



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

SVAŘOVÁNÍ SBÍJECÍ HLAVY DŮLNÍHO KOMBAJNU

WELDING HEAD OF THE LONGWALL SHEARER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Karel Adam

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jaroslav Kubíček

BRNO 2018

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Karel Adam**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Strojírenská technologie
Vedoucí práce: **Ing. Jaroslav Kubíček**
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Svařování sbíjecí hlavy důlního kombajnu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Důlní kombajny jsou výkonná zařízení, které odolávají vysokému stupni opotřebení. Při obnově strojního parku jsou tedy prioritním požadavkem náklady na nové zařízení. Práce je zaměřena na optimalizaci výroby hlavy důlního zařízení svařováním.

Cíle bakalářské práce:

1. Charakteristika funkce sbíjecí hlavy důlního kombajnu.
2. Popis stávající technologie svařování a literární studie vhodných metod svařování.
3. Návrh nové technologie svařování a zpracování postupů svařování.
4. Zhodnocení a závěr.

Seznam doporučené literatury:

ASM handbook Welding, brazing, and soldering Volume 6. 10th editon. Materials Park, Ohio: ASM International, 2016. ISBN 978-0871703828.

KOUKAL, Jaroslav a kolektiv autorů. Materiály a jejich svařitelnost: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů. 2., upr. vyd. Ostrava: ZEROSS, 2001. ISBN 80-85771-85-3.

AMBROŽ, Oldřich a kolektiv autorů. Technologie svařování a zařízení. 2., upr. vyd. Ostrava ZEROSS, 2001. ISBN 80-85771-81-0.

TURŇA, Milan. Špeciálne metódy zvarovania, 1vyd. Bratislava: ALFA, 1989. ISBN 80-05-000097-9.

BARTÁK, Jiří a kolektiv autorů. Výroba a aplikované inženýrství ve svařování, 1. vyd. Ostrava: ZEROSS, 2000. ISBN 80-85771-72-1.

ONDREJČEK, Peter. Zváranie ocelí v ochrane plynov taviacou sa elektródou, 1. vyd. Bratislava: ETERNA PRESS, 2003. ISBN 80-968359-5-5.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

ADAM Karel: Svařování sbíjecí hlavy důlního kombajnu

Cílem této bakalářské práce je popis konstrukce a činnosti sbíjecí hlavy důlního kombajnu, zpracování technologického postupu a návrhu úpravy technologie. Sbíjecí orgány jsou vyráběny svařováním, byla vybrána metoda MAG s ochrannou atmosférou tvořenou plynem CORGON 18 (18%CO₂+Ar). Při navýšení pevnosti nožových držáků, z oceli 15 230.3 na 1600MPa a navaření na segment šroubovice z oceli S355J2+N, došlo k praskání těchto držáků za studena. Proověřením celého technologického postupu a provedením výpočtů, byla nalezena chyba. Teplota předehřevu byla příliš nízká, a proto byla zvýšena na výpočtových 270°C spolu s dohřevem po dobu 2 hodin na této teplotě. Součástí práce je i ukázka zkušebního svaru prasklého držáku.

Klíčová slova: rozpojovací orgán, technologie svařování, MAG, technologický postup, WPS

ABSTRACT

ADAM Karel: Welding head of the longwall shearer

The aim of this bachelor thesis is to describe the structure and purpose of the longwall shearer drum to describe the technological process and to design the technology. Shearer heads are made by welding, MAG method with a protective atmosphere of CORGON 18 (18% CO₂ + Ar) was selected. Increasing the strength of the knife holders, made from steel 15 230.3 to 1600MPa and welding to the helical segment of S355J2 + N steel, these clamps cracked cold. An error has been detected by reviewing the entire process and performing calculations. The preheating temperature was too low and was therefore increased to 270 ° C along with the stay for 2 hours at this temperature. Part of the thesis is a sample of the test weld of the rupture holder.

Keywords: shearer drum, welding technology. MAG, technological process, WPS

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ADAM, Karel. *Svařování sbíjecí hlavy důlního kombajnu*. Brno, 2018. 40s, 7 příloh, CD. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Ústav strojírenské technologie, Odbor technologie svařování a povrchových úprav Vedoucí práce Ing. Jaroslav Kubíček.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V dne 25.5.2016

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji Pánům Ing. J. Kubíčkovi jako vedoucímu bakalářské práce, dále pak Ing. M. Zdvořáčkovi za cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce a Bc. K. Šmehilovi za poskytnutí krásných fotografií z důlních děl. Nesmím zapomenout na Pana Bc. V. Kořínka, jenž mi jako trpělivý vedoucí toleroval nepřítomnost v zaměstnání a pomáhal při studiu. Nakonec děkuji svým nejbližším, rodičům a bratrovi za podporu a pomoc v těžkých chvílích.

OBSAH

ZADÁNÍ

ABSTRAKT

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

PODĚKOVÁNÍ

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 ROZPOJOVACÍ ORGÁNY V RÁMCI DŮLNÍHO KOMPLEXU.....	10
1.1 Konstrukce rozpojovacího orgánu [1], [2],	11
2 POPIS STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE SVAŘOVÁNÍ.....	12
2.2 Svar