену (аутоматско смањење и повећавање цртежа померањем миша);
6.  : **Функција за ручно померање** целог цртежа у реалном времену;
7.  : **Функција за зумирање центра** да би се могло изводити кретање произвољне тачке у прозору за цртање и зумирати у том жељеном положају, и
8.  : **Функција избора зума** самог елемента који је велики да се позиционира на место, величине тог отвореног прозора у коме се врши процес самог цртања.



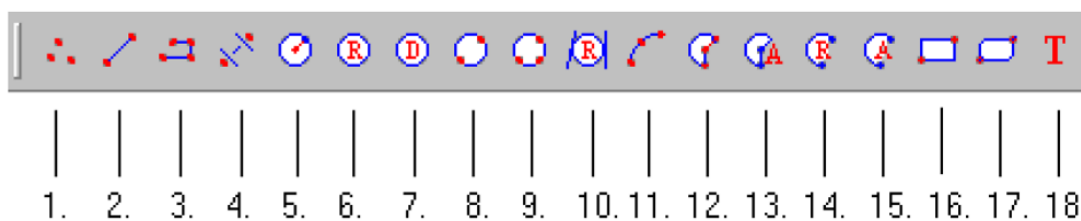
Слика58.- Приказ положаја палете за зумирање у активном програму OmniCAD

Палета алата са функцијама за цртање (енгл. „Draw Toolbar“)

Палета алата са функцијама за цртање садржи команде из менија за цртање (енгл. „Draw Menu“) за креирање:

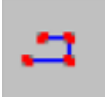
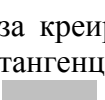
- Тачака,
- Линија,
- Кругова,
- Лукова,
- Правоугаоника, и
- Текста.

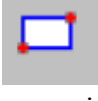
Индивидуалне функције које карактеришу палету алата са функцијама за цртање:

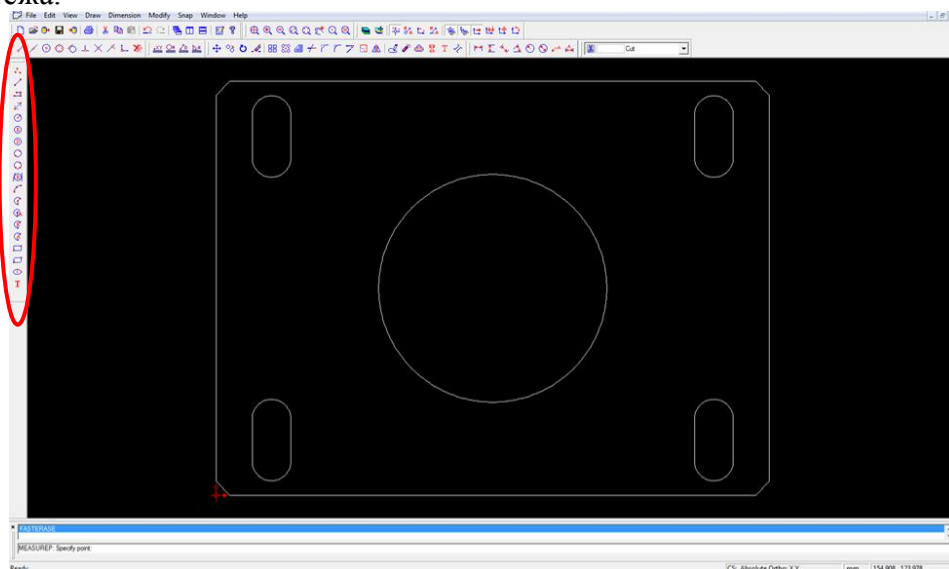


Слика 59. - Приказ целокупне палете алата са функцијама за цртање са свим постојећим функцијама

1. : Функција тачке служи за пројектовање тачака;

2.  : **Функција линије** за креирање жељених линија у циљу формирања скица цртежа;
3.  : **Функција „мулти-линија“** служи за креирање више линија. Ова функција је при креирању више линија континуална све до креирања задње жељене линије;
4.  : **Функција прекидне линије** за формирање прекинуте линије, која се након тога састоји из две прекинуте линије;
5.  : **Функција за креирање круга:** неопходни су центар, тачка на кружности за креирање круга различитог пречника;
6.  : **Функција кружнице:** Центар и радијус за креирање круга уз помоћ центра круга и полупречника истог;
7.  : **Функција за креирање круга:** Код ове функције неопходно је дефинисати пречник и центар кружнице како би на основу тих параметара формирали круг;
8.  : **Функција за креирање круга:** Код ове функције неопходно је дефинисати две тачке на кружности у циљу добијања круга;
9.  : **Функција за креирање круга:** код ове функције неопходно је дефинисати 3 тачке да би формирали круг;
10.  : **Функција за креирање круга:** тангента, тангента, радијус, неопходни су за креирање круга, при чему су потребне две „не-паралелне“ , или тангентни и тангенцијални круг, или два тангенцијална круга и полупречник круга;
11.  : **Функција за креирање лука:** Ова функција служи за креирање лука у три дефинисане тачке, где је прво неопходно дефинисати две тачке на крајевима лука а потом трећу која се креира по жељи корисника негде по средини лука;

12. : **Функција за креирање лука:** Ова функција се користи тако што је неопходно за њено формирање имати дефинисану почетну тачку, Централну тачку (центар круга) и крајњу тачку;
13. : **Функција за креирање лука:** За ову функцију неопходно је дефинисати почетак, центар и одређени угао да би након тога добили одговарајући лук;
14. : **Функција за креирање лука:** За креирање овог лука неопходно је дефинисати почетак лука, крај лука и одређени радијус у циљу добијања готовог лука;
15. : **Функција за креирање лука:** За креирање овог лука неопходно је дефинисати почетну тачку, крајњу тачку и одговарајући угао;
16. : **Функција за креирање правоугаоника** врши се тако што се дефинишу две дијаметрално супротне тачке негде у простору;
17. : **Функција за креирање правоугаоника** са заобљеним линијама дефинише се са две дијаметрално супротне тачке и радијусом заобљења правоугаоника, и
18. : **Функција за дефинисање или уписивање текста** по цртежу и елементима цртежа.



Слика 60.- Приказ палете алата са функцијама за креирање цртежа

Палета алата за модификовање и измену цртежа

Палета алата за модификовање и измену цртежа састоји се из менија за модификацију (енгл. „*Modify Menu*“).

Овај мени укључује функције као што су:

- Померање, ротирање, брисање;
- Дуплирање колона, редова и углова;
- Сечење и продужавање елемената, обарање и заобљавање ивица;
- Скалирање објеката (истезање и проширивање);
- Пресликавање у односу на осну линију („ефекат огледала“), склапање (*придруживање у једну целину*) и разбијање контура на најједноставније елементе (*тачке и линије*),
- Креирање паралелних линија и контура,
- Конвертовање текста на контури, и
- Изградња конструкционих линија као и симетричних линија између два објекта (тачке, линије, елементи и др. објеката).

Карактеристичне функције палете алата за модификацију и измену цртежа су:

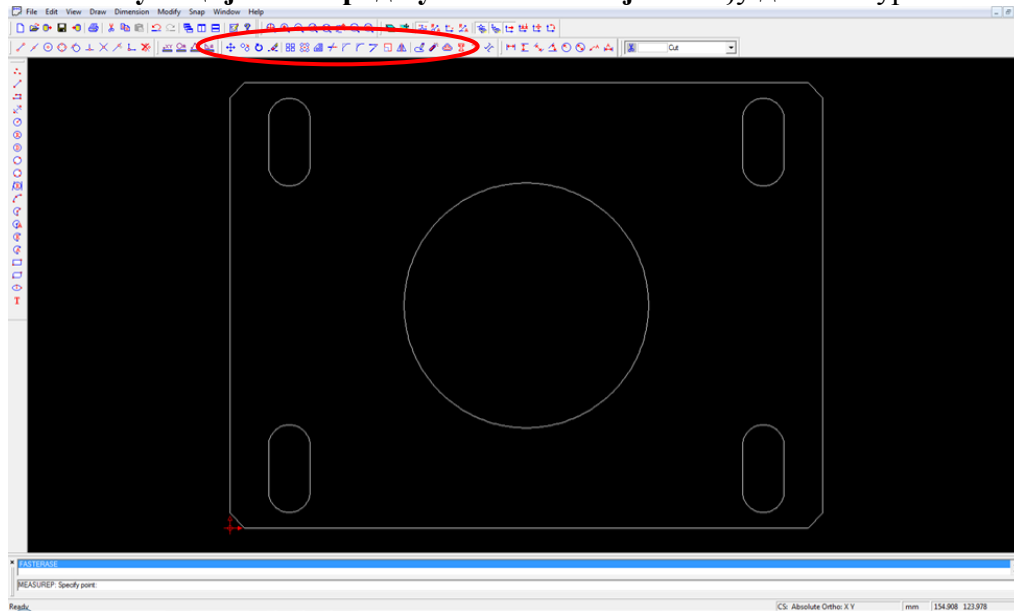


Слика 61.- Приказ палете алата за модификацију са целокупним приказом свих функција

