

Návrh pohyblivého kabelového vedení pro plasmové obráběcí centrum

Ondřej Kobliha

Bakalářská práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Ondřej Koblíha

Osobní číslo: T14104

Studijní program: B3909 Procesní inženýrství

Studijní obor: Technologická zařízení

Forma studia: prezenční

Téma práce: Návrh pohyblivého kabelového vedení pro plasmové obráběcí centrum

Zásady pro vypracování:

1. zpracování literární rešerše,
2. vyhodnocení stávajícího stavu,
3. výběr vhodného řešení kabelového systému,
4. návrh kabelového vedení pro plasmové obráběcí centrum,

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- dle zadání vedoucího BP

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Krátký

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

30. ledna 2015

Termín odevzdání bakalářské práce:

22. května 2015

Ve Zlíně dne 9. února 2015


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

děkan




prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.

ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 28.5.2015



¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Úkolem této práce byl návrh pohyblivého vedení kabelů pro plazmové obráběcí centrum s ohledem na funkčnost a cenu. V teoretické části je přiblížena technologie plazmového řezání a základní informace o pohyblivém kabelovém vedení pro CNC stroje. Návrh a výběr vedení je pak předmětem praktické části.

Klíčová slova: Řezání plazmou, Pohyblivé kabelové vedení, Dělení kovů, Obráběcí centra.

ABSTRACT

The task of this thesis was construction of moving cable management for plasma machining center with regards to functionality and price. Technology of plasma cutting and basic informations about moving cable management is presented in theoretical part. Construction and selection of cable management is subject of practical part.

Keywords: Plasma cutting, Moving cable management, Metal cutting, Machining centers.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ŘEZÁNÍ PLAZMOU	12
1.1 DEFINICE PLAZMY	12
1.2 HISTORIE PLAZMY	12
1.3 HISTORIE PLAZMOVÉHO ŘEZÁNÍ.....	12
1.4 PRINCIP DĚLENÍ MATERIÁLU PLAZMOU.....	14
1.5 ZAŘÍZENÍ PRO DĚLENÍ MATERIÁLU PLAZMOU	15
1.5.1 Stroje pro ruční řezání plazmou	15
1.5.2 Automatizované stroje pro řezání plazmou.....	16
1.6 DRUHY PLAZMOVÉHO OBLOKU	17
1.6.1 Transferovaný plazmový oblouk.....	17
1.6.2 Netransferový plazmový oblouk	18
1.7 PLYNY POUŽÍVANÉ PRO ŘEZÁNÍ PLAZMOU	19
1.8 PLAZMOVÉ HOŘÁKY	20
1.9 CHLAZENÍ HOŘÁKU	21
1.10 STABILIZACE PAPERSKU	21
1.11 METODY DĚLENÍ MATERIÁLU PLAZMOVÝM OBLOUKEM	22
1.11.1 Konvenční metoda dělení.....	22
1.11.2 Dvoj-plynová metoda dělení	22
1.11.3 Dělení s vodní clonou.....	23
1.11.4 Dělení se vstříkáváním vody.....	24
1.11.5 Dělení pod vodou	24
1.11.6 Dělení Hy-definition	25
1.12 ŘEZACÍ FÁZE	26
1.12.1 Předfuk	26
1.12.2 Pilotní oblouk	26
1.12.3 Řezací oblouk.....	26
1.12.4 Dofuk.....	26
1.13 SHRnutí VÝHOD A NEVÝHOD PLAZMOVÉHO ŘEZÁNÍ.....	27
2 POHYBLIVÁ KABELOVÁ VEDENÍ	28
2.1 VODÍCÍ ŘETĚZY	28
2.2 OTEVŘENÉ VODÍCÍ ŘETĚZY	28
2.3 UZAVŘENÉ VODÍCÍ ŘETĚZY	29
2.4 MAGNETICKÉ VODÍCÍ ŘETĚZY	29
2.5 ÚLOŽNÉ VANY.....	30
2.6 OCHRANA PROTI VYTRŽENÍ	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
3 VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU	32
3.1 POPIS KONSTRUKCE PLAZMOVÉHO ŘEZACÍHO STROJE	32
3.1.1 Rám	32
3.1.2 Vedení	33

3.1.3	Rošt	34
3.1.4	Plazmový hořák.....	35
3.1.5	Řídící elektronika	35
3.2	STÁVAJÍCÍ STAV STROJE	35
3.3	NÁVRH ŘEŠENÍ OSY Z.....	36
4	VÝBĚR VHODNÉHO ŘEŠENÍ KABELOVÉHO SYSTÉMU	38
4.1	VÝBĚR VEDENÍ PRO POHYB V OSE X A Y	38
4.2	VÝBĚR VEDENÍ PRO POHYB V OSE Z	39
5	NÁVRH KABELOVÉHO VEDENÍ PRO PLAZMOVÉ OBRÁBĚCÍ CENTRUM	40
5.1	NÁVRH VEDENÍ PRO POHYB V OSE X	40
5.2	NÁVRH VEDENÍ PRO POHYB V OSE Y	41
5.3	NÁVRH UPEVNĚNÍ KABELOVÝCH ŘETĚZŮ KE STROJI.....	41
5.3.1	Upevnění kabelového vedení osy X.....	42
5.3.2	Upevnění kabelového vedení osy Y	44
5.4	OCHRANA KABELŮ MEZI RÁMEM A ŘÍDÍCÍ JEDNOTKOU.....	46
	ZÁVĚR	47
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	48
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	50
	SEZNAM OBRÁZKŮ	51
	SEZNAM PŘÍLOH.....	53

ÚVOD

Nekonvenční metody obrábění, jako je obrábění plazmou, se uplatňují tam, kde klasické metody obrábění nejsou použitelné, jako je například obrábění tvrdých materiálů, obrábění tvarově složitých součástí. Do nekonvenčních metod obrábění zahrnujeme takřka všechny metody obrábění, které vznikly v druhé polovině 20. století.

U těchto progresivních metod obrábění není řezný nástroj standartní, k úběru materiálu dochází v důsledku působení tepelných, chemických, abrazivních účinků nebo případně jejich kombinací. Automatizací progresivních metod dochází k výraznému zlepšení jejich produktivity a se zlepšením jejich produktivity došlo k jejich rozšíření a využití v sériové výrobě. Metoda plazmového obrábění prošla za cirká 60 let své existence mnoha inovacemi, které této metodě zajistili konkurenceschopnost s ostatními metodami dělení materiálu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŘEZÁNÍ PLAZMOU

Plazmová technologie má již dlouhou dobu své místo ve strojírenské praxi v mnoha odvětvích oboru. Nejrozšířenější aplikací plazmové technologie ve strojírenství je dělení materiálů.

1.1 Definice plazmy

Plazma může být volně popsána, jako elektricky neutrální médium nevázaných pozitivních a negativních částic (celkový náboj plazmy je přibližně nula). I když tyto částice nejsou vázány, nejsou volné ve smyslu, že na ně nepůsobí žádné síly. Pokud se náboje pohybují, vytváří elektrický proud a magnetické pole, která na sebe navzájem působí. Plazma vzniká odtržením elektronu z elektronového obalu atomů plynu, či roztržením molekul (ionizací). Plazma je čtvrté skupenství hmoty, aby byl ionizovaný plyn považován za plazma, musí vykazovat kolektivní chování a kvazineutralitu. [1]

1.2 Historie plazmy

Plazma byla poprvé identifikována a popsána Sirem Williamem Crooksem. Pojem plazma byl poprvé použit pro popsání ionizovaného plynu v roce 1927 americkým chemikem Irvingem Langmuirem. Langmuir tím přirovnával vedení červených a bílých krvinek krevní plazmou k vedení elektronů a iontů elektrizovanou tekutinou. Langmuir s jeho kolegou Lewi Tonksem, pracovali na zlepšení životnosti wolframového vlákna žárovek (což se jim povedlo), když si Langmuir všiml vrstev oddělujících plazmu od pevného povrchu, to ho vedlo k vytvoření teorie plazmových obalů. Langmuir také objevil, že určité oblasti plazmového výboje vykazují periodické rozdíly hustoty elektronů, tento jev dnes nazýváme Langmuirovy vlny. Langmuirovy objevy v oblasti plazmy jsou i dnes používány např. při výrobě integrovaných obvodů. [2]

1.3 Historie plazmového řezání

První přístroje na řezání plazmou fungovaly na principu řezání pomocí odvíjejícího se drátu obklopeného směsí plynů. Řezání plazmou tak, jak ho známe dnes, neexistovalo až do vynálezu Dr. R. M. Gage v roce 1955. Tak jak je popsáno v jeho patentu, konstrukce svářecího oblouku stabilizací stěn vedlo k zvýšení energetické hustoty a momentu oblouku. Jeden konec oblouku vede ke katodě uvnitř hořáku a druhý konec ke kovu, který řezeme (anoda). Tomuto uspořádání se často říká přenosový oblouk.

Výzvy, kterým ve svých začátcích čelilo plazmové řezání ve výrobním prostředí, přetrvávají až do dnes. Inovace jsou pořád hlavně zaměřeny na zlepšení kvality řezu, zvýšení rychlosti řezu a trvanlivosti řezného ustrojí.

K výraznému vylepšení technologie došlo již v prvních patnácti letech jejího používání. Inovace zahrnovaly zvýšení energetické hustoty a stability, různá složení plazma, zlepšení chlazení součástí, ovládání dynamiky tekutin a použití exotických materiálů.

První plazmové hořáky byli tvořeny wolframovou elektrodou obklopenou škrťící tryskou. Ochranný plyn byl inertní plyn, který chránil elektrodu před atmosférickými vlivy a tak zvyšoval její životnost. K zúžení oblouku a k jeho stabilizaci se používal proud vody koaxiální s elektrodou. Proud vody také pomáhal s chlazením a tak zvýšil výdrž elektrody.

V začátcích nebyli dost dobře známi účinky plazmy na lidské tělo. Obsluha řezaček proto musela nosit velké ochranné obleky jako extrémní protiopatření (Obr. 1).



Obr. 1 Ochranný oděv 1960 [3]

Plazmové řezání se ukázalo jako skvělé při použití na neželezné kovy, avšak aby mohlo konkurovat kyslíkovému řezání, muselo se využít reakce kyslíku s železem, to však výrazně snížilo životnost wolframové elektrody. Tento problém byl vyřešen přívodem oxidačního plynu pod elektrodu se zachováním ochranného plynu v okolí elektrody. Bohužel kvalita řezu pořád nebyla porovnatelná s kyslíkovým řezáním.

K výraznému zlepšení došlo s přidáním druhého proudu tekutiny (vzduch, kyslík, voda). Tento podružný proud chrání konec hořáku před kovovými výpary, kovovými kapičkami a struskou. Zabraňuje tak vytvoření vodivého můstku a zakulacuje horní hranu řezu. Sekundární plyn také žene oblouk hloub do materiálu, tím zdvojnásobuje rychlost řezání a zamezuje tvorbu strusky na spodní hraně.

Další problém nastal, když s průběžným zvyšováním řezacího proudu pro zvýšení rychlosti řezání došlo k zvýšení opotřebení elektrody. K průlomu došlo s představením “knoflíkového” typu elektrody. Elektroda byla upnuta v měděném držáku chlazeném vodou. Toto řešení a přechod na zirkonovou elektrodu vedlo k zvýšení životnosti elektrody z minut na hodiny. Zirkonová elektroda však nešla použít pro proudy větší než 300 ampér. Záhy byla nahrazena elektrodou hafniovou (bývali sovětský svaz), lanthanovou a stronciovou.

V Osmdesátých letech se rozšířila technika startu s nízkým napětím a snížila se emítace elektromagnetického hluku při zažihání oblouku. Zatím co v USA se zaměřili na střídače a inverzní přívod energie v Japonsku se zrodilo High-definition plazmové řezání.

