

Универзитет у Нишу

Машински факултет

Саша В. Стојиљковић

- ДИПЛОМСКИ РАД -

Ниш, 2008.

Универзитет у Нишу

Машински факултет



ОБРАДА МАТЕРИЈАЛА ПЛАЗМОМ

- дипломски рад -

Кандидат

Саша В. Стојиљковић 8521

Ментор

Проф. др Драгољуб Лазаревић

Ниш, јун 2008.

РЕЗИМЕ

ОБРАДА МАТЕРИЈАЛА ПЛАЗМОМ

Резање метала плазма луком и обрада млазом плазме развијено је педеситих година прошлог века, јер класичне технике резања ацителенским пламеном или резања скидањем струготина нису могле да се примењују код резања и обраде нерђајућих челика, ватроотпорних челика, обојених метала и њихових легура.

Коришћењем млаза јонизованог гаса плазма уређаја успешно је решен проблем резања наведених метала и стално усавршавано до данас.

Сечење плазма луком

- Код резања плазмом користи се електро проводљив гас (плазма гас) који преноси енергију од електроде извора кроз резну главу до предмета обраде.

- Млаз плазме добија се увођењем гаса у резну главу – односно у електрично поље између електрода.

- Електрони гаса се убрзавају до те мере тако да наступа јака јонизација.

- На температури од 8000-11000K гас је у јонизованом стању и представља плазму.

- Повећањем притиска гаса изазива се већа фреквенција судара електрона, јона и неутралних атома тако да се повећава густина и добија плазма високе температуре.

- Карактеристике плазма гаса се мењају зависно од врсте гаса, протока гаса, јачина струје, млазнице, дебљине материјала итд.

- Стартовање плазма лука врши се укључивањем електричне енергије на електроде и гас почиње да протиче кроз резну главу.

- Активирањем генератора високог напона 5000-10000V формира се високо фреквентна варница између млазнице и електроде унутар резне главе где пролази гас и ту јонизује.

- Тако јонизован гас омогућава проток струје између млазнице и електроде формирајући пробни лук у облику слова J.

- Повећањем гаса повећава се температура до тачке топљења, пробија метал и издувава растопљени материјал из области реза.

Конструкција резне главе

Постоје два начина конструкције резне главе

- Резна глава отворене конструкције и

- Резна глава затворене конструкције

- Резном главом отворене конструкције добија се преносиви (отворени) плазма лук и он је највише у примени за резање и заваривање метала.

- Резном главом затворене конструкције добија се непреносиви (затворени) плазма лук који се примењује код резања материјала који нису електропроводииви (керамика, стакло, ватроотпорни материјали) тако да није у великој примени.

- Код преносивог плазма лука разликујемо следеће делове: затворени део, сабијени део, отворени део, радни део, и буктињу стуба.

- Код преносивих плазма лукова као анода користи се материјал који се реже, а код непреносивих као катода служи електрода резне главе, а као анода служи млазница резне главе, па је зато стуб лука унутар резне главе, и састоји се из делова: затворени део, сабијени део, струја плазме, и буктиње.

- Плазма гасови могу бити једнокомпонентни, двокомпонентни и вишекомпонентни.

- Најчешће се примењују гасови: аргон, азот, ваздух, смеша аргона и азота са водоником итд.

У свим савременим применљивим методама сечења плазмом, електрозаваривања и другим технолошким поступцима где је потребна високо концентрисана топлотна енергија на малој површини плазма лук је незаменљиви у рационалном коришћењу топлотне енергије.

Кључне речи:

плазма лук,
гас,
резна глава,
сечење,
заваривање.

DIGEST

TREATMENT MATERIAL WITH PLASMA

Cutting metal plasma arc and facing plasma jet is developed 50's years last century, because conventional technique cutting or cutting off not can exemplar at cut and arrange stainless, fire worship, precious metals and their alloy.

Using jet ionization plasma engine the success is determined solve a lot of metals and permanently improve by these days.

Cutting with Plasma Arc

- By cutting plasma is using an electrode (plasma torch) which carries energy of electrode source through cutting head to object of treatment.

- Plasma jet is generated by installing torch in cutting head – in electrical field between electrodes.

- Electrons of torch are speed up with that measurement in that way are beginning strong ionization.

- At temperature of 8000 – 11000K the torch is in the state of ionization and introduce plasma.

- To increase a pressure of torch is challenge a bigger frequency of electrons clash, ion and neutral atom in that way is increase density and gain of plasma high temperature.

- Plasma torch features is changing dependence from type of torch, flow torch, current power, nozzle, thickness material.

- To start a plasma arc is doing to turn on electrical energy on electrode and the torch is beginning to flow through cutting head.