1.  : Функција за **транслаторно померање** свих елемената једног цртежа, како појединачних елемената (тачке, осе, линије кружнице, правоугаоници и свих др. елемената) тако и целог цртежа;
2.  : Функција за **копирање различитих елемената**, склопова и под-склопова;
3.  : Функција за **ротирање** елемента који су креирани и они који то нису, креирају се око осе ротације под одговарајућим углом који се дефинише;
4.  : Функција за **брисање елемената** или делова на радном цртежу;
5.  : Функција за **истовремено матрично копирање** истог цртежа по вертикалном и хоризонталном правцу;

6.  : **Функција поларизованог копирања** истог дела по контури круга под одређеним углом који се дефинише и боја копија који се такође дефинише;
7.  : **Функција за вишеструко умножавање** и убацивање једног или више изабраних објекта у једном делу или у неколико делова као унутрашњу контуру у облику шаблонизованог гнезда који је одбијен један од другог под одговарајућим углом који корисник задаје;
8.  : **Функција за резање, исецање и брисање** појединачних елемената или објеката;
9.  : **Функција за обарање** ивица на угловима објеката;
10.  : **Функција за заобљавање** ивица неког објекта;
11.  : **Функција настављања** за продужавање два елемента, када су затворени или међусобно повезани;
12.  : **Функција за скалирање**, односно повећавање или смањивање објеката по Х и Y правцима за исти износ вредности скалирања;
13.  : **Функција за пресликавање** у односу на осну линију тј. симетрично пресликавање једног дела у односу на референтну линију на другој страни (ефекат огледала);
14.  : **Функција која врши спајање** више појединачних елемената (тачке, линије, осе, правоугаоници и др. елементи) у један склоп (цртеж);
15.  : **Функција за експлодирање** цртежа на појединачне елементе (линије, тачке, кругове и др. елементе). Ова функција супротна је од претходне функције;
16.  : **Функција за дефинисање паралелних** контура које су одбијене од основне за неку негативну или позитивну вредност;
17.  : **Функција за конверзију текста** на контури, и

18.  : Функција за изградњу мостне линије између два контурна елемента.

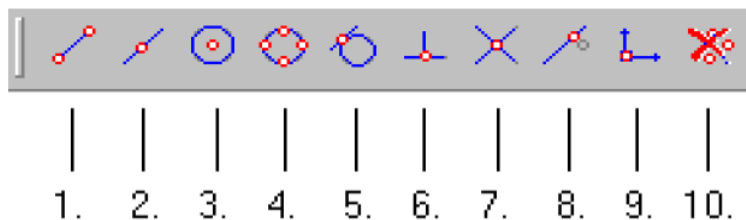


Слика 62.- Приказ палете алата за модификовање у активном програму

Палета алата за аутоматско хватање тачки, оса линија, кружница и др.

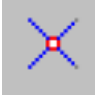
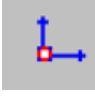
Палета алата за аутоматско хватање садржи све привремене команде из менија за аутоматско хватање (енгл., *Snap Menu*“).

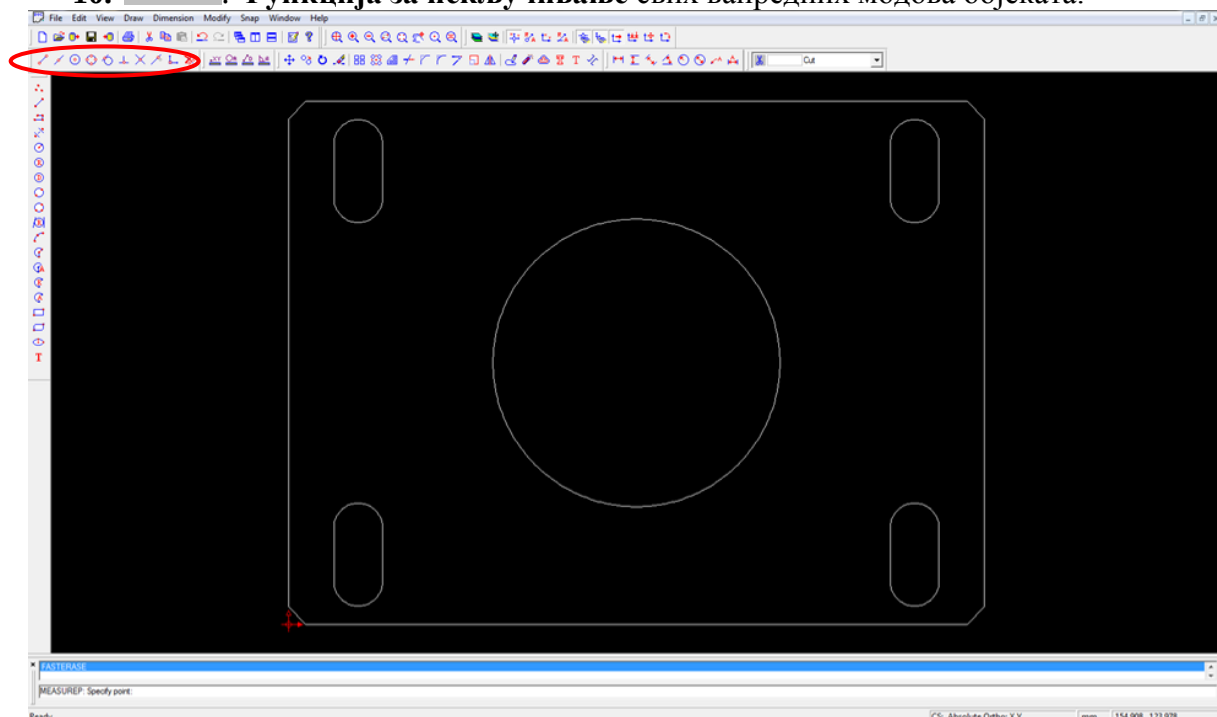
Појединачне функције палета алата за аутоматско хватање су:



Слика 63. - Приказ палете алата за аутоматско хватање тачака са свим својим функцијама

1.  : Функција за хватање крајњих тачака неке линије;
2.  : Функција за хватање средњих тачака линија и лукова и често служи као конструктивна тачка;
3.  : Функција за хватање центра круга или лукова ради уноса одређених координата;

4.  : Функција за хватање четвртине круга (или хватање круга по сваком квадранту) или лука за унос координата,
5.  : Функција за хватање тангентне тачке на спољашњој кружници круга;
6.  : Функција за хватање нормалне тачке која се налази на сударању вертикалне и хоризонталне линије („на правом углу“), кругу или кружном луку;
7.  : Функција за хватање тачки у пресеку две линије, где се након тога две линије могу димензионисати као и угао између њих;
8.  : Функција за хватање тачке која је најближа контурној линији;
9.  : Функција за хватање конструктивне линије по ортогонали (0° , 90° , 180° и 270°), и
10.  : Функција за искључивање свих ванредних модова објеката.

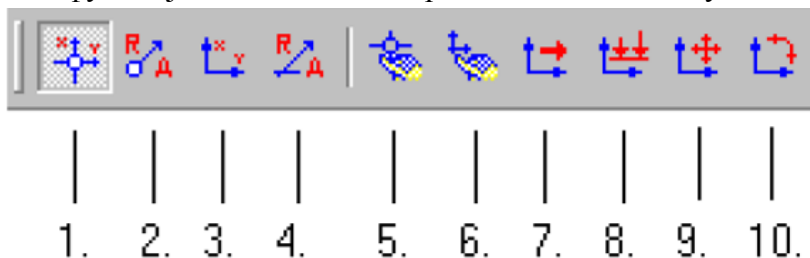


Слика 64.- Приказ палете алата за аутоматско хватање тачке у активном програмском прозору OmniCAD програма за цртање

Палета алата координатног система (енгл. „Coordinate System Toolbar“)

Палета алата координатног система садржи све команде из приказаног менија (енгл. „View Menu“).