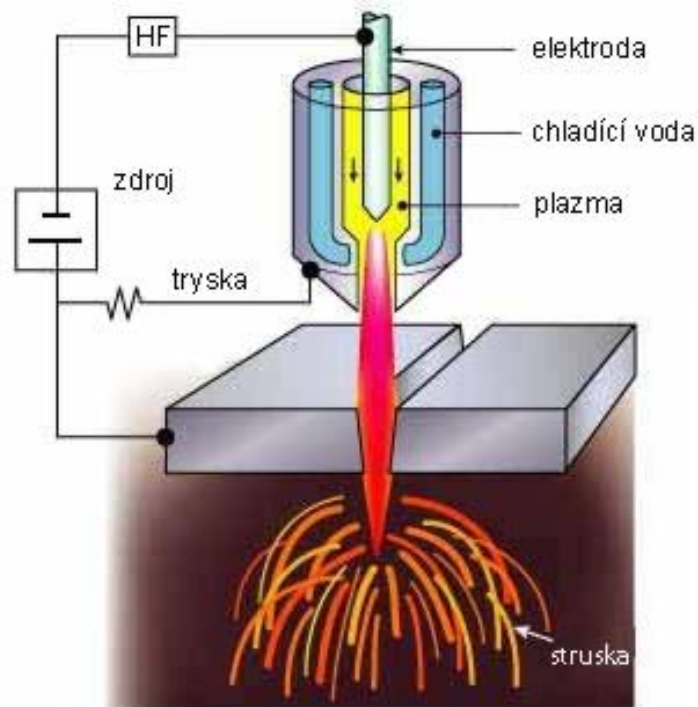
K největšímu rozmachu řezání plazmou však došlo s automatizací během devadesátých let. Zároveň došlo ke zmenšení opotřebení hafniových elektrod použitých zároveň s kyslíkovou plazmou. Díky tomu se stalo plazmové řezání porovnatelné s kyslíkovým řezáním.

V dnešní době se s výhodou využívají automatizované systémy ke kontrole přívodu plynů a pohybu hořáku na CNC stolech. [3]

1.4 Princip dělení materiálu plazmou

Základ obrábění plazmatem je ohřev materiálu za extrémně vysokých teplot, které vznikají rozkladem molekul plynu při jejich průchodem elektrickým obloukem.

Plyn je vyfukován velkou rychlostí z ústí hořáku do oblouku, který hoří mezi katodou umístěnou v hořáku a anodou, která je tvořena opracovávaným materiálem nebo tělesem hořáku. Část plynu se průchodem skrz elektrický oblouk přemění na plazmu, která je natolik horká, aby roztavila materiál a zároveň má takovou rychlost aby vyfoukla roztavený materiál z tvořené mezery. [6]



Obr. 2 Plazmové řezání [6]

1.5 Zařízení pro dělení materiálu plazmou

Zařízení pro plazmové řezání, lze v základu rozdělit na ruční stroje a automatizovaná zařízení.

1.5.1 Stroje pro ruční řezání plazmou

Stroje pro ruční plazmové řezání byly ve svých začátcích velkých rozměrů. Dnešní zařízení jsou však malá, lehká a jednoduše přenosná. I přes své malé rozměry mají tyto zařízení dostatek energie pro řezání jak tenkých plechů, tak i plechů několika centimetrových tloušťek.

Ruční zařízení musí obsahovat dvě základní části, to je zdroj a hořák. Zdroj zajišťuje přísun elektrické energie do hořáku, jeho regulaci a někdy také slouží ke startu elektrického oblouku.



Obr. 3 Zařízení pro ruční řezání plazmou [12]

1.5.2 Automatizované stroje pro řezání plazmou

Automatizovaná strojní zařízení se skládá z těchto základních částí:

- zdroje energie
- řídicí jednotky
- řezacího stolu včetně pohyblivého suportu
- řezacího hořáku
- kompresoru
- filtračního zařízení
- směšovací jednotky

U Automatizovaných zařízení je hořák upevněn na pohyblivém suportu. Pohyb suportu po řezacím stole, na němž je upevněn obráběný materiál, zajišťuje řídicí jednotka.

Řídicí jednotky jsou vybaveny NC nebo CNC řízením.

Elektrická energie je dodávána hořáku ze zdroje přes kabely. Plyny, vyjímaje vzduch, jsou do směšovací jednotky dodávány z tlakových lahví. Vzduch je nasáván z atmosféry a stlačován kompresorem. Jeho čištění zajišťuje filtrační zařízení.

Strojové řezačky jsou díky svým velikostem mnohem výkonnější než řezačky ruční. Pro dodatečné zvýšení produktivity se používají řezací stoly s 2 a 3 hořáky, toho se využívá v sériové výrobě.

Automatizované řezací stroje se nejčastěji používají pro dělení a vyřezávání plechů, ať již tenkých nebo tloušťek několika desítek centimetrů. Automatizované plazmové řezací stroje se dále používají například pro 3D dělení profilů, svařování nebo nanášení povlaků. [7]



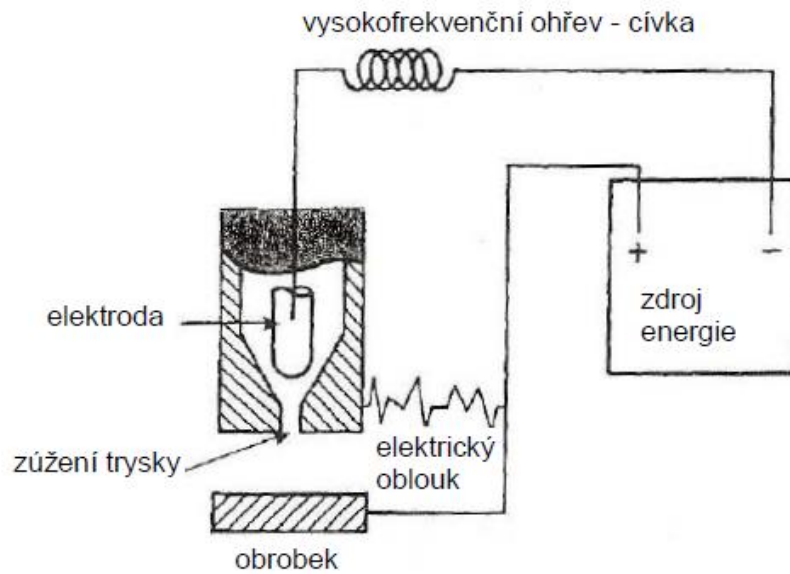
Obr. 4 Plazmový řezací stůl [13]

1.6 Druhy plazmového oblouku

Kvalita elektrického oblouku má významný podíl na vytvoření stálého a geometricky přesného plazmového paprsku. Ten je podmínkou pro přesný a tenký řez materiálu. Při plazmovém řezání používáme dva druhy zapojení plazmového oblouku. [8]

1.6.1 Transferovaný plazmový oblouk

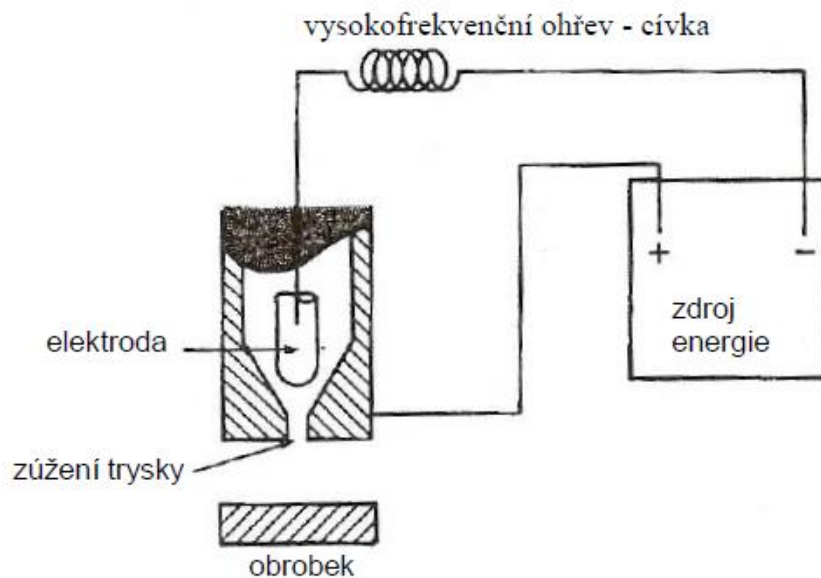
Oblouk u transferového zapojení (Obr. 5) vzniká mezi katodou, kterou tvoří elektroda v hořáku a anodou, kterou je řezaný materiál. Jelikož je řezaný materiál součástí elektrického obvodu, je toto zapojení možno použít pouze pro elektricky vodivé materiály. [8]



Obr. 5 Schéma transferovaného zapojení [8]

1.6.2 Netransferový plazmový oblouk

Při netransferovaném zapojení (Obr. 6) není řezaný materiál součástí elektrického obvodu, je ho tudíž možno použít pro řezání elektricky nevodivých materiálu jako jsou plasty a keramika. Elektrický oblouk vzniká mezi elektrodou (katoda) a tryskou hořáku (anoda). Tohoto způsobu řezání se používá jen málo z důvodu rychlého opotřebování trysky hořáku. [8]



Obr. 6 Schéma netransferovaného zapojení [8]

1.7 Plyny používané pro řezání plazmou

Druh a kvality plynu použitého pro vytvoření plazmy mají velký vliv na optimální proces řezání. Je velmi důležité použít správný plyn určený pro řezání vybraného materiálu. Fyzikální a chemické vlastnosti těchto plynů mají hlavní roli při tomto výběru. Mezi tyto důležité vlastnosti patří hlavně ionizace, disociační energie, tepelná vodivost, atomová váha a chemická reaktivita.

Argon - patří do skupiny inertních plynů, to znamená, že během řezu nereaguje s materiálem. Jeho atomová váha je ze všech plazmových plynů nejvyšší. Díky tomu má velkou kinetickou energii a tak snadno vyfukuje roztavený a vypařený materiál ze skuliny řezu. Díky nízkému ionizačnímu potenciálu je argon výborný zážehový plyn, avšak nemůže být použit jako jediný řezný plyn kvůli jeho nízké tepelné vodivosti a kapacitě.

Vodík - v kontrastu s argonem má vodík velice dobrou tepelnou vodivost. Dále se vodík při vysokých teplotách disociuje. Což znamená, že velké množství energie je z oblouku odebíráno jako ionizace. Tento efekt vede k zúžení oblouku a může být dosaženo vyšší energetické hustoty. Rekombinační procesy mají za následek, že energie dříve oblouku odebrána se vrací do taveného materiálu ve formě tepla. Vodík však také nemůže být použit samotný, protože kvůli nízké atomární váze nezíská dostatečnou kinetickou energii pro vyfouknutí taveniny.

Dusík - je při nízkých teplotách inertní a při vysokých teplotách začíná reagovat s materiálem. Jeho vlastností leží mezi argonem a vodíkem dá se tedy použít sám o sobě například k řezání tenkých plechů vysoce legovaných ocelí.

Kyslík – je velice podobný dusíku má však velkou afinitu k reakci s železem. Při těchto reakcích vzniká teplo, které může být použito ke zvýšení řezné rychlosti. Kyslík se používá jako řezný a sekundární plyn při řezání nízko a nelegovaných ocelí.

Vzduch – hlavními složkami vzduchu jsou kyslík a dusík, tudíž kombinace jejich vlastností může být použita při řezání. Použití vzduchu je také nejekonomičtější volba. Vzduch je používán k řezání nelegovaných, nízko legovaných i vysoce legovaných ocelí.

Směsi plynů – často se výše zmiňované plyny používají ve směsích. Příkladem je směs argonu s vysokou atomární hmotností a vodíku s vysokou tepelnou vodivostí, tato směs se může použít pro řezání vysoce legovaných ocelí a hliníku. Poměr plynu ve směsi závisí na tloušťce řezaného materiálu.

Plyny pro plazmové řezání také bývají často rozděleny podle jejich použití:

Plazmové plyny jsou plyny, které po své ionizaci tvoří samotný paprsek plazmy a provádí samotný proces řezu. Tyto plyny pak dále mohou být rozděleny na zážehové, řezací a značkovací.