- Activate the generator high voltage 5000 – 10000V it's create a high frequency spark between the nozzle and electrode inside of cutting head where the torch flow and here is ionization.

- In that way the ionization torch make possible a flow current between nozzle and electrode create pilot arc in shape of symbol J.

- Increase the torch it's gone increase a temperature to the point of melting, to break a metals and blowing out soluble material in cutting branch.

Construction of cutting head

It's gone be a two ways of construction of cutting head:

- Cutting head of open construction

- Cutting head closed construction

- From cutting head of open construction it's gone get portable plasma arc and he is most used for cutting and welding metals.

- From cutting head closed construction it's gone get non portable plasma arc which is use at cutting material which not electro lead (ceramics, glass, fire resistant material) in that way is not much in use.

- At portable plasma arc we gone differentiate next parts: closed part, compress part, open part, work part and torch pillar.

- At portable plasma arces as a anode is use material who is cutting, at the non portable as a cathode is use electrode cutting head, as a anode is use nozzle cutting head, because is pillar arc inside cutting head, and have next parts: closed part, compress part, current plasma, and torch.

- The plin of plasma can be one component, two component and multicomponent.

- The most used plin is: argon, nitrogen, air, mixture argon and nitrogen with hidrogen.

- In every moderns usable methods cuttings with plasma, electrowelding and others technical proceed where is needed hight concentrate heat power at the little plasma arc surface is irreplaceable in rational using heat power.

Major words:

plasma arc

plin

cutting head

cutting

welding

САДРЖАЈ

САДРЖАЈ.....	1
1. УВОД.....	3
2. ПОЈАМ ПЛАЗМЕ.....	5
2.1. Историјски развој сечења плазмом.....	6
2.2. Развијање процеса плазма луком.....	7
2.3. Резна глава отворене и затворене конструкције.....	8
2.4. Конвенционално сечење плазмом.....	9
2.5. Сечење плазмом са двоструким протоком гаса.....	10
2.6. Сечење ваздушном плазмом.....	11
2.7. Сечење плазмом у воденој заштити.....	11
2.8. Сечење плазмом са убризгавањем воде.....	12
2.9. Сечење плазмом са воденим пригушивањем.....	13
2.10. Сечење плазмом у води.....	14
2.11. Сечење ваздушном плазмом при малим јачинама струје.....	15
2.12. Кисеоничко плазма сечење.....	16
2.13. Сечење плазмом са убризгавањем плазменог гаса-кисеоника.....	16
2.14. Прецизно сечење плазмом.....	17
2.15. Процес заваривања плазма луком.....	18
2.16. Плазма лук-длето.....	19
2.16.1. Опрема плазма лучног-длета.....	20
2.16.2. Технике длета.....	21
3. ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ ОПЕРАЦИЈА КОД СЕЧЕЊА ПЛАЗМОМ.....	23
3.1. Стартовање плазма лука.....	23
3.2. Избор гасова плазма лука.....	26
3.3. Основе плазма резања.....	28
3.4. Оптимизација плазма сечења.....	29
3.5. Развучен плазма лук.....	30
3.6. Правац сечења.....	31
3.7. Угао нагиба.....	32
3.8. Машина за сечење плазмом.....	33
3.9. Анализа делова система.....	33
4. КВАЛИТЕТ ОБРАДЕ.....	38
4.1. Квалитет реза.....	38
4.2. Геометрија реза.....	38
4.3. Термичке и хемијске промене материја у зони топлотног дејства.....	39
4.4. Резне ивице нерђајућих челика.....	40
4.5. Утицај различитих променљивих на квалитет реза.....	42
4.6. Снага извора напајања одређује гасну смешу, волтажу.....	43
4.7. Високо квалитетни производни горионик побољшава квалитет реза.....	44
4.8. Оштећење млазнице утиче на квалитет реза.....	44
4.9. Технике за побољшање квалитета реза код малих рупа на угљеничном челику са CNC плазма системом.....	45
4.10. Лоше CNC програмирање остварује лош квалитет реза.....	48
5. CNC МАШИНЕ ЗА СЕЧЕЊЕ ПЛАЗМОМ.....	50

5.1.1. Високо аутоматизована контрола горионика.....	50
5.1.2. CNC Интерфејс (међувеза) и корисничка контрола.....	51
5.1.3. CNC Контролни центар плазма сечења.....	52
5.1.4. Плазма резни сто.....	52
5.2. Напредне плазма CNC машине.....	53
5.2.1. Екран на додир.....	53
5.2.2. Извлачење.....	54
5.2.3. Контролни систем горионика.....	54
6. ЗАКЉУЧАК.....	55
7. ЛИТЕРАТУРА.....	56
Биографија.....	57

1.Uvod

Свет данас види прелаз ка водоничној економији као решење за све проблеме везане за употребу фосилних горива. Идеју подржавају сви, од кругова блиских владама до зелених опозиционара. Поред тога што незагађује животну средину, водоника има свуда. Саставни је део молекула воде у светским океанима, језерима, рекама, леденим покривачима и атмосфери. Као део угљеничних једињења, присутан је у свим биљним и животињским ткивима и нафти.