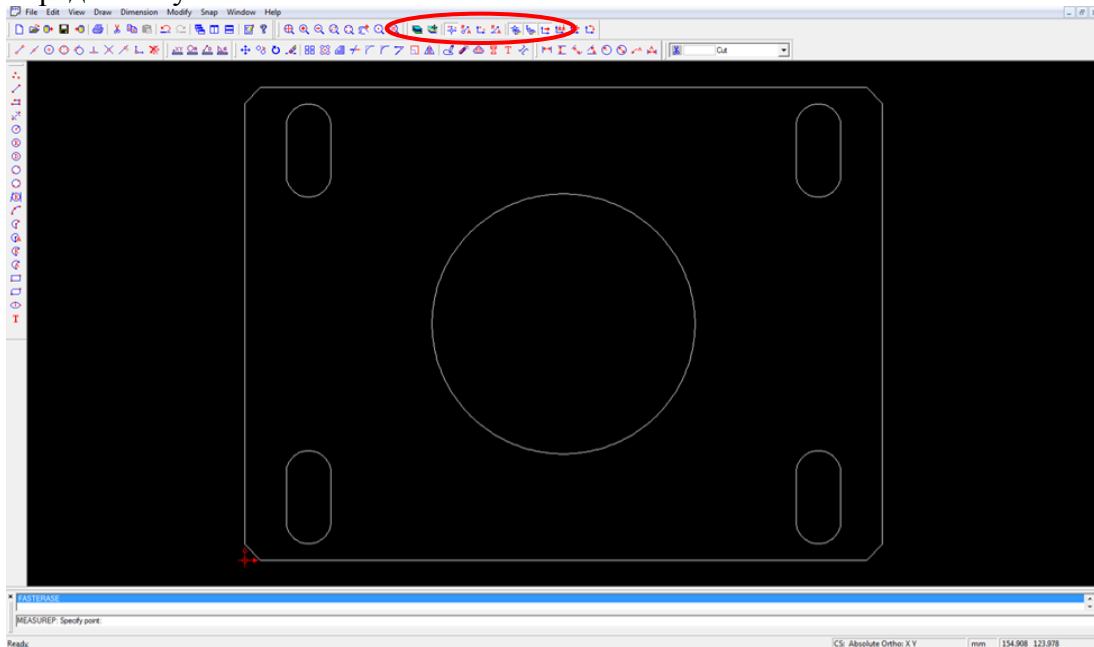
Појединачне функције палете алата координатног система су:



Слика 65.- Приказ свих функција палете алата координатног система

1.  : Функција за избор апсолутног координатног система при изради неког цртежа;
2.  : Функција за избор апсолутног поларног координатног система при изради неког цртежа;
3.  : Функција за избор апсолутног ортогоналног координатног система при изради неког цртежа;
4.  : Функција за избор релативно-поларног координатног система при изради неког цртежа;
5.  : Функција за приказ апсолутног координатног система са нултом тачком у центру координатног система и у самом цртежу;
6.  : Функција за приказ релативног координатног система са тачком која је заснована у координатном систему као улазна;
7.  : Функција за аутоматско мењање релативног координатног система која се везује за последњу унету тачку у том систему;
8.  : Функција центрирања релативног ротиционог координатног система и померање релативног координатног система уз помоћ крајње тачке на линији која већ постоји;

9.  : Функција за премештање релативног координатног система из тачке где је позициониран самим стартовањем програма, и
10.  : Функција ротирања релативног координатног система уз помоћ једне вредности угла.



Слика 66.- Приказ радног прозора OmniCAD програма са палетом алата координатног система

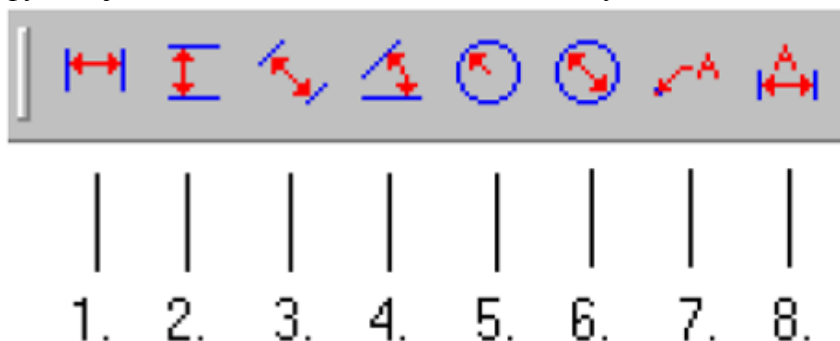
Палета алата за димензионисање геометрије цртежа

Палета алата за димензионисање геометрије цртежа садрже команде у менију за димензионисање (енгл. „*Dimension Menu*“).

Ово укључује функције као што су:

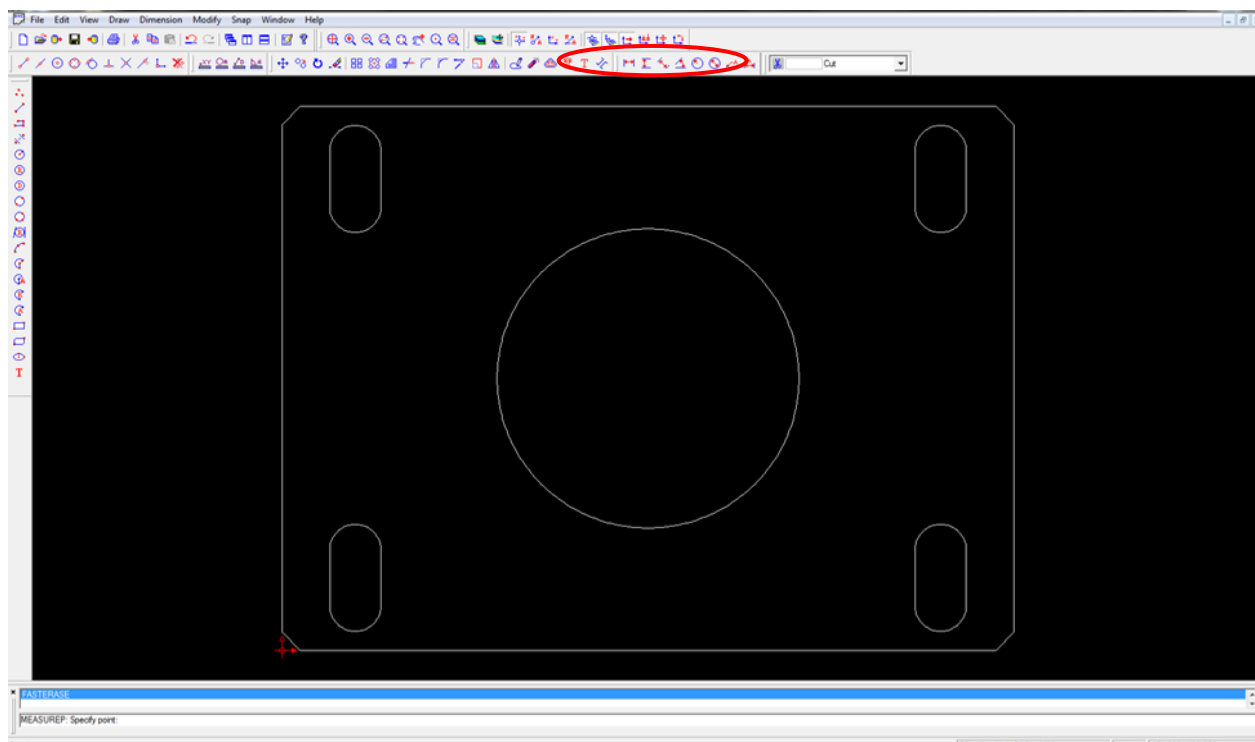
- Димензионисање вертикалних, хоризонталних и сложених површина,
- Димензионисање углова,
- Димензионисање радијуса, полупречника и пречника,
- Подешавање текстуалних коментара, и
- Убацивање текста у једној димензији.