Ochranné plyny proudí kolem plazmového paprsku a chrání plazmový paprsek a obráběný materiál před atmosférickými vlivy. [9]

1.8 Plazmové hořáky

Hořáky je možno rozdělit a klasifikovat podle:

- chlazení (přímé a nepřímé)
- druhu chlazení (kapalinové, plynové)
- druhu plazmového plynu (oxidační, neoxidační)
- použití (ruční a strojní)
- druhu stabilizace
- druhu elektrody (wolframová, lanthanová, hafniová a thoriová)
- velikosti výkonu
- průměru výstupní trysky

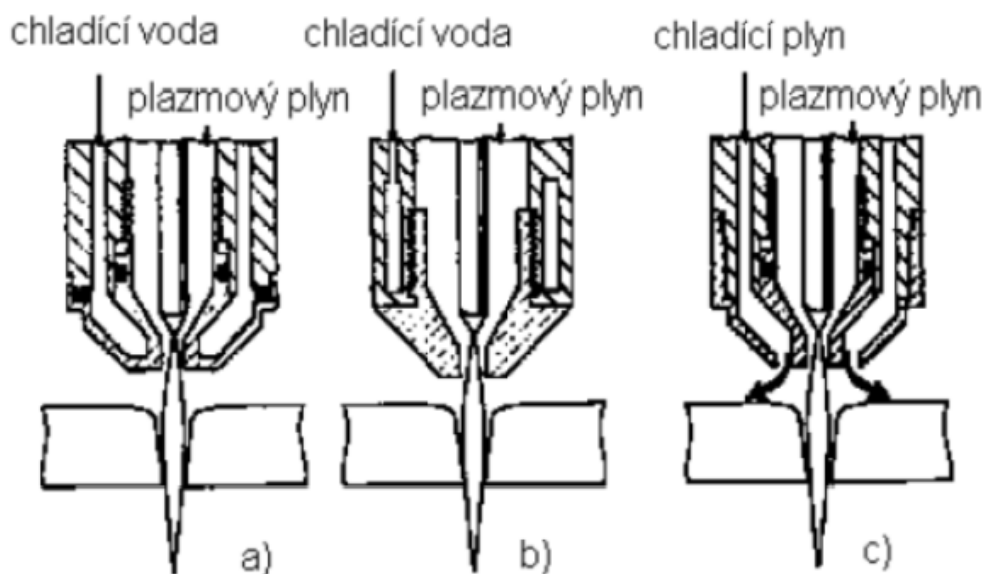
Jednotlivé součásti hořáku jsou vyráběny k výměně. Je tomu tak protože dochází k jejich opotřebení a mají proto jen omezenou životnost. Tato omezená životnost je nejmarkantnější u výstupní trysky a elektrody, u nichž vzniká velké opotřebení při zápalu oblouku. [7]



Obr. 7 Součásti plazmového hořáku [19]

1.9 Chlazení hořáku

Při průchodu plazmatu tryskou dochází ke sdílení tepla, aby se zamezilo poškození nebo zničení hořáku v důsledku přehřátí je nutno hořák chladit. Ke chlazení dochází kombinací sáláním, vedením a konvekcí tepla. Teplo je odvedeno konvekcí a sáláním do proudícího vzduchu kolem hořáku. Zbytek přebytečného tepla je odveden do chladicího systému. Ten je tvořen chladicím médiem (nejčastěji voda nebo plyn), které proudí v kanálcích vytvořených v hlavici hořáku. Různé druhy technického řešení chlazení lze vidět na Obr. 8. [7], [8]



a) přímé chlazení, b) nepřímé chlazení, c) chlazení plynem

Obr. 8 Technologické řešení chlazení plazmových hořáků [8]

1.10 Stabilizace paprsku

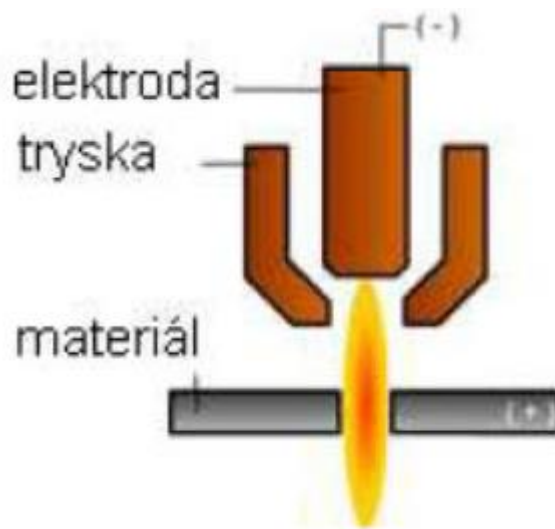
Stabilizace plazmového paprsku se provádí kvůli zaostření a zvýšení energetické hustoty. Technicky je tomu docíleno proudem vody nebo ochranného plynu. Voda nebo plyn jsou přiváděny do trysky hořáku a proudí společně s paprskem plazmy k materiálu, vytvářejí tak ochranou a stabilizační clonu. Voda i plyn také významně přispívají k chlazení hořáku a řezaného materiálu, zvláště pak pokud je stabilizačním médiem voda. [7]

1.11 Metody dělení materiálu plazmovým obloukem

Při dělení materiálu plazmou rozeznáváme několik metod dělení. Tyto metody ve své podstatě kopírují vývoj technologie plazmového řezání. Nejstarší metoda dělení plazmou je metoda konvenční, další vývoj v technologii představil metody: dvoj-plynové “dual-flow“, dělení s vodní clonou, dělení se vstříkáváním vody, dělení pod vodou a nejnovější dělení Hy-definition. [5], [7]

1.11.1 Konvenční metoda dělení

Konvenční metoda dělení materiálu plazmou (Obr. 9), někdy také označována jako suché nebo standartní plazmové dělení, je nejstarší a konstrukčně nejjednodušší metoda. Při této metodě je oblouk zaostřen pouze vnitřním průměrem trysky, není použito žádné ochranné médium pouze plazmový plyn. Jako plazmový plyn se využívá filtrovaný vzduch. Tato metoda má ovšem velkou energetickou náročnost, nízkou produktivitu a nižší přesnost než ostatní metody. Maximální hodnota proudu je 100 A a tloušťka materiálu 16mm. [4], [5], [8], [10]

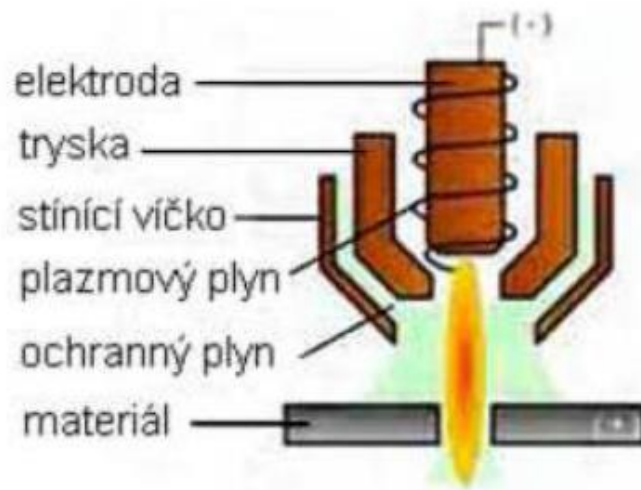


Obr. 9 Schéma konvenčního dělení plazmou [4]

1.11.2 Dvoj-plynová metoda dělení

Dvoj-plynová metoda dělení materiálu plazmou, nazývána také dual flow metoda, je modifikací konvenční metody, při níž sekundární ochranný plyn proudí kolem ústí trysky a společně s plazmovým paprskem směrem k materiálu (Obr. 10). Jako plazmové plyny se nej-

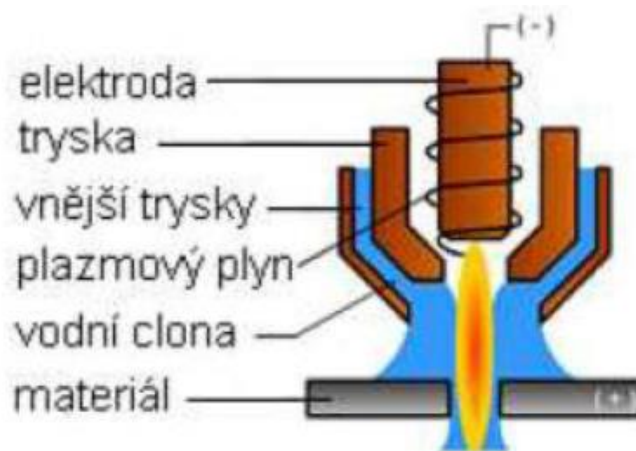
častěji používají vzduch, dusík nebo kyslík. Ochranným plynem je pak nejčastěji kyslík, dusík nebo argon. Tato metoda je v praxi nejpoužívanější. Dělením touto metodou dosahujeme čistého řezu bez okují, vyšších řezných rychlostí a lze dělit materiál mnohem větších tloušťek než při konvenčním dělení. [4], [5], [8]



Obr. 10 Schéma dvoj-plynového dělení plazmou [4]

1.11.3 Dělení s vodní clonou

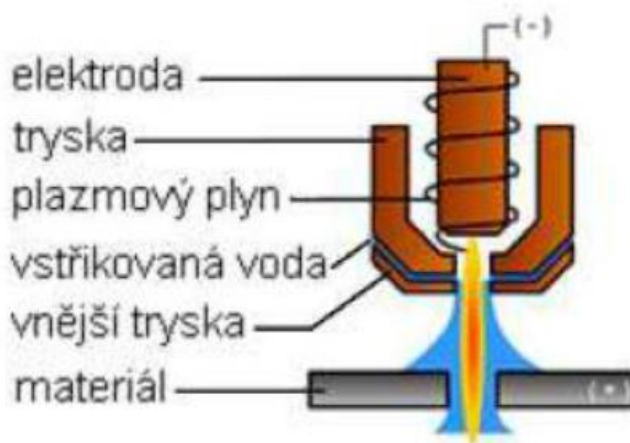
Dělení s vodní clonou je podobné dvoj-plynovému dělení, avšak místo ochranného plynu je oblouk chráněn takzvanou vodní clonou (Obr. 11). Vzhled řezu a životnost trysky se zlepšily díky dodatečnému chlazení vodou. Kolmost řezu, řezná rychlost ani tvorba nečistot však nejsou výrazně lepší než u dvoj-plynového dělení, protože voda neposkytuje požadované zúžení paprsku plazmy. [4], [5], [8]



Obr. 11 Schéma dělení plazmou s vodní clonou [4]

1.11.4 Dělení se vstřikováním vody

Při tomto typu dělení plazmou je do plazmového paprsku radiálně vstřikována voda skrz kanálky v ústí hořáku (Obr. 12). Radiálním vstřikem vody do paprsku, hned po jeho výstupu z trysky vznikne jeho zúžení. Teplota oblouku v tomto místě je odhadována na až 50 000°K, což je asi devětkrát vyšší teplota než povrch slunce a asi dvakrát větší než teplota konvenčního oblouku. Při kontaktu s paprskem se vypaří jen asi 10% vody, zbytek pokračuje kolem paprsku a zajišťuje jeho ochranu před atmosférou. Dělení se vstřikováním vody má lepší kolmost řezu, je přesnější, dosahuje větších řezných rychlostí a kvality řezu. [4], [5], [8].