Водонично гориво и поред свег истраживања још увек није постало економске реалност, зато што водоника има свуда наоколо, али не у употребљивом облику. Тренутно се највише водоника производи у рафинеријама нафте за потребе петрохемијске индустрије. Издвајање водоника из молекула воде захтева велике количине енергије. Најјефтинији извор енергије оји се у том случају може употребити је угаљ, међутим његово сагоревање производи велике количине штетних гасова и токсичних једињења.

Предпоставимо да постоји технологија које свако ђубре – аутомобилске гуме, отпад са градских депонија, трансформаторско уље – може превести у гасове богате угљеником и водоником и ситну шљакку богату металом. Метали из шљакке се могу обрадом регенерисати, а гасови употребити као гориво, слично природном гориву, пречистити даље пропуштањем кроз мембране до чистог водоника за горивне ћелије, камена темељца водоничне економије. Све ово и више може да се постигне употребом технологије плазма горионика.

Данас се зна да плазма представља јонизовани гас састављен од слободних електрона и позитивних јона у таквом релативном односу да је гасна средина споља електрички неутрална. Да би неки гас постао плазма; потребно је довести довољну количину енергије да се из великог броја атома гаса избаце неки или сви електрони. Таква енергија може бити у различитом облику: термичка, електрична или светлосна (ултраљубичасто светло или интензивно видљиво светло из ласера).

Резање плазмом представља једну од неконвенционалних метода обраде, које се карактеришу тиме што не долази до директног контакта алата и обрадка, односно, код којих се обрада заснива на коришћењу физичких и хемијских појава и процеса, односно различитих врста енергије.

Сам процес резања плазмом развијен је педеситих година прошлог века, и заснован је на коришћењу млаза јонизованог гаса-плазме, који удара о површину обрадка, загрева га у зони резања, топи материјал обрадка и делимично га испарава. Млаз плазме реже материјал тако што удараом о површину обрадка ослобађа енергију, која је била утрошена на јонизацију плазма гаса. Удаљавање растопљеног материјала из зоне резања, врши се дејством кинетичке енергије млаза плазме. Применом плазма уређаја економично је решен проблем резања метала као што су нерђајући челици и ватроотпорни челици, обојени метали и њихове легуре. Ова обрада је значајно унапређена кроз године практичне примене и развоја различитих производа, обезбеђујући добар квалитет код резања, гравирања и пробијања.

У првом поглављу дата су уводна разматрања.

Због специфичности резања плазмом, пре свега због коришћења плазме, која је различита и јединствена у односу на сва остала стања у природи, у другом поглављу дата су разматрања везана за појам плазме, као и научни правци у њеном истраживању. Поред тога што доводи до бољег разумевања појмова у космосу, истраживање плазме омогућава и многе њене практичне примене у новим производним технологијама. Наука о плазми је, с тога, уско повезана са неколико инжењерских дисциплина, које разматрају веома значајан аспект практичне примене плазме.

У првом делу другог поглавља дато је разматрање историјског развоја резања плазмом, које прати развој генерисања плазма лука, кроз различите технолошке иновације. Развој плазме уређаја је био условљен истраживањима појединих корпорација и компанија. Ова истраживања су спроведена у циљу остваривања конкурентности на тржишту. У другом делу овог поглавља дат је приказ примене плазма лука не само у процесима резања, него већ и у процесима заваривања и израде канала.

Треће поглавље даје основне принципе операција код сечења плазмом, и обухвата превођење гаса у плазму, путем дисоцијације и јонизације, као и разматрање карактеристика плазма лука. У овом поглављу су размотрене фазе стартовања плазма лука, ради бољег разумевања механизма успостављања лука, па самим тим, и начин његовог формирања и стабилизације.

За резање плазмом је карактеристично да, упркос значајним историјским технолошким развојем плазма уређаја, постоји веома мали број научних радова везано за овај процес. Већина постојећих разматрања процеса резања плазмом се односи на, било експериментална или теоретска, разматрања плазма резне главе, односно распореда температуре, притиска, густине честица у млазу плазме и масеног удела појединих елемената као и њихово моделирање. На квалитет обраде утиче велики број фактора, који су систематизовани на факторе машине за резање плазмом, која обухвата плазма уређај (систем за напајање гасом, систем за напајањем електричном енергијом, систем за хлађење), факторе плазма лука, предмет обраде и режима рада.