Појединачне функције палете алата за димензионисање су:



Слика 67.- Приказ свих могућих функција у палети алата за димензионисање геометрије цртежа

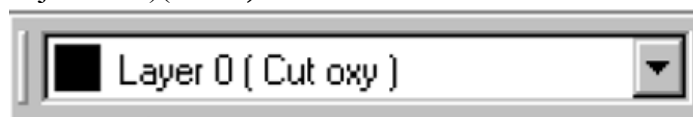
1.  : Функција за **хоризонтално** линеарно димензионисање контура и површина неког задатог цртежа;
2.  : Функција за **вертикално** димензионисање контуре и површине елемената;
3.  : Функција за **косо и неправилно** димензионисање делова цртежа;
4.  : Функција за димензионисање **углова** на задатом цртежу;
5.  : Функција за димензионисање **радијуса** тј. дефинисање различитих отвора на табли која треба да се исече;
6.  : Функција за димензионисање **пречника** или **угла** на задатом цртежу;
7.  : Функција за **постављање коментара** на било коју тачку контуре, и
8.  : Функција за **убацивање и измену текста** и коментара на већ дефинисаним контурама.



Слика 68. - Приказ палете алата за димензионисање цртежа у активном прозору за рад OmniCAD програма

Палета алата са слојевима (енгл. „Layer Toolbar“)

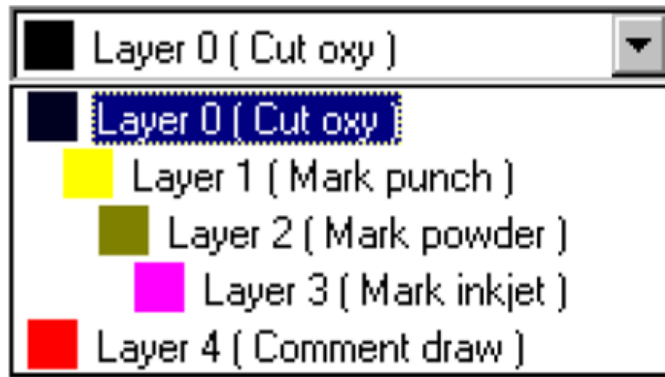
Палета алата са избором слојева садржи одређени слој неког цртежа или дела цртежа којим се дефинише нека особина (осне линије једном бојом, коте другом бојом, толеранције трећом бојом итд.)(сл.69.)



Слика 69.- Приказ палете са слојевима (енгл. „Layer“)

Следећи слојеви су обично на располагању:

- Слој за сечење (Layer 0 (Обележавање процеса гасног сечења)),
- Слој за пробијање (Layer 1 (Обележавање за процес пробијања)),
- Барутни слој (Layer 2 (Барутно обележавање контуре)),
- Инјекциони слој (Layer 3 (Инјекционо обележавање)), и
- Слој за коментаре (Layer 4 (Обележавање коментара)).



Слика 70. - Приказ различитих слојева по врсти обраде која се врши

Боја, тип линије и дебљина линије може се индивидуално подесити за сваки слој у картици за подешавање различитих особина у менију за приказ.

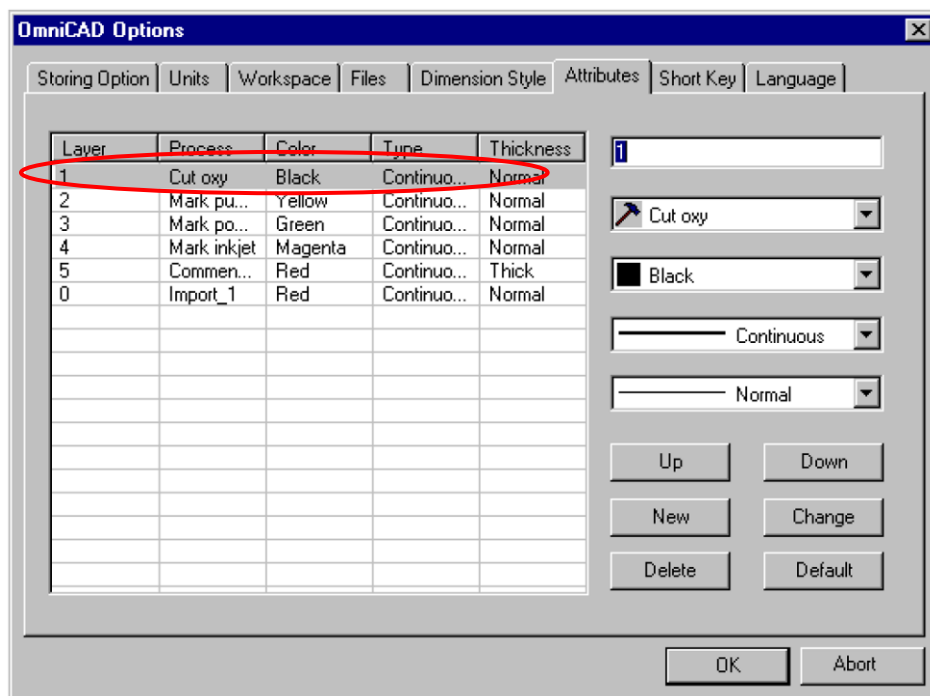
8.1.8. Увоз страних DXF фајлова („датотека“)

Ако DXF датотека или фајл, није био креиран са програмом OmniCAD, а при том је креиран са неким другим CAD програмом, онда се у случају отварања истог у OmniCAD-у неки слојеви (енгл. „*Layer*“) не виде. Након тога је препоручљиво селекувати елемент цртежа који је отворен, и вредности „*Import_1*“ заспољне слојеве, подесити да боја буде црвена „*Red*“, тип линије „*Continous*“ и „*Normal*“, а након тих подешавања дебљина ће бити приказана на следећем прозору на слици 71.

Attribute	Value
Layer	Import_1
Color	Red
Line type	Continuous
Thickness	Normal
Object type	Circle
Length	2748.89
Radius	437.50

Слика 71.- Приказ параметара цртежа који је увезен из неког другог CAD програма

Поред тога, слојеви који нису већ дефинисани у OmniCAD-у биће додати као нове линије које су селекуване тј. дефинисане у „лејеру“ односно слоју. Опис слоја који ће бити прочитан од DXF фајла и ући ће као процес „*Import_1*“, што се може видети са слике 72.



Слика 72. – Приказ прочитаног DXF слоја

Остали страни слојеви биће аутоматски дефинисани као вредности “Import_2” , “Import_3” и тако даље у колони за процесе (слика 72.). После пројектовања геометрије дела у OmniCAD програму исту геометрију увозом у програм OmniNest у коме вршимо програмирање и затим програм шаљемо машини да исти изради тј. исече.

8.2. Програмирање CNC MESSER машине у програму OmniNest

8.2.1. О OmniNest-у

OmniNest је програм са интерактивним графичким приказом за увожење већпројектованог дела који се након тога програмира.

Циљ овог програма јесте програмирање тј. генерисањеNC кода који се шаље машини у циљу његовог сечења и оптималног коришћења плоча које се секу.

Програм подржава постављање делова од стране корисника са полу-аутоматским и аутоматским функцијама и великим бројем интерактивних функција, које се могу непрекидно проверавати и мењати са сталним праћењем одзивних функција које се приказују на екрану.

Стандардни технолошки поступци као што је секвентна измена сечења или правац сечења, праћење путање сечења, интерактивно програмирање, сечење са пуним