Obr. 12 Schéma dělení plazmou se vstřikováním vody [4]

1.11.5 Dělení pod vodou

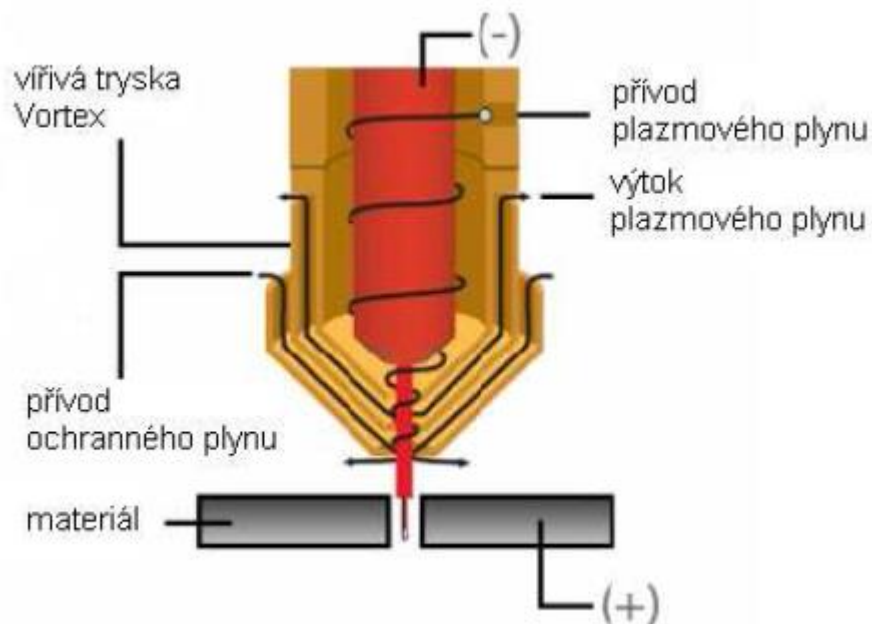
Při dělení plazmou pod vodou je plazmový hořák při řezu ponořen 50-100 mm pod hladinu ochranného media. Vodní lázeň tvoří jediné ochranné medium a výrazně redukuje vznik škodlivých zplodin. Dále pak redukuje hluk a záření oblouku. Nevýhodou této metody je že nelze opticky nebo poslechem zjistit jestli je při řezu vše v pořádku, dochází také ke snížení řezné rychlosti až o 20%. Voda kolem plazmového hořáku musí být neustále rozrušována, aby nevznikali kapsy vodíku uvolněného z vody, při zapálení takovýchto kapes dochází pod hladinou k malým explozím. Tato metoda dělení plazmou je považována za nejvíce ekologickou. [4], [5], [8]

1.11.6 Dělení Hy-definition

Toto vysoce přesné dělení materiálu plazmou je posledním vývojovým stupněm plazmového řezání. Celý název této metody zní High tolerance plasma arc cutting. Při hy-definition řezání se pracuje s vysoce zúženým paprskem plazmy. Fokusace plazmy se docílí přinucením kyslíkem generované plazmy k rotaci ve výru při východu z trysky (Obr. 13). Sekundární ochranný plyn je pak přiveden dále po proudu plazmy. Některé systémy používají magnetické pole obklopující oblouk. Ta stabilizují plazmový paprsek udržováním jeho rotačního pohybu. Všechny části hy-definition stroje musí být k této metodě uzpůsobeny je kladen velký důraz na přesnost a rychlost jednotlivých systémů.

Výhodou této metody je zlepšení kvality řezu, která leží mezi konvenčním řezáním plazmou a řezáním laserem. Dochází také k zúžení řezné spáry a ke zmenšení oblasti ovlivněné teplem.

Mezi nevýhody patří, že hy-definition metoda se dá použít pouze pro úzké plechy (tloušťka do 6 mm) a nízká řezná rychlost, která je nižší než u konvenčních metod řezání plazmou a asi jen 60 až 80 % řezné rychlosti laseru. [5], [7]



Obr. 13 Schéma Hy-definition metody dělení plazmou [4]

1.12 Řezací fáze

Řezací fáze v posloupnosti předfuk, pilotní oblouk, řezací oblouk, dofuk, představují časovou osu řezného procesu.

1.12.1 Předfuk

Jedná se o první fázi řezného procesu. Provádí se před zapálením plazmového oblouku. Plazmový plyn je přiveden mezi elektrodu a trysku pro vytvoření dostatečného proudu a víru plazmového plynu pro zapálení oblouku. Současně s předfukem je také spuštěn ochranný plyn. Potřebná doba předfuku se pohybuje kolem 2 sekund. [7]

1.12.2 Pilotní oblouk

Po uplynutí doby předfuku dojde k zapálení plynu pomocí vysokého napětí s vysokou frekvencí přivedeného z pomocného zdroje, tím dojde k zapálení tzv. pilotního oblouku. Tento oblouk ulehčuje zažehnutí řezného oblouku, avšak dochází při něm k opotřebení elektrody a trysky, proto by měl trvat co nejkratší dobu. V této fázi také dochází k ionizaci plynu. Doba trvání fáze pilotního oblouku je 2 až 3 sekundy, délka této doby však záleží na konstrukci stroje a použité technologii. [7]

1.12.3 Řezací oblouk

Vzniká z Pilotního oblouku. Hořák se přiblíží k řezanému materiálu a zvýší se proud, tím dojde k přemostění mezi elektrodou a materiálem. Zdroj pomocného napětí je po té odpojen a vznikne samotný řezací oblouk. Přiblížení hořáku musí být takové, aby došlo k vytvoření elektrického oblouku, ale ne tak malé, aby došlo k poškození elektrody a ústí hořáku kapkami tekutého kovu. [7]

1.12.4 Dofuk

Po skončení řezné operace se nechávají plyny proudit asi 20 sekund, aby se urychlilo ochlazení zahřátých součástí hořáku. Tím se prodlužuje jejich životnost. [7]

1.13 Shrnutí výhod a nevýhod plazmového řezání

Výhody:

- Bez alternativy při řezání vysoce legovaných ocelí a hliníkových materiálů ve střední a vyšší tloušťce.
- Velký výkon při řezání do tloušťky 30 mm.
- Řezání vysoce pevné konstrukční oceli s menším tepelným příkonem.
- Vysoká řezná rychlost, až 10x větší než autogenní.
- V případě použití plazmy s vysokou hustotou oblouku kvalita řezu srovnatelná s laserem.
- Řezání plazmou pod vodou zajišťuje velmi malé tepelné ovlivnění materiálu a snížení hluku na pracovišti.

Nevýhody:

- Maximální řezná šířka 200 mm u suchého řezání a 120 mm u řezání pod vodou.
- Širší řezná spára.
- Úkos na řezné straně.
- Zaoblení horní hrany.
- Hlučnost 80 až 100 dB.
- Intenzivní UV záření.
- Obtížné propalování otvorů tlouštěk nad 15 mm. [4]

2 POHYBLIVÁ KABELOVÁ VEDENÍ

Kabelová vedení jsou nedílnou součástí všech moderních strojů s pohyblivým supportem a jsou důležitým bezpečnostním prvkem.

2.1 Vodící řetězy

Vodící řetězy se skládají z plastových článků pro uložení kabelů a hadic spojující pevnou a pohyblivou část stroje nebo technologie. Při pohybu (pojezdu) se řetěz ohýbá s definovaným poloměrem a chrání mechanicky svou náplň a současně je celá sestava nuceně vedena s povoleným poloměrem ohybu. [11]



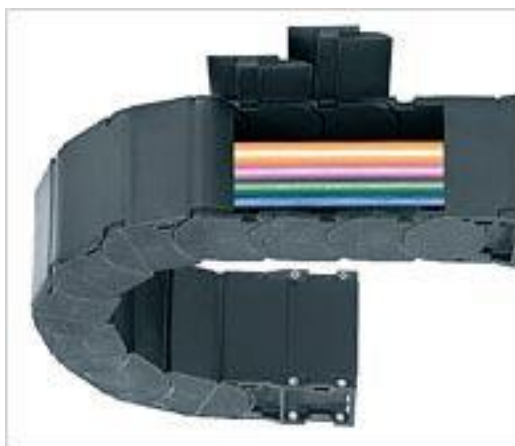
Obr. 14 Vodící řetěz [14]

2.2 Otevřené vodící řetězy

Zjednodušeně řečeno, jde o řetězy, ve kterých je viditelná jejich náplň nebo hadice. Tyto typy řetězů se vyrábějí ve velké škále rozměrů od vnitřní výšky 10 mm až po výšku 102 mm. Maximální vnitřní šířka může být až 546 mm, v případě hliníkových přepážek až 600 mm. Podle použitých kabelů a jejich povolenému poloměru ohybu je nutné volit odpovídající poloměr ohybu vodící řetězu. Pro členění a rozdělení vnitřního prostoru řetězů se používají variabilní oddělovací přepážky a regálové systémy. Vodící řetězy jsou běžnou součástí jednoúčelových strojů, balících strojů nebo napájecích systémů jeřábů. [11]

2.3 Uzavřené vodící řetězy

Uzavřené vodící řetězy chrání svou vnitřní náplň před vlivy okolního prostředí (žhavé špony, okuje, nebo velké množství prachu). Kryty řetězů mohou být standardně plastové nebo také hliníkové. K dispozici je také propracovaný oddělovací systém přepážek a regálových systémů. Běžná použití u svařecí automaty, řezací centra, obráběcí stroje, apod. [11]



Obr. 15 Uzavřený vodící řetěz [17]

2.4 Magnetické vodící řetězy

Speciální verze otevřených vodících řetězů řady HeavyLine. Na vnitřních rámových přepážkách řetězu jsou namontovány nástavce s permanentními magnety. A při kluzném pojezdu se obě větve řetězu (horní + spodní) od sebe vzájemně odpuzují a horní větev klouže po magnetickém poli bez opotřebení a s redukovanými energetickými nároky na pohyb řetězu. Toto provedení lze nalézt nejvíce na velkých portálových nebo mostových jeřábech (většinou přístavních). [11]

2.5 Úložné vany

Hliníkové profily určené ke směrovému vedení horizontálního pojezdu řetězu. Profily mohou být tvaru „U“ (pro malé řetězy) nebo dělené, složené ze dvou. Součástí vodící často bývá i kluzná lišta GSP pro podporu horní větve řetězu při středovém napájení. [11]



Obr. 16 Úložné vany [18]

2.6 Ochrana proti vytržení

Zařízení pro fixaci kabelů na konci (nebo obou koncích) vodícího řetězu sloužící k odlehčení kabelů v tahu. Ochrana proti vytržení ve tvaru hřebenu je součástí řetězového zakončení, může být zakomponováno do rámové přepážky nebo ji lze dodělat zcela samostatně. Vlastní fixace je prováděna stahovacími pásky. [11]



Obr. 17 Řetězové ukončení s ochranou proti vytržení [14]

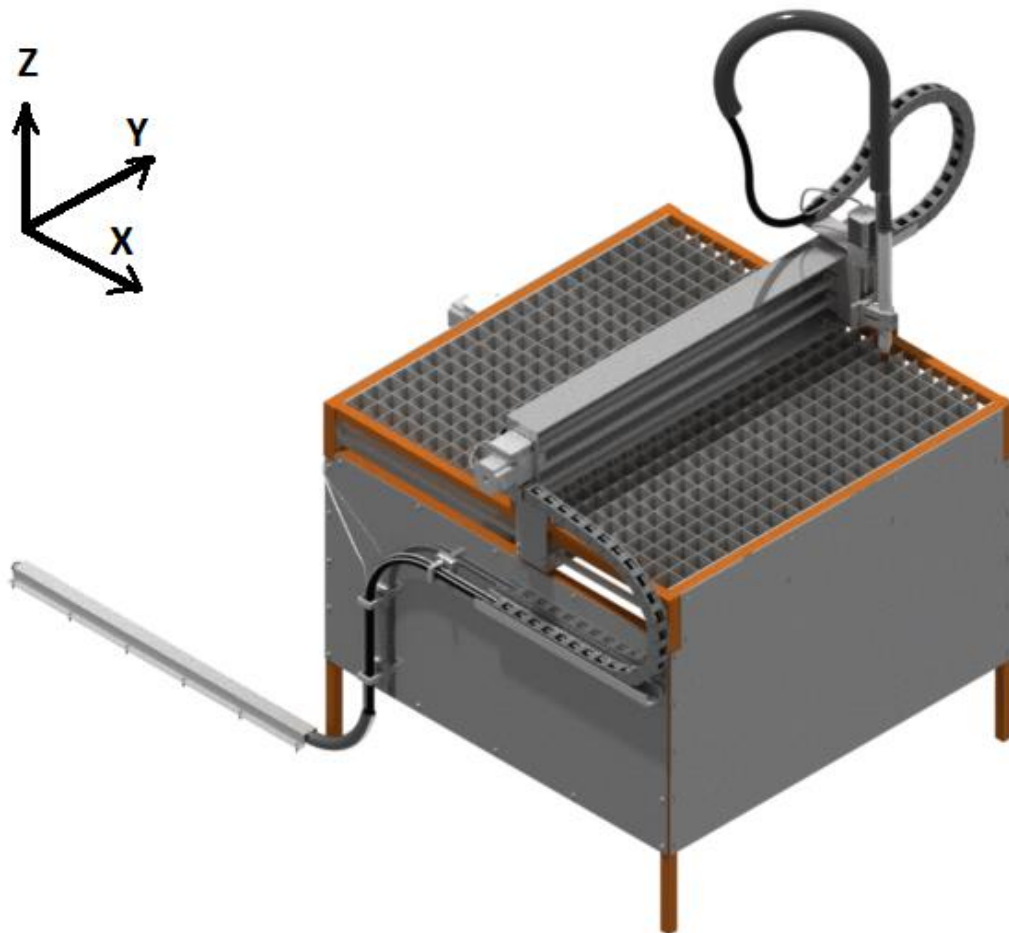
II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

Před samotným návrhem kabelového vedení je potřeba vyhodnotit stávající stav stroje, pro lepší a rychlejší výběr komponentů, potřebných ke konstrukci kabelového systému.