Обрадак одређеног квалитета представља излаз из процеса резања плазмом, на основу кога се доносе закључци о коректности изабраних радних параметара и подесивости процеса резања.

Четврто поглавље је разматрање квалитета обраде и грешака површине реза. Квалитет обраде радног предмета се односи на тачност обраде, која обухвата тачност облика и тачност мера и на квалитет реза. Квалитет реза обухвата геометрију реза, квалитет површине реза и физичко механичке карактеристике материјала у области реза. У овом поглављу је указано на неке од најчешћих проблема који настају приликом резања плазмом, који, могу значајно да повећају трошкове производње и смање производност процеса.

У петом поглављу су приказане CNC машине са приказом неких делова CNC плазма система, као и њихово унапређење и усавршавање у циљу постизања што економичније, брже и квалитетније израде производних делова.

6. ЗАКЉУЧАК

Већина постојећих истраживања процеса резања плазмом се односи на, разматрање плазма резне главе, односно распореда температуре, густине честица у млазу плазме. Резултати ових истраживања су од великог значаја за разумевање процеса резања плазмом. До развоја високо прецизних машина за резање плазмом се дошло истраживањима компанија усмереним на побољшању квалитета реза.

На квалитет обраде код резања плазмом утиче велики број фактора, који су систематизовани на факторе:

- машина за резање плазмом, која обухвата
- плазма уређај,
- систем за напајање гасом,
- систем за напајање електричном енергијом,
- систем за хлађење,
- факторе плазма лука, и предмет обраде.

Зато се технологија резања плазмом, дуго времена, сматрала сувише комплексном, са великим бројем правила и ограничења, тако да је овај процес могао да води само добро обучени стручни кадар. После сваке промене материјала следио је процес поновног подешавања смеше гасова, дубине продирења, јачине струје резања, брзине резања, као и ручно калибрисање сваког параметра у циљу постизања поузданих резултата.

Развојем технологије подржане рачунаром, кренуло се ка аутоматизацији пројектовања технолошког процеса у циљу постизања висококвалитетног резања плазмом, прилагодљивог и за мале и за велике погоне. Тако да су, компаније које се баве производњом CNC обрадних система и произвођачи плазма уређаја, произвели контролне системе машина и уређаја и максимално искористили предности брзине и снаге резања плазмом. Сада произведене машине за резање плазмом се аутоматски подешавају, и не губи време које је раније било потребно за подешавање. На овај начин је елиминисана људска грешка и постигнута максимална ефикасност рада, време производње и квалитет рада.

Са оваквим технолошким решењима, обрада материјала плазмом има велику примену у свим технолошким процесима у којима је потребно извршити сечење или заваривање материјала.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лазаревић Д., Радовановић М., Неконвенционалне методе обраде материјала одношењем, Машински факултет Универзитета у Нишу, 1994.
- [2] Dave Cook, Torch Height Control for Plasma Cutting, magazine Welding Design and Fabrication, 2000.
- [3] Dave Cook, Plasma Arc Cutting – Cut Quaity Problems – Dimensional Inaccuracies, magazine Welding Design and fabrication, 1998.
- [4] Лазаревић А., Аутоматизовано пројектовање технолошког процеса резањем плазмом, Машински факултет, Универзитет у Нишу, 2006.
- [5] Plasma cutting of stainless steel and aluminium – Invastigating thermal and chemical changes in heat affected zone.
- [6] Starting from scratch Plasma arc cutting basics and operator guidelines.
- [7] Plasma cutting primer How it works and it to make it work for you.
- [8] Pro-Fusion Plasma arc welding brings better control.
- [9] Gouging The other plasma process Defining the basics.
- [10] Plasma Science and Technology - Basics – What are Plasmas.
- [11] Plasma cutting history.
- [12] Using a hand-held plasma cutter Exploring techniques for cutting, gouging, & maintenance.
- [13] Plasma Arc Gasses.
- [14] Pro-Fusion Replacement Plasma Welding Torches and Spare Parts.
- [15] Optimizing consumable life in mechanized plasma cutting Identifying and correcting typical problems.
- [16] Mechanized plasma cutting for HVAC applications How equipment has progressed and what it offers todays fabricators.
- [17] Tracker CNC Manufacturer & Distributor of CNC Plasma Cutters.
- [18] Tracker CNC Plasma Cutter Automatic Torch Height Control System.
- [19] CNC plasma cutter operations.
- [20] Advanced Robotic Technology - Plasma CNC.
- [21] Improving manual plasma cutting quality Get more life; fast, clean cuts.
- [22] Improving plasma cut quality For best cuts, begin with system components.
- [23] Estimating your cutting costs Cost of ownership model compares precision plasma, punch-plasma, laser.
- [24] Plasma cutting – Wikipedia.