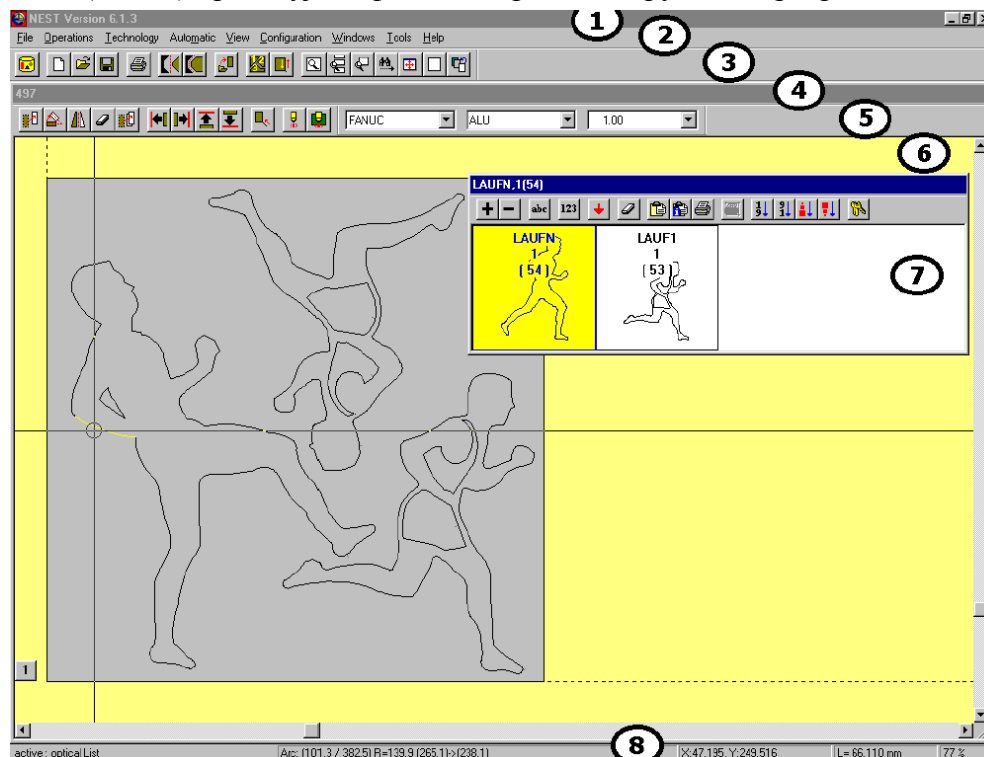
капацитетом и други процеси који су такође графички подржани. Све се ово обавља коришћењем дела и технологије која је ускладиштена у бази података програма и контролне јединице.

Најважније опције:

- **Опција OmniTechno (Технолошки процесор):** Опширна технологија функционише као постављање мостова, повезивање и заједничко пресецање, заједнички рад програмских петљи, заобљивање и одсецање може бити аутоматски графички подржано. Овде се такође користе базе података за складиштење свих информација које протекну кроз систем,
- **Опција OmniOrder (Управљање библиотекама):** Када се једном пројектује део, истом може бити додељен налог уз помоћ другог програма, а затим га може позвати програм OmniNest по наредби. Ово само приказује флексибилност између различитих програма и функција које они врше, и
- **Опција OmniAutonets (Аутоматско убацивање):** Једном пројектован део може бити позициониран у нов или постојећи план уз помоћ програма за аутоматско убацивање дела у базу података програма за програмирање. Аутоматско убацивање се може прекинути притиском на дугме, и једноставно се рестартује. Ово омогућава „бесплатну“ комбинацију са осталим функцијама.

8.2.2. Дефинисање OmniNest радног прозора

Следећа слика (сл. 73.) приказује дефинисање радног окружења програма OmniNest:



Слика 73.- Приказ окружења OmniNest програма за програмирање

1. **Насловна линија програма** – на којој је дефинисано име и текућа верзија програма;
2. **Палета са менијима** – на овој палети налазе се сви главни менији програма почев од оних за цртање па до оних за увожење и извожење одређених података;
3. **Палета алата** – на овој палети налази се скуп апликација са најважнијом базом података, различитим операцијама, облицима екрана и зум-функцијама;
4. **Насловна палета** – На овој насловној палети радног окружења налази се име дефинисаног дела који се програмира и са њим извршава нека друга функција;
5. **Радна палета алатки OmniNest програма** – са најважнијим функцијама за уређивање дела који треба да се програмира, избор за поље машине, материјал и дебљина плана;
6. **Дисплеј за планирање дела који ће да се програмира** – на коме се приказује геометрија која ће да се сече, којим смером ће се изводити сечење, позиционирање и паковање геометријских делова који треба да се секу;
7. **Приказ оптичке листе делова** – као и базних делова који су избрани да би се извршио процес програмирања и сечења, као и приказ на истом прозору са претходно одабраном геометријом за програмирање и сечење, и
8. **Статусни бар** – који садржи додатне корисне информације као што су: последње извршавање функције сечења, детаљи положаја плоча, геометрија елемената који се програмира а потом сече на машини, дужине делова и др.

8.2.3. Подела главних командних менија и њихових палета алата

Ако се жели сећи брзо, неопходно је отворити појединачне меније који нуде преглед команди и полако их прегледавати, што омогућава читање кратких објашњења на почетку статусне линије. OmniNest има следеће меније:

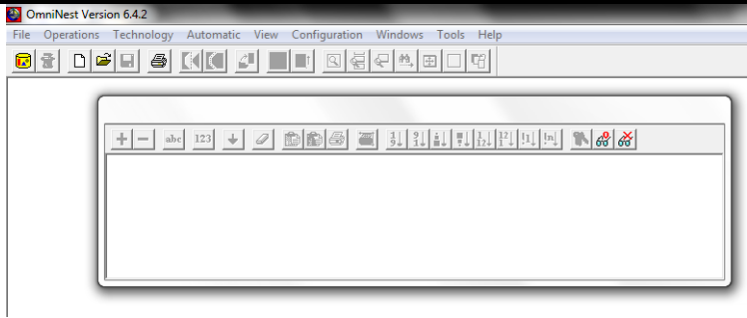
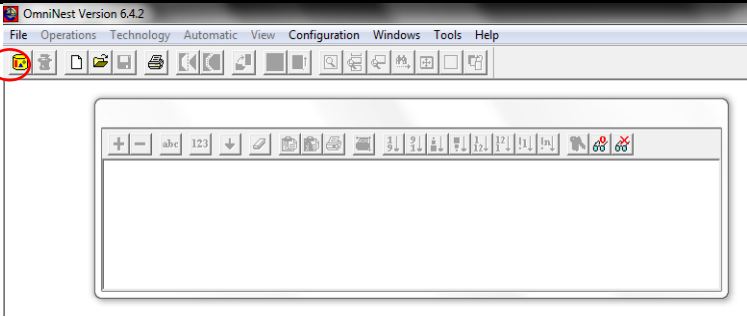
- **Фајл, или датотека мени (енгл. „File Menu“)** – садржи базу података, опције за штампање и излазак из програма као и многе друге опције;
- **Операциони мени (енгл. „Operations Menu“)** – садржи операције као што су померање, ротирање, пресликавање и још многе друге;
- **Технолошки мени (енгл. „Technology Menu“)** – садржи стандардне функције и специјалне функције (*повезивање, мостне функције, заједничко прорезивање, повезивање са исечцима и др. OmniTechno опције*);
- **Аутоматски мени (енгл. „Automatic Menu“)** – функције за аутоматско уметање програмске петље;
- **Приказни мени (енгл. „View Menu“)** – зумирање, симулирање, информационе функције и друге;
- **Конфигурациони мени (енгл. „Configuration Menu“)** – дијалог за различита подешавања;
- **Виндовсов мени (енгл. „Windows Menu“)** – виндовсове операције и листа планирања прозора која је увек на располагању;
- **Алатни мени (енгл. „Tool Menu“)** – под-мени који се може дефинисати помоћу OMNIWIN.INI датотеке, за повезивање осталих апликација;

- **Помоћни мени (енгл. „Help Мени“)** –пружа помоћ за све функције у софтверском пакету OMNIWIN.

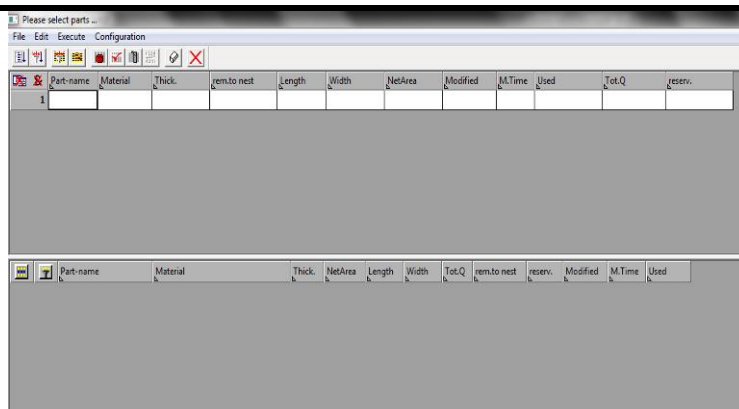
8.2.4. Процес програмирања CNC MESSER машине у OmniNest-у

Након пројектовања дела може се отпочети са програмирањем. Програмирање се врши, као што је већ поменуто, у програму OmniNest. OmniNest програм има своју базу података из које се повлаче неопходни делови у циљу програмирања истих за CNC гасно-пламено сечење на MESSER машини. Програмирање дела ће бити приказано кроз кораке у циљу што бољег разумевања самог процеса.

Табела 1.