3.1 Popis konstrukce plazmového řezacího stroje

Plazmový řezací stroj (Obr. 18) je složen s řezacího stolu a řídicí jednotky s plazmovým hořákem. Stůl se skládá z rámu, roštu, krytů a posuvových mechanismů. Řídicí jednotka je umístěna mimo řezací oblast stroje.

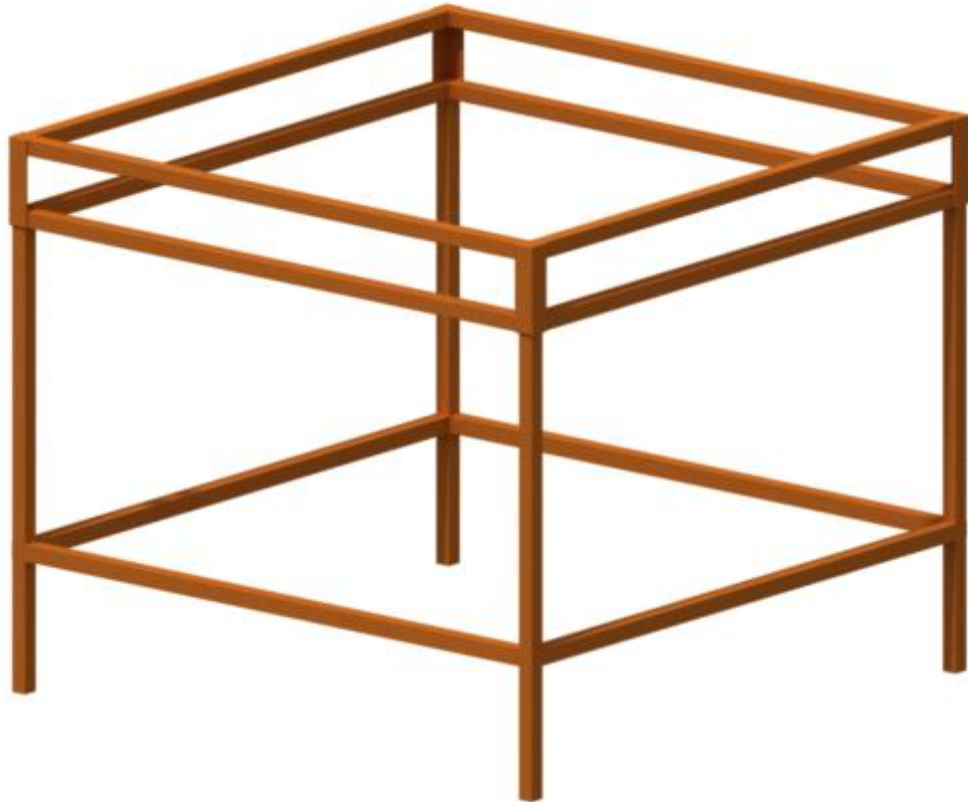


Obr. 18 Plazmový řezací stroj

3.1.1 Rám

Rám stroje (Obr. 19) je svařen z trubek čtvercového průřezu 30 x 30 mm a tloušťky 2 mm. Trubky jsou vyrobeny z konstrukční oceli 11 373. Tato ocel se vyznačuje velmi dobrou

svažitelností. Vrchní část rámu je vyztužena L profily, pro lepší tuhost. Spodní část rámu je vyztužena čtyřmi čtvercovými trubkami pro zvýšení tuhosti konstrukce a zlepšení stability.



Obr. 19 Rám stroje

3.1.2 Vedení

Mechanismus stroje je založený na lineárním pohybu ve směru osy X, Y, Z. Osa X je konstrukčně svázaná s rámem stroje. Osa Y je svázaná s osou X a osa Z je konstrukčně spjatá s osou Y. Vedení osy X se skládá z vodících tyčí (Obr. 20) o průměru 20 mm. Na těchto vodících tyčích jsou uzavřené linearsety s jedním kuličkovým pouzdrem



Obr. 20 Vodící tyče

Na ose Y bylo požito podobné vedení, pouze menšího průměru (16 mm). Vodící tyče obou os jsou na obou stranách upnuté v úchytech (Obr. 22).

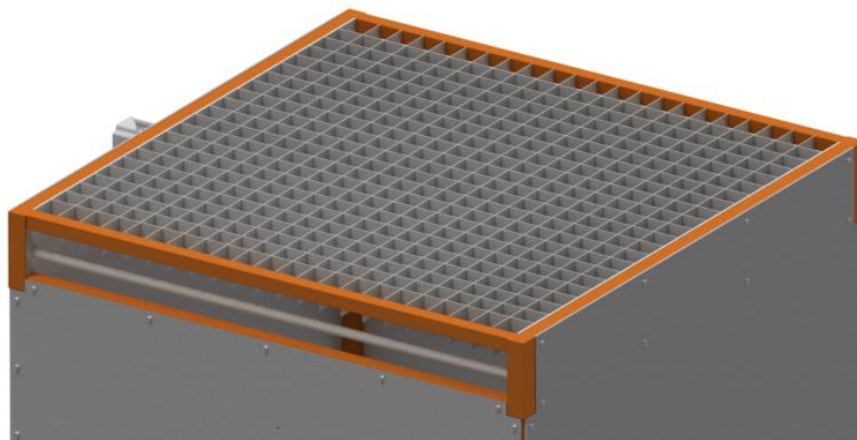


Obr. 21 Úchyt vodící tyče

Jelikož jde o zařízení spadající do kategorie CNC s požadavkem na patřičnou přesnost polohování posuvů, jsou na ose X a ose Y použity kuličkové šrouby s kuličkovou maticí, i když pořizovací náklady jsou ve srovnání s trapézovými šrouby relativně vysoké. Kuličkové šrouby jsou konstrukční prvky pohybových ústrojí převádějící s vysokou účinností rotační pohyb na přímočarý. Vyznačují se vysokou tuhostí, přesností a trvanlivostí.

3.1.3 Rošt

Rošt řezacího stolu (Obr. 23) se skládá z ocelových pásů, které do sebe zapadají pomocí drážek a tvoří tak mřížku. Tato mřížka, je uložena v drážkách v bočních krytech stolu. Toto uspořádání je jednoduché a jednotlivé pásy jsou snadno vyměnitelné.



Obr. 22 Rošt řezacího stolu

3.1.4 Plazmový hořák

V ose Z je umístěný hořák plazmového zdroje. Samotný zdroj plazmového řezání je umístěný mimo řezací stroj. Jde o Telwin plazmovou řezačku Tecnica plazma 41. Tento zdroj neobsahuje samostatný zdroj stlačeného vzduchu. Stlačený vzduch se odebírá z kompresorovny, která dodává požadované objemové množství vzduchu pro chod plazmové řezačky.

3.1.5 Řídící elektronika

Řídící elektronika provádí na popud signálu z PC požadované úkony jako je sepnutí plazmového zdroje nebo pohyb posuvů. Elektronika zvládá i zpětnou komunikaci s PC z důvodu použití bezpečnostního okruhu s tlačítkem E – Stop, koncových spínačů, spínačů nulových souřadnic, odměřování polohy posuvů aj. Software Mach3 primárně komunikuje přes LPT port.

3.2 Stávající stav stroje

V současné době je osa Z plazmového řezacího stroje (Obr. 24) ve stavu neúplnosti. Kabelové vedení je provizorně zajištěno uložení kabelů ve svorkách na boku stroje.

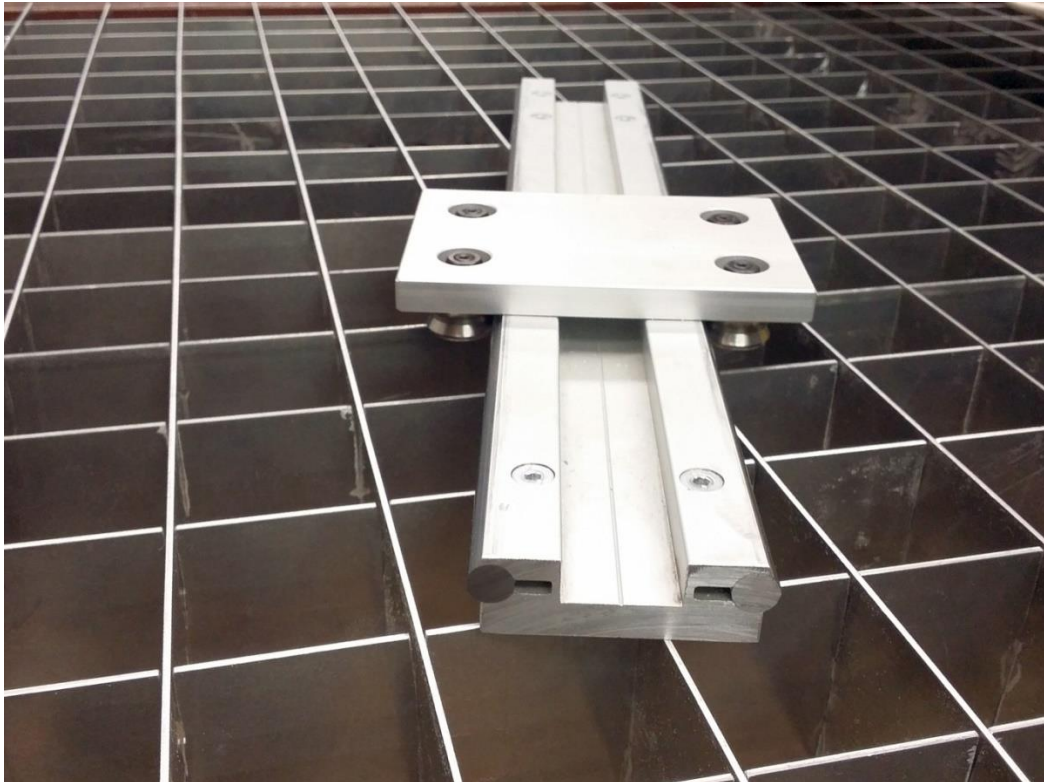


Obr. 23 Stávající stav stroje

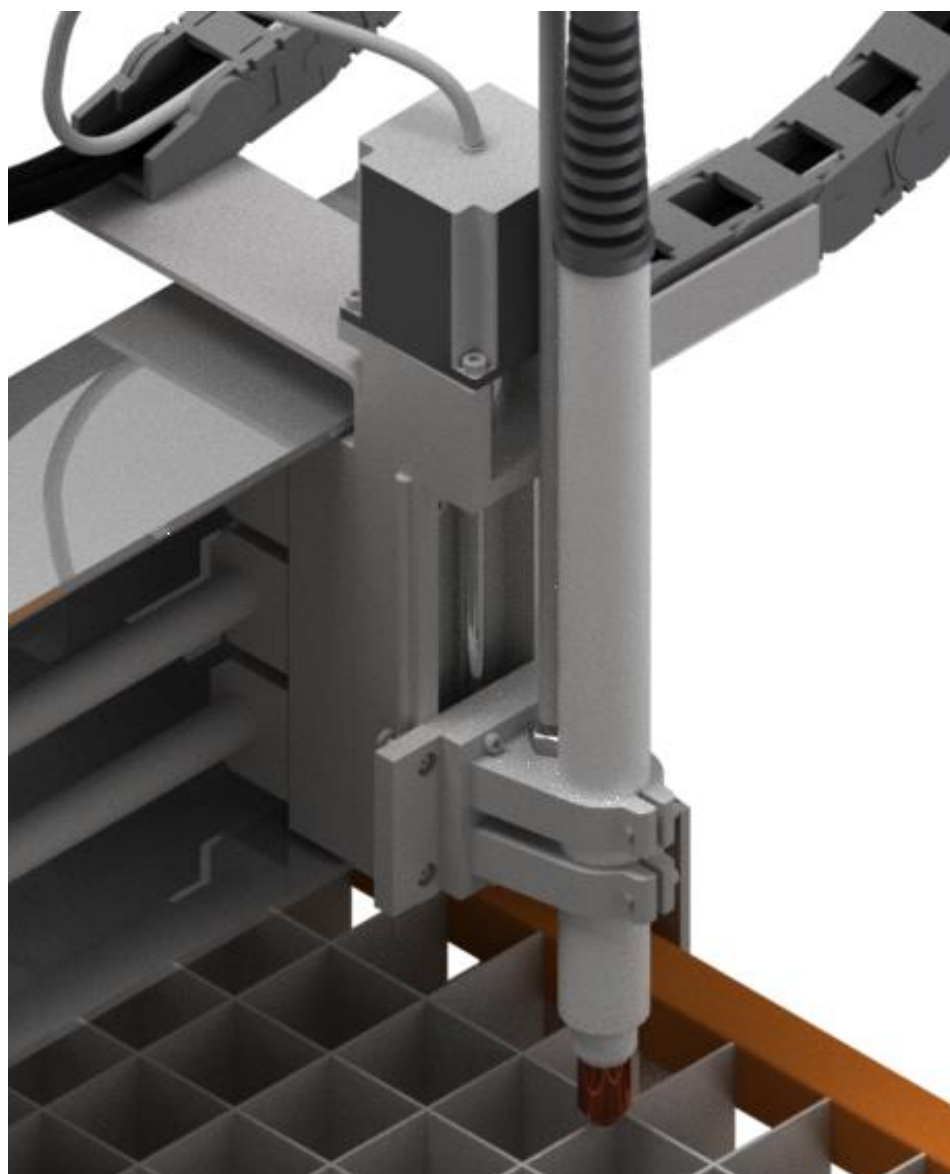
3.3 Návrh řešení osy Z

Pro vedení osy Z je z důvodu velikosti využit lineární modul AUROL (Obr. 24). Tento modul se sestává z hliníkového profilu, ve kterém jsou upnuty tvrdě chromované vodící tyče, po kterých se odvalují rolny. Rolny jsou ukotveny v kotevní desce a díky excentrickým čepům je možné provést vystředění kotevní desky vůči vodícím tyčím. Stejně tak lze díky excentrickým čepům systém předepínat a eliminovat tak jakékoliv vůle ve vedení.

Vzhledem k prostorové dispozici není na ose Z rovněž použit kuličkový šroub, ale je zde použit posuvový šroub KERK. Pohon osy je zajištěn krokovým motorem. Plazmový hořák je upevněn v držáku, který je připevněn ke kotevní desce rolny (Obr 25).



Obr. 24 Lineární modul AUROL s rolnou



Obr. 25 Vedení osy Z

4 VÝBĚR VHODNÉHO ŘEŠENÍ KABELOVÉHO SYSTÉMU

Vzhledem k lineárnímu pohybu stroje v jednotlivých osách je nejvhodnější řešení kabelového systému pomocí vodících řetězů. Tyto řetězy se také někdy označují jako energetické-řetězy, nebo jen kabelové řetězy.

Kabelové řetězy se vyrábějí v mnoha různých variantách podle požadavků na funkci těchto řetězů. V zásadě se tyto řetězy skládají z článků řetězu a zakončujících elementů, které slouží k upnutí ke stroji.



Obr. 26 Příklady kabelového řetězu s upínáním [15]

4.1 Výběr vedení pro pohyb v ose X a Y

Pro výběr kabelového vedení v těchto osách byly použity zadané hodnoty minimálního poloměru ohybu 200 mm a minimální vnitřní výška řetězového článku, která odpovídá průměru přívodního kabelu plazmového hořáku 23 mm.

Těmto zadaným hodnotám nejlépe odpovídá kabelové vedení E2 medium e-chain 250 series (Obr. 27) v provedení s vnitřní výškou 25 mm a minimálním poloměrem ohybu 200 mm.



Obr. 27 E2 medium e-chain [16]

4.2 Výběr vedení pro pohyb v ose Z

Vzhledem k malému posuvu a prostorovým dispozicím pro osu Z nebyly zvoleny jako vedení kabelové řetězy. Dostatečný minimální poloměr ohybu je zajištěn podpůrnou tyčí připevněnou k držáku hořáku pomocí dvou matek a vhodnou aretací kabelu. Toto vedení je dále doplněno ochranou ohebnou hadicí navlečenou přes kabel a tyč, zajišťuje tak upnutí kabelu k podpůrné tyči a jeho ochranu před mechanickým poškozením (Obr. 28).



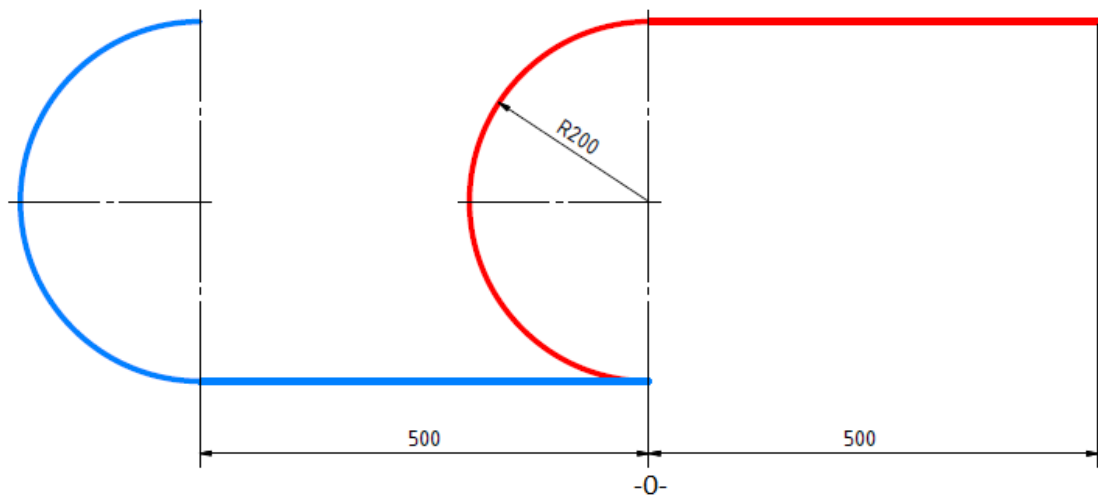
Obr. 28 Řez hadicí vedení osa Z

5 NÁVRH KABELOVÉHO VEDENÍ PRO PLAZMOVÉ OBRÁBĚCÍ CENTRUM

Kabelové vedení se skládá z několika na sobě rozměrově závislých částí, kromě vlastního kabelového řetězu jsou to také nosné vany a jejich držáky, které zajišťují jejich polohu.

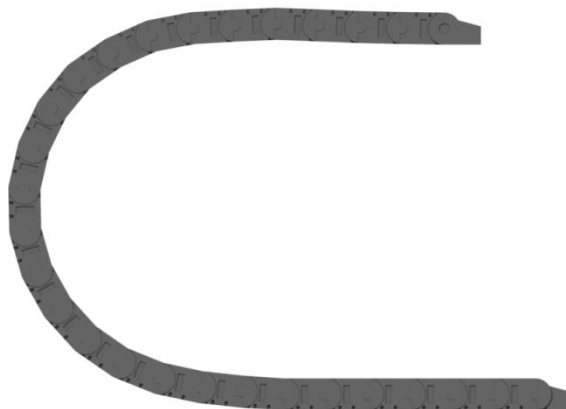
5.1 Návrh vedení pro pohyb v ose X

Délka jednoho elementu je 46 mm, délka celého řetězu pro pohyb v rozmezí 1000mm je 1128,3 mm. Počet elementů řetězu na tuto délku je zaokrouhлено nahoru 25 dílků.



Obr. 29 Střední čára vedení v ose X pro krajní polohy supportu

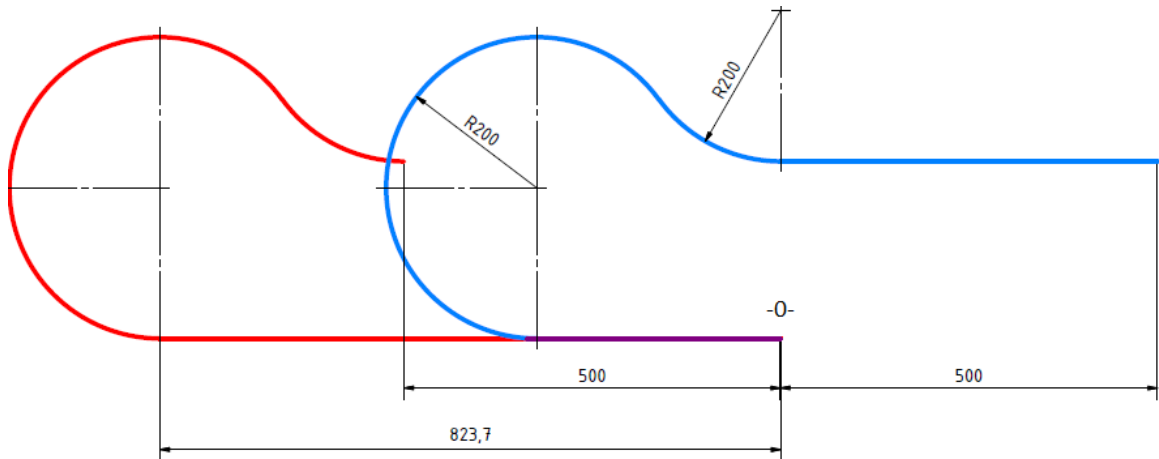
Řetěz je kromě těchto dílků tvořen ještě upínacími články na pevném (dolním) konci řetězu a na horním (pohyblivém) konci řetězu.



Obr. 30 Vodící řetěz osa X

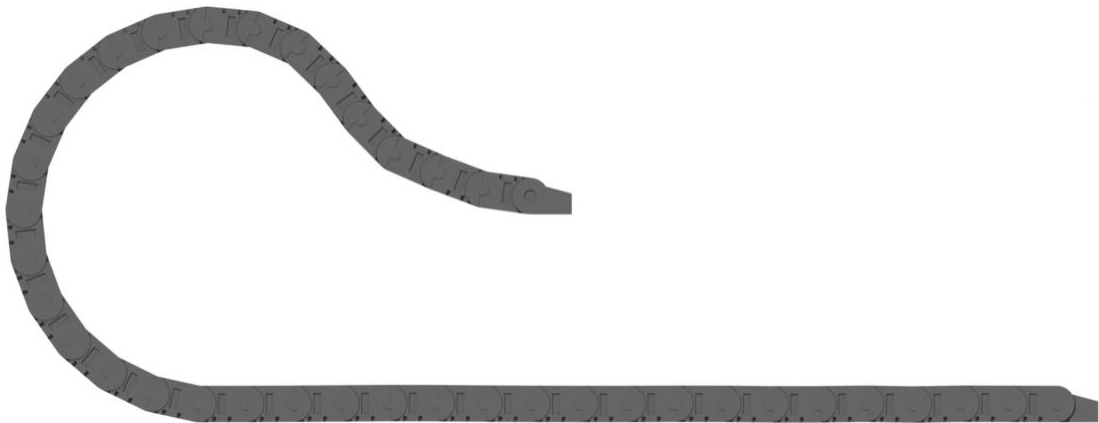
5.2 Návrh vedení pro pohyb v ose Y

Délka jednoho elementu je 46 mm, délka celého řetězu pro pohyb v rozmezí 1000mm je 1893,6 mm. Počet elementů řetězu na tuto délku je zaokrouhлено nahoru 42 dílků.



Obr. 31 Střední čára vedení v ose Y pro krajní polohy supportu

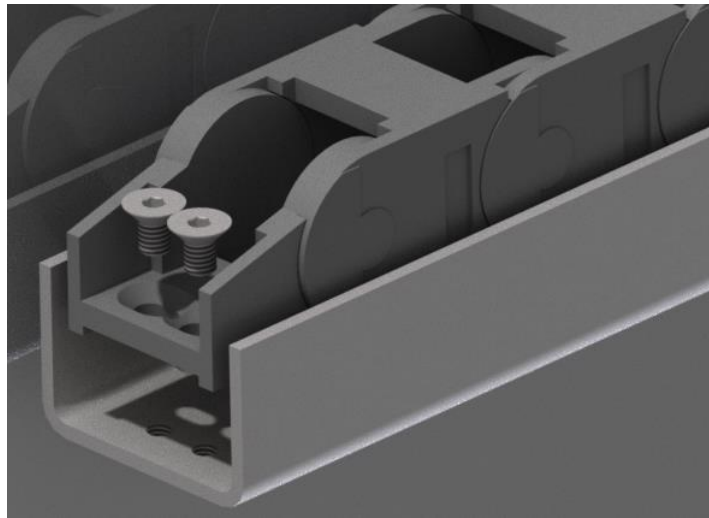
Řetěz je kromě těchto dílků tvořen ještě upínacími články na pevném (dolním) konci řetězu a na horním (pohyblivém) konci řetězu.



Obr. 32 Vodící řetěz osa Y

5.3 Návrh upevnění kabelových řetězů ke stroji

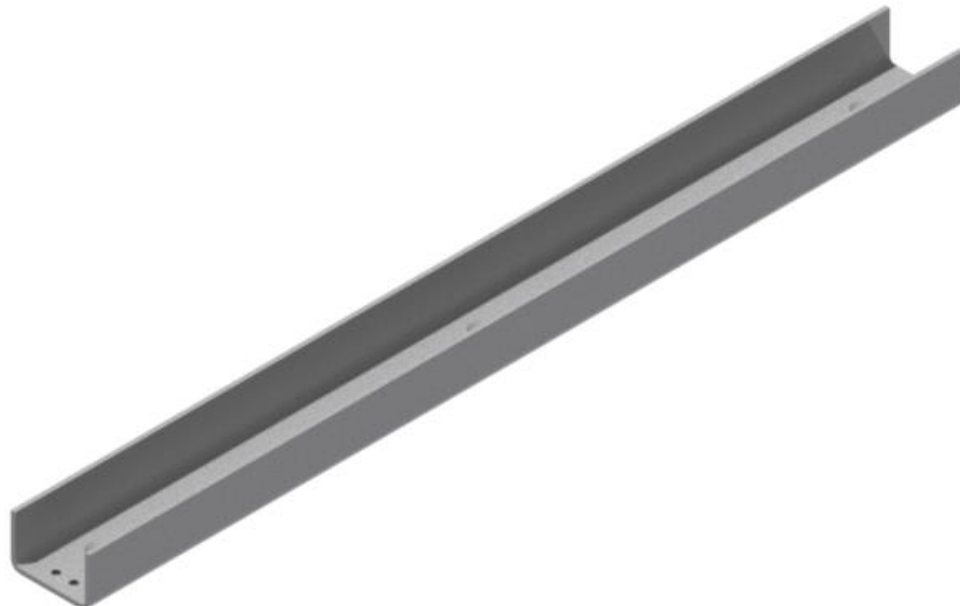
Oba kabelové řetězy jsou pevnou částí upnuty pomocí dvou šroubů s kuželovou hlavou SM6x10 k nosné vaně, tyto vany jsou pak připevněny ke krytu stroje.



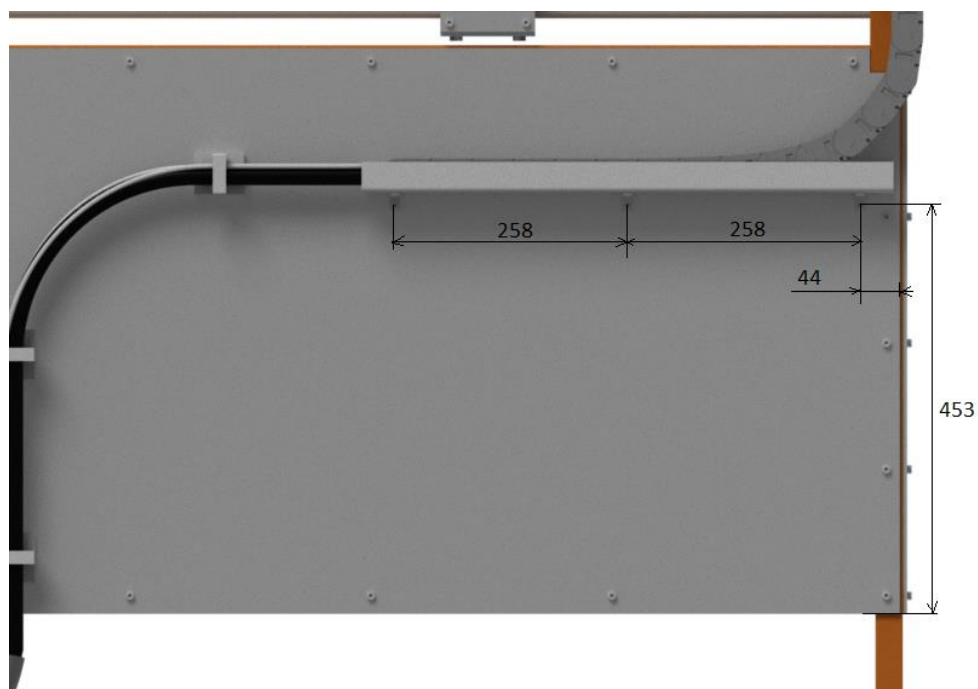
Obr. 33 Upevnění pevného konce řetězu v nosné vaně

5.3.1 Upevnění kabelového vedení osy X

Nosná vana osy X je vytvořena z plechu tloušťky 3 mm ohýbaného do U profilu vnitřní šířky 47 mm, výšky 35 mm a délky 590 mm. Dno nosné vany je upevněno 290 mm od pracovní roviny stolu. Vana je ke krytu stroje připevněna pomocí držáků tvaru L, šroubů M5x10 a matic.

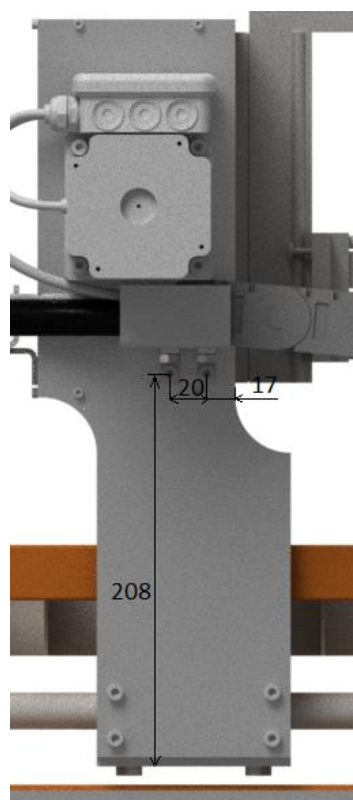


Obr. 34 Nosná vana osa X



Obr. 35 Upevnění nosné vany osa X

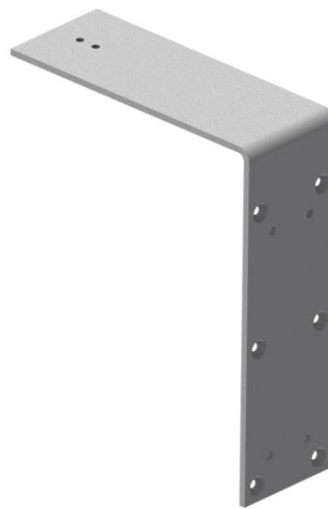
Pohyblivý konec řetězu je připevněn pomocí krátkého U profilu a menšího držáku vany, ten je připevněn šrouby M5x10 k bočnici vedení osy Y pomocí menšího L profilu. Dna pohyblivého a pevného U profilu jsou ve vzdálenosti 400 mm.



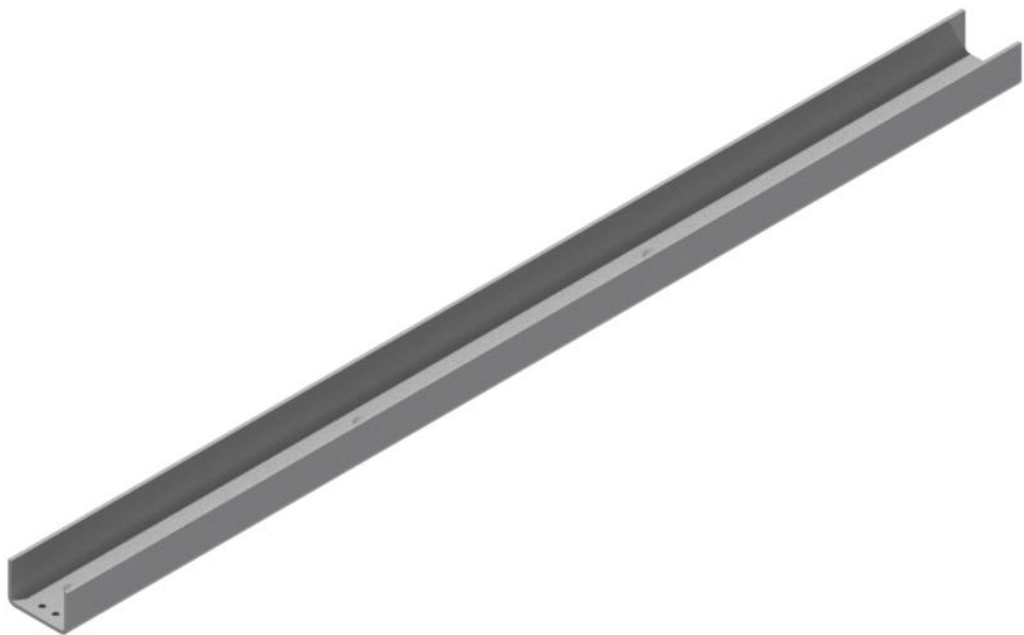
Obr. 36 Upnutí pohyblivého konce řetězu osa X

5.3.2 Upevnění kabelového vedení osy Y

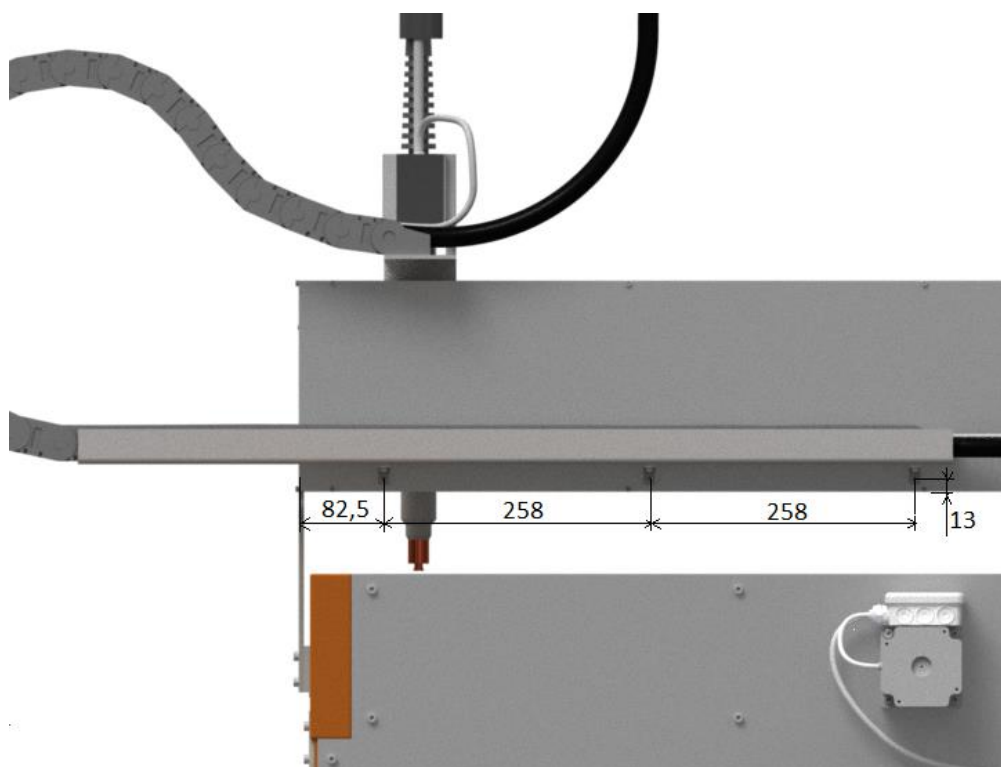
Nosná vana osy Y je vytvořena z plechu tloušťky 3mm ohýbaného do U profilu vnitřní šířky 47 mm, výšky 35 mm a délky 850 mm. Vana je ke krytu stroje připevněna pomocí držáků tvaru L, šroubů M5x10 a matic. Délka vany v ose Y je delší než vana v ose X kvůli větší délce řetězu, zaviněné prostorovou dispozicí v ose Z. Pohyblivý konec řetězu je upnutý pomocí dvou šroubů s kuželovou hlavou SM6x10 k plechu ohnutého do tvaru L (Obr. 37), který je upnut pomocí šroubů s kuželovou hlavou SM5x10 k desce Z supportu (Obr. 38).



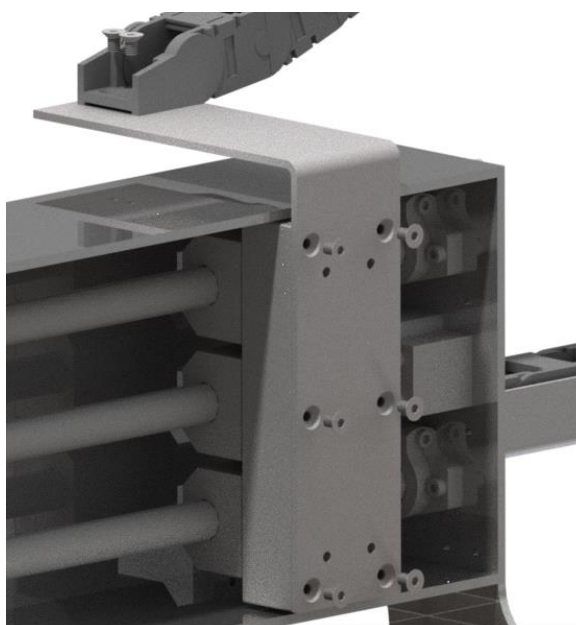
Obr. 37 Profil k upnutí pohyblivého konce řetězu osy Y



Obr. 38 Nosná vana osa Y



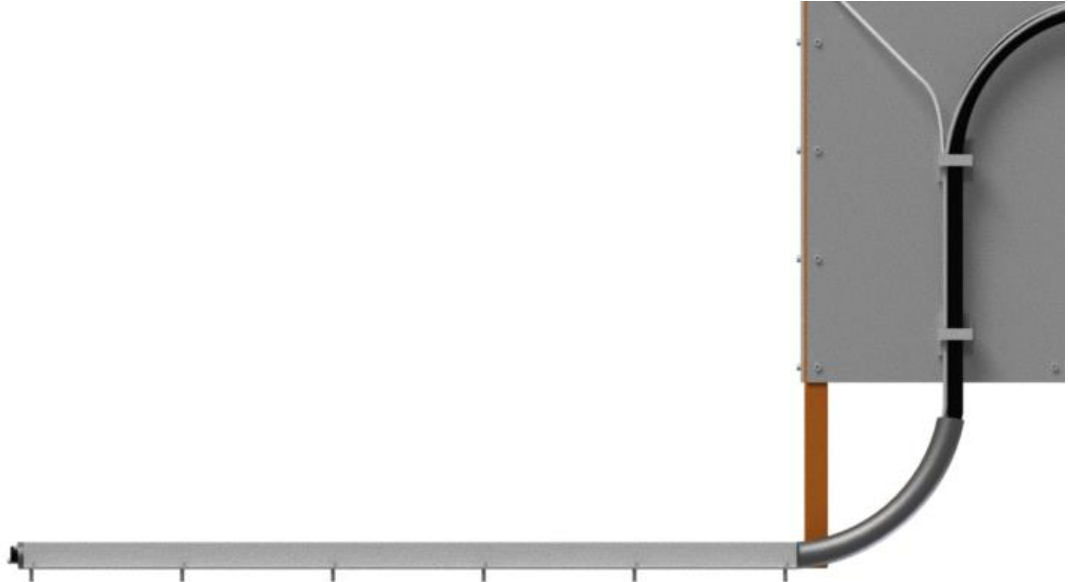
Obr. 39 Upevnění nosné vany osa Y



Obr. 40 Upevnění pohyblivého konce řetězu v ose Y

5.4 Ochrana kabelů mezi rámem a řídicí jednotkou

Kabelový svazek je sveden pomocí vyvazovacích ok k dolnímu konci nohy, kde je protažen ochranou hadicí a ocelovou podlahovou lištou, která je připevněna k podlaze pomocí šroubů M5. Tato podlahová lišta a hadice chrání kabely před mechanickým poškozením.



Obr. 41 Vedení kabelů mezi rámem a řídicí jednotkou

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce byl návrh pohyblivého vedení kabelů pro CNC plazmové řezací centrum.

V teoretické části byla popsána technologie plazmového řezání a konstrukce řetězu pro pohyblivé vedení kabelů.

V praktické části byly vybrány řešení kabelového vedení pro jednotlivé osy pohybu a jejich uložení. Dále byl řešen návrh vedení kabelů mezi plazmovým řezacím strojem a řídicí jednotkou. Podle tohoto návrhu byl vytvořen 3D model plazmové řezačky a výkresy uložení a úprava krytů kabelové vedení. Při konstrukci byly použity díly od firmy Igus. Kompletní návrh konstrukce stroje a kabelového vedení byl vytvořen v konstrukčním softwaru Autodesk Inventor Profesional 2014, včetně výkresové dokumentace.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *What is Plasma?* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:
<http://farside.ph.utexas.edu/teaching/plasma/Plasmahtml/node3.html>
- [2] *Brief History of Plasma Physics* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:
<http://farside.ph.utexas.edu/teaching/plasma/Plasmahtml/node4.html>
- [3] *The life and times of plasma cutting* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:
<http://www.thefabricator.com/article/plasmacutting/the-life-and-times-of-plasma-cutting>
- [4] *Využití plazma v technologii – 1. Díl* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:
<http://www.14220.cz/technologie/vyuziti-plazma-v-technologie-1-dil/>
- [5] *Plasma Cutting - The History of Plasma Cutting* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1061#_Dual_Flow_Plasma
- [6] *Cutting processes - plasma arc cutting - process and equipment considerations* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:
<http://www.twi-global.com/technical-knowledge/job-knowledge/cutting-processes-plasma-arc-cutting-process-and-equipment-considerations-051/>
- [7] HÍŘEŠ Ondrej, HATALA Michal, HLOCH Segrej. *Delenie kovových materiálův okružnou pílou, vodným prúdom a plazmovým oblúkom*. 1. vyd. Jiří Pustina: Ostrava - Poruba 2007. ISBN 978-80-8073-769-6
- [8] MAŇKOVÁ, Ildikó. *Progresívne technologie*. 1. vyd. Košice: Vienala, 2000. 275 s. ISBN 80-7099-430-4.
- [9] *Gas properties* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:
<http://www.kjellberg.de/Cutting-Equipment/Plasma/Plasma-cutting/Used-gases/Gas-properties.html>
- [10] *Dry Plasma Cutting* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:
<http://www.kjellberg.de/Cutting-Equipment/Plasma/Plasma-cutting/Process-variants/Dry-cutting.html>
- [11] *Vodící řetězy* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:
<http://www.schmachtl.cz/vodici-retezy>

[12] *PowerCut 1600* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:

<http://www.hanousek.cz/obchod/svarovaci-stroje/rezani-plazmou-a-plamenem/esab-5.htm>

[13] *Vanad KOMPAKT: CNC plazmový řezací stroj* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné

z: <http://www.vanad.cz/vanad-kompakt>

[14] *Kabelové řetězy* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:

http://www.tme.eu/cz/katalog/kabelove-retezy_100337

[15] *CNCShop.cz: Katalog produktů* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:

<http://www.cncshop.cz/katalog>

[16] *Igus Energy Chain Cable Carrier: Series 250* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:

http://www.igus.de/iPro/iPro_01_0004_0003_USen.htm?C=US&L=en

[17] *Igus Energy Chain Cable Carrier: E2 R100 Energy Tube Cable Carriers product overview* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:

http://www.igus.com/wpck/3518/overview_E2R100

[18] *Vodící řetězy MURRPLASTIK* [online]. [cit. 2015-02-15]. Dostupné z:

<http://www.proelektrotechniky.cz/kabelova-technika/4.php>

[19] *Hypertherm* [online]. [cit. 2011-03-20]. Dostupné z:

<http://hypertherm.com>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CNC Počítačem řízený stroj

NC Číslicově řízený stroj

UV Ultrafialové záření

PC Osobní počítač

mm Milimetr

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Ochranný oděv 1960 [3]	13
Obr. 2 Plazmové řezání [6]	15
Obr. 3 Zařízení pro ruční řezání plazmou [12]	16
Obr. 4 Plazmový řezací stůl [13]	17
Obr. 5 Schéma transferovaného zapojení [8].....	18
Obr. 6 Schéma netransferovaného zapojení [8].....	18
Obr. 7 Součásti plazmového hořáku [19]	20
Obr. 8 Technologické řešení chlazení plazmových hořáků [8]	21
Obr. 9 Schéma konvenčního dělení plazmou [4].....	22
Obr. 10 Schéma dvoj-plynového dělení plazmou [4]	23
Obr. 11 Schéma dělení plazmou s vodní clonou [4].....	23
Obr. 12 Schéma dělení plazmou se vstřikováním vody [4].....	24
Obr. 13 Schéma Hy-definition metody dělení plazmou [4].....	25
Obr. 14 Vodící řetěz [14].....	28
Obr. 15 Uzavřený vodící řetěz [17]	29
Obr. 16 Úložné vany [18]	30
Obr. 17 Řetězové ukončení s ochranou proti vytržení [14].....	30
Obr. 18 Plazmový řezací stroj.....	32
Obr. 19 Rám stroje.....	33
Obr. 20 Vodící tyče.....	33
Obr. 21 Úchyt vodící tyče.....	34
Obr. 22 Rošt řezacího stolu.....	34
Obr. 23 Stávající stav stroje.....	35
Obr. 24 Lineární modul AUROL s rolnou.....	36
Obr. 25 Vedení osy Z.....	37
Obr. 26 Příklady kabelového řetězu s upínáním [15]	38
Obr. 27 E2 medium e-chain [16]	39
Obr. 28 Řez hadicí vedení osa Z.....	39
Obr. 29 Střední čára vedení v ose X pro krajní polohy supportu	40
Obr. 30 Vodící řetěz osa X	40
Obr. 31 Střední čára vedení v ose Y pro krajní polohy supportu	41
Obr. 32 Vodící řetěz osa Y	41

Obr. 33 Upevnění pevného konce řetězu v nosné vaně	42
Obr. 34 Nosná vana osa X	42
Obr. 35 Upevnění nosné vany osa X	43
Obr. 36 Upnutí pohyblivého konce řetězu osa X.....	43
Obr. 37 Profil k upnutí pohyblivého konce řetězu osy Y	44
Obr. 38 Nosná vana osa Y	44
Obr. 39 Upevnění nosné vany osa Y	45
Obr. 40 Upevnění pohyblivého konce řetězu v ose Y	45
Obr. 41 Vedení kabelů mezi rámem a řídicí jednotkou	46

SEZNAM PŘÍLOH

- PI Výkres nosné vany osa X
- PII Výkres nosné vany osa Y
- PIII Výkres držáku vany
- PIV Výkres vany pohyblivého konce osa X
- PV Výkres držáku pohyblivého konce osa Y
- PVI Výkres držáku vany pohyblivého konce
- PVII Výkres úpravy bočního krytu stroje
- PVIII Výkres úpravy zadního krytu Y supportu
- PIX Výkres úpravy bočnice Y supportu
- PX Výkres podpůrné tyče
- PXI Výkres úpravy desky Z supportu
- PXII CD obsahující:
- Bakalářskou práci ve formátu PDF
 - Výkresovou dokumentaci
 - 3D sestavu plazmového řezacího stroje