Корак	Слика	Опис корака
1.	 Слика 74. - Стартно окружење програма OmniNest	Након пројектовања геометрије дела које се врши у OmniCADпрограму, прелази се у програм OmniNest (сл.74.)
2.	 Слика 75.-Приказ функције преко које се провлачи геометрија дела из базе података	Да би се могла геометрија неког дела програмирати у програму OmniNest неопходно је да се геометрија повуче из базе података (сл.75.).

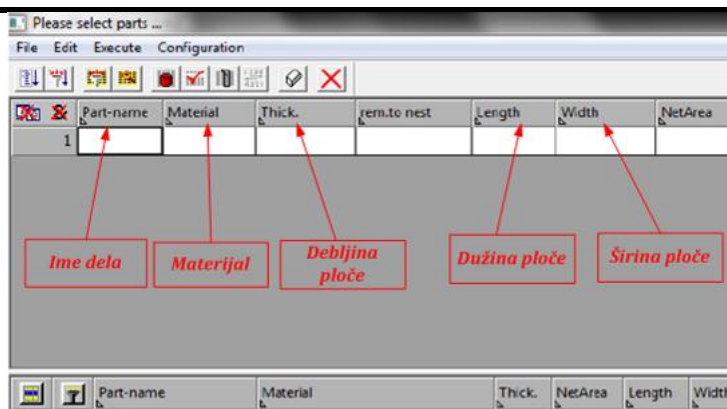
3.



Слика 76. – Претраживач базе података OmniNest програма

Након извршеног претходног корака у OmniNest програму отвара се претраживач за базу података у коме тражимо, а затим и повлачимо потребну геометрију дела (сл. 76.).

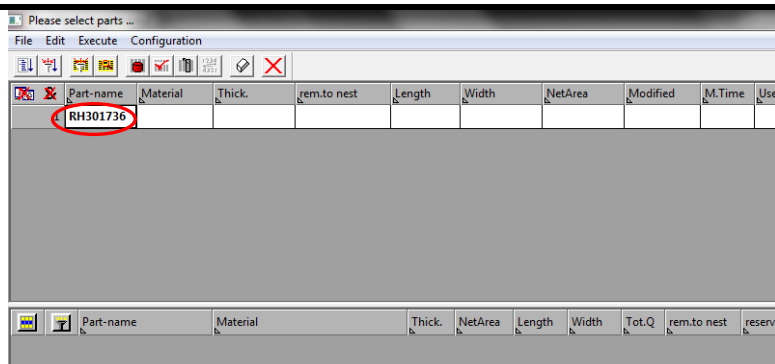
4.



Слика 77.- Приказ неких основних параметара при тражењу дела

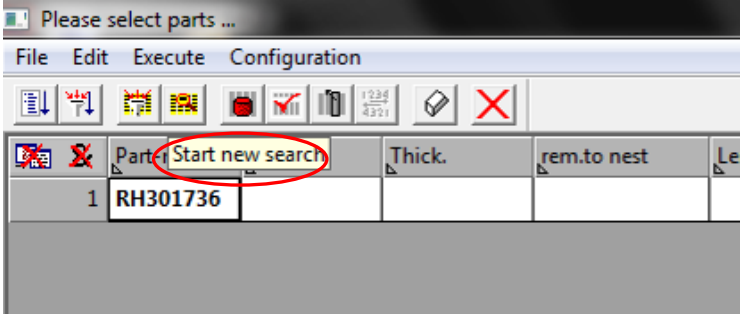
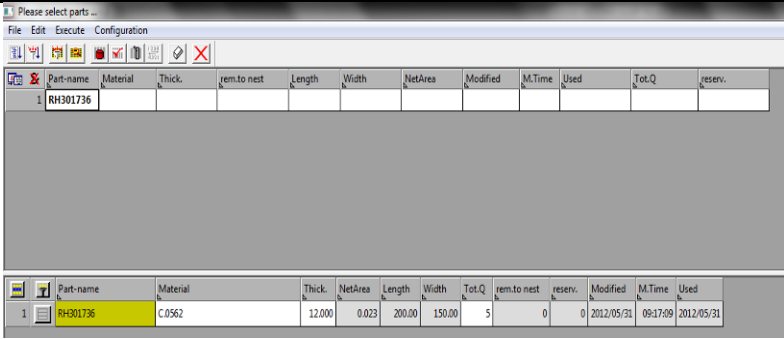
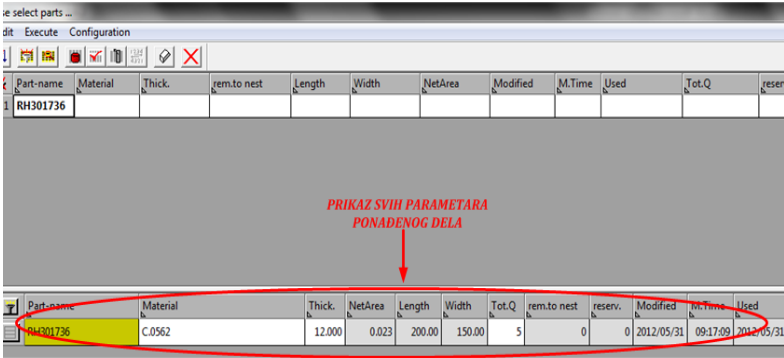
Дефинисање основних параметара плоче (сл. 77.).

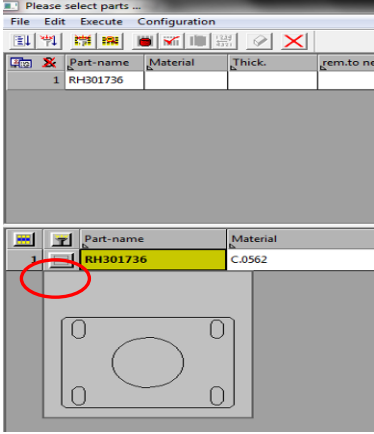
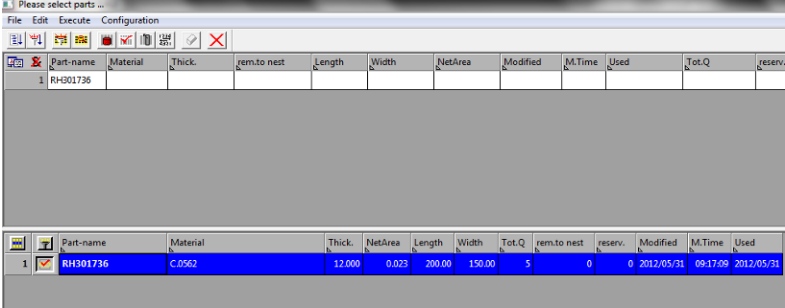
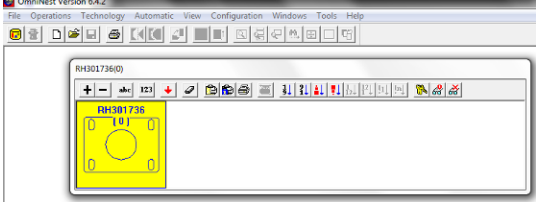
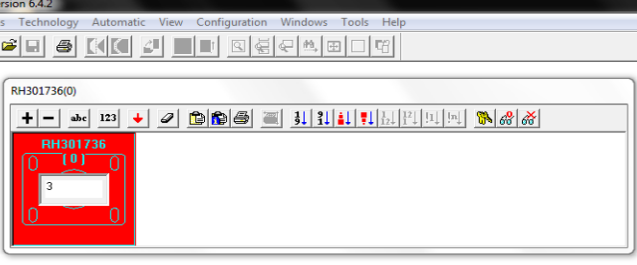
5.

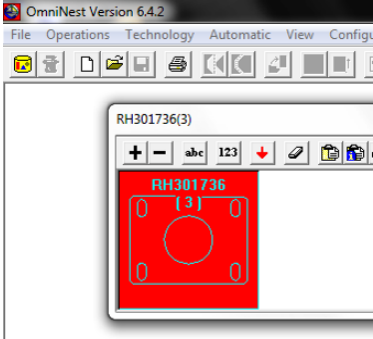
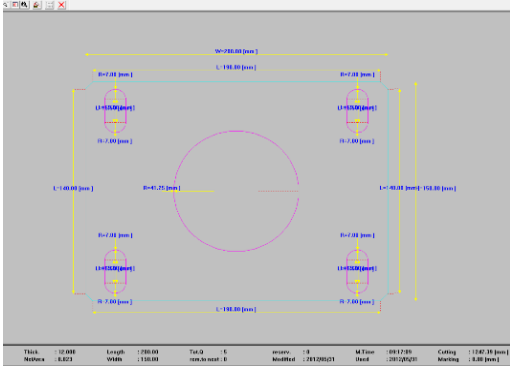
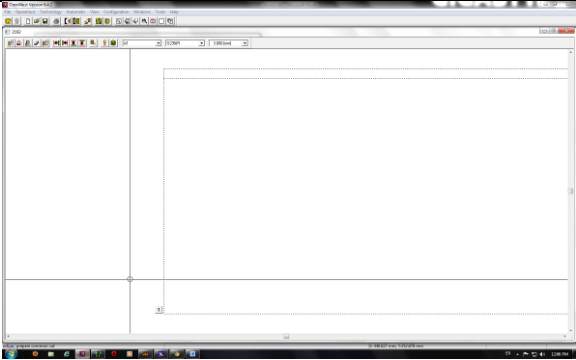


Слика 78. – Уношење шифре дела

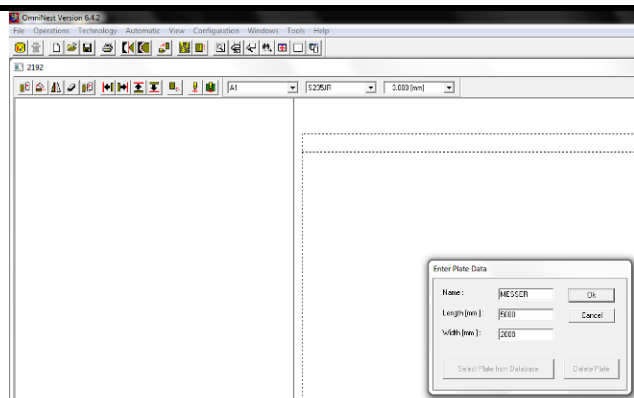
Након извршеног четвртог корака уноси се одређена шифра дела у циљу повлачења исте (сл. 78.).

6.	 Слика 79. – Опција за тражење дела	Функцијом „<i>Start new search</i>“ врши се тражење задатог дела (сл. 79.)
7.	 Слика 80. - Приказ дела који је пронађен у бази	После употребе одређене функције на слици 80, приказана је база података заједно са пронађеним делом (шифра у жутом правоугаонику) кога карактеришу одређени параметри.
8.	 Слика 81. - Приказ свих параметара пронађеног дела	Сваки пронађени део одликује низ параметара, почев од дебљине, дужине и ширине плоче, па до материјале, преко низа других параметара.

9.	 Слика 82. – База података OmniNest програма има могућност прегледа геометрије дела у сличају да не дође до мешања делова	На слици 82 може се видети шифра пронађеног дела и користећи опцију „црвено“, уоквирену на слици 82, и геометрија самог дела.
10.	 Слика 83.- Чекирање пронађене геометрије дела	На слици 83 је приказано чекирање пронађеног цртежа у циљу креирања радног плана.
11.	 Слика 84.- Приказ опције за унос бр. комада који ће се исечећи	Након свих претходно извршених корака дефинише се број комада који ће се креирати у плану за сечење (сл. 84.).
12.	 Слика 85. - Број комада који је унесен у план програмирања за сечење делова	Када се селекује претходно поменута опција, иста поцрвени и тада је спремна за дефинисање броја комада (слика 85).

13.	 Слика 86. - Дефинисан број комада који ће да се исече	У овом кораку приказано је како изгледа картица која служи за дефинисање броја комада који треба да се исеку (сл. 86).
14.	 Слика 87.- Приказ прозора у коме се врши провера тачности геометрије дела	У овом кораку врши се провера свих параметара везаних за геометрију дела која се увози у план за програмирање сечења (сл. 87.).
15.	 Слика 88. - Прозор за дефинисање величине и облика табле	У овом кораку отвара се прозор за дефинисање табле лима на којој ће се паковати геометрија дела која ће се исећи (сл. 88.).

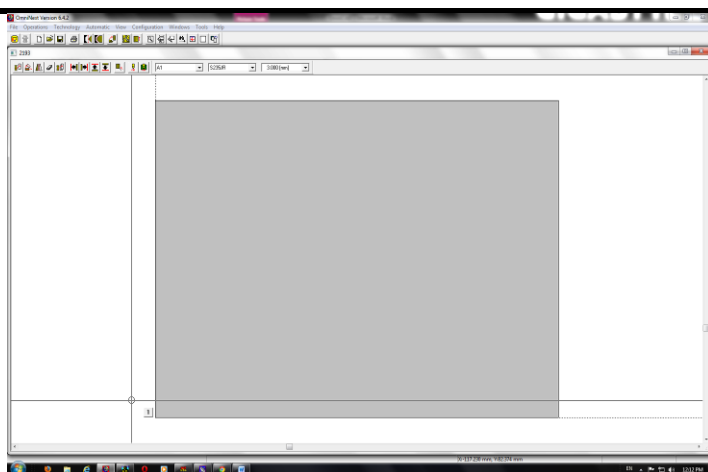
16.



Слика 89.- Дефинисање дужине и ширине табле

У овом кораку дефинишу се димензије табле. Дефинишу се само ширина и дужина табле опцијом која се види на слици 89.

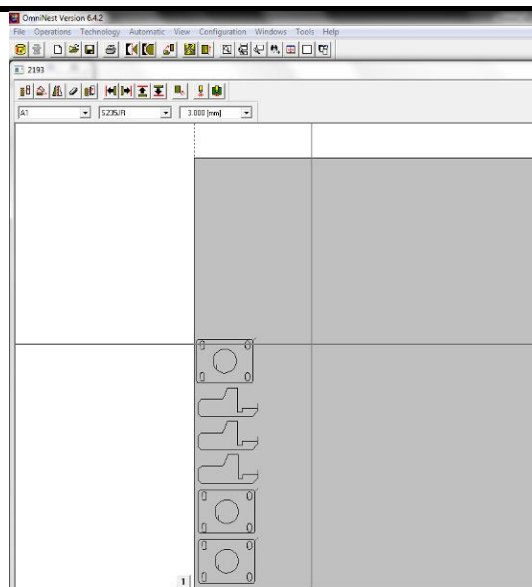
17.



Слика 90. – Приказ дефинисане табле

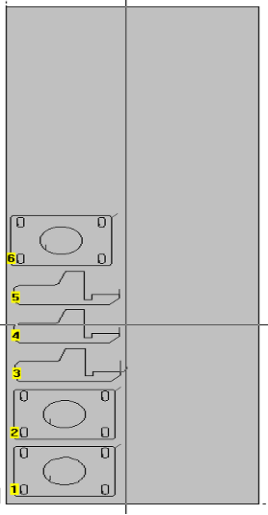
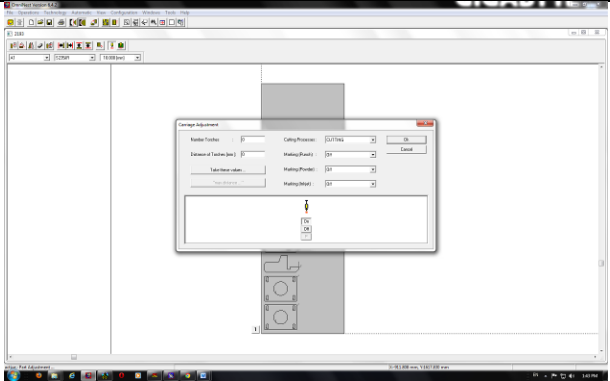
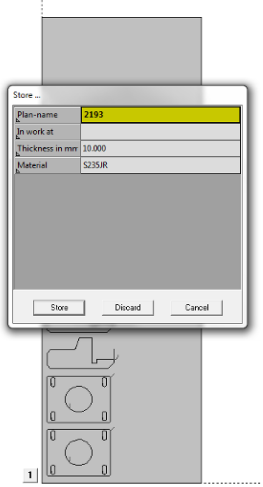
У овом кораку се види геометрија већ дефинисане табле

18.

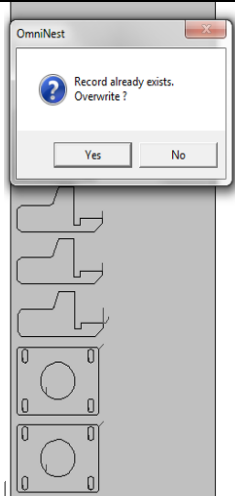


Слика 91. – Паковање геометрије делова на табли

Паковање геометрије делова на таблу на којој треба да се исеку на CNC машини (сл. 91.).

19.	 Слика 92. - Приказ геометрије распоређене по редоследу сечења делова	У овом кораку се у програму за програмирање, OmniNest-у задаје редослед сечења делова (сл. 92.)које ће потом машина да изврши.
20.	 Слика 93.- Дефинисање типа обраде	У овом кораку се дефинише тип обраде (у овом случају гасно-пламено сечење на CNC MESSER машини) на машини (сл. 93.).
21.	 Слика 94. – Дефинисање плана за генерисање NCкода	Када се изврше сви претходни кораци пред-програмирања дефинише се план програма који се потом преводи у NC код

22.



У последњем кораку генерише се NC код од којих се потом шаље CNC машини за гасно-пламено сечење.

Слика 95. – Процес чувања плана и уједно генерисање NC кода

У ових 22 корака концизно је приказано програмирање, тј. креирање плана програма који се даље генерише у NC код (сл. 96.), а потом шаље CNC машини на извршавање. Наравно да би се програм могао слати на машину, неопходно је повезивање са DNC сервером који је практично веза између машине и рачунара.

```

4 - Notepad
File Edit Format View Help
5
++
6
7
+14500+
++18000
-14500+
+-18000
8
%
3
1668
4|
3
NR OF MACHINE           A1
PARALLEL PLATES         1
MAXIMUM NR TORCHES      1
4
0
3
X-POSITION:             0:00
Y-POSITION:             0:00
CARRIAGE: 1DACT
4
5
+5956+7680
6
0
39+450
29
7
-141-141
++-625+-
+38-38+38++
8

```

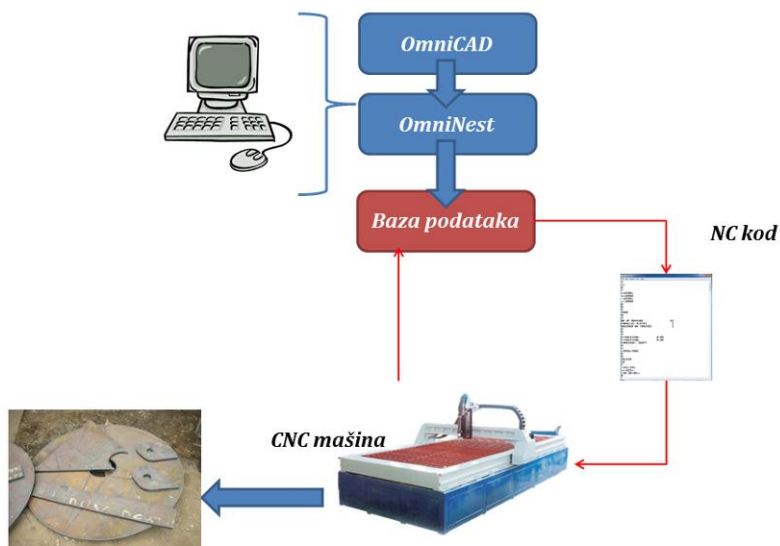
Слика 96. – Приказ једног NC кода у Notepad формату

5
 ++
 6
 7
 +1400+
 ++1600
 -1400+
 +-1600
 8
 %
 3
 1774
 4
 3
 NR OF MACHINE A1
 PARALLEL PLATES 1
 MAXIMUM NR TORCHES 1
 4
 0
 3
 X-POSITION: 0:00
 Y-POSITION: 0:00
 CARRIAGE: 1DACT
 4
 5
 +650+1445
 6
 0
 39+500
 29
 7
 +190+
 +350+
 +-1255
 -1000+
 ++900
 +550+
 +100+100++100+
 ++255
 -25+25-25++
 8
 38
 5
 -815+
 6
 0
 0
 /

Слика 97. – Приказ целокупне NC синтаксе кода за сечење неког дела на CNC
 MESSER машини за гасно-пламено сечење плочастих делова

9.ПРИМЕР У ПРАКСИ

Након генерисања NC кода, исти се шаље CNC машини, или се повлачи са CNC машине. У случају да је машина повезана са сервером *OmniNest* програма, NC код се може повлачити од стране машине из базе података. На слици 98. приказан је шаблон повезивања CNC машине и рачунара и веза између њих (преко различитих програма до израде готовог дела).



Слика 98. – Приказ шаблона повезивања рачунара и CNC машине

Практични пример



а)



б)

Слика 99. - а) Припрема машине, б) Припрема радног комада



а)



б)

Слика 100. - а) Постављање радног комада на сто машине б) учитавање и пуштање NC кода



а)



б)

Слика 101. - а) Позиционирање нулте тачке, б) Процес предгревања



а)



б)

Слика 102. - а) Процес сечења у почетној фази, б) Процес сећења у подмаклој фази

ЗАКЉУЧАК

Зашто да не, може се рећи да светске индустрије и развоја цивилизације не би ни било да није развијене технологије сечења материјала. Авиони не би могли да лете, бродови не би пловили, енергија не би могла да се производи да нема вештине помоћу коју могу да се секу материјали, па чак и свакодневне ствари које употребљавамо неко је и на неки начин морао да сече.

Да бисте секли један материјал, потребан вам је други, или вам је потребна снага неког природног ресурса. Наши преци су један камен секли помоћу другог и указали на процес који је данас разрађен до мере коју познајемо. Сечење материјала и његова примена оправдана је и нужна не само при обради технолошких материјала, већ и при обради делова сложеног геометријског облика, па и знатно једноставнијих профила.

Технологија сечења данас је свуда доступна и подразумева се у савременој индустрији. Ова технологија није само пуко раздвајање предмета на два или више делова, већ је увелико у служби профита. Што је она напреднија, прецизнија и квалитетнија, и профит је већи.

У данашње време када се CNC обрада све више шири и заузима једну другу димензију у производњи, веома је битно одабрати одговарајуће програме за програмирање исте. У овом раду треба акценат ставити и на тај процес који је овде описан и који је оптимизиран у овом случају са програмима који уопште нису комплексни за схватање, овладавање и руковање. Овде је било речи о два програма, а то су OmniCAD за креирање геометрије дела која се треба израђивати, и OmniNest који је као наставак OmniCAD-у и служи за програмирање, тј. генерисање NC кода геометрије која је креирана у већ поменутом.

У семираском раду концизно је објашњено само програмирање са свим неопходним функцијама за генерисање неопходног NC кода. Само програмирање није комплексно из разлога што се односи на 2D програмирање тј. програмирање у две осе. 2D програмирање искључиво захтевају CNC машине за сечење 2D плочастих делова па из тог разлога и није тешко предвидети грешке при самом програмирању, а такође и исправити их у току рада програма. Веома је битно поред теоријских основа које се уче на факултету имати и додир са пратичним искуствима која се могу стећи у индустријској пракси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Драгоје Миликић „Неконвенцијални поступци обраде“, Универзитет у Новом Саду, ФТН, Нови Сад, 2002.
2. Проф.Др Предраг Јанковић „Савремени поступци обраде- Пут ка еколошким технологијама“, Паневропски Аперион Универзитет, Бања Лука, 2009.
3. А. Србослав „Савремени поступци пластичног обликовања“, Универзитет у Крагујевцу, Машински факултет Крагујевац
4. Миодраг Лазих, „ Неконвенцијални поступци обраде“, Универзитет у Крагујевцу, Машински факултет Крагујевац, Београд
5. Ненад Радивојевић, „Квалитет обраде воденим абразивним млазом“, Универзитет у Крагујевцу, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац 2011, Мастер рад
6. <http://www.weldingelectrodes.org>
7. http://www.plasticsurgeryadvisor.net/laser_surgery.php
8. <http://www.buzzle.com/articles/laser-surgery-for-eyes.html>
9. <http://www.final-yearproject.com>
10. <http://www.directindustry.com/industrial-manufacturer/electrochemical-machining-machine-80470.html>
11. <http://www.rappmarinegroup.com>
12. <http://www.apeironsrbija.edu.rs>
13. Др Богдан Недић, Др Миодраг Лазих“Производне технологије-обработка метала резањем“ Универзитет у Крагујевцу, Машински факултет у Крагујевцу, 2007. Скрипта
14. <http://www.omnicad.com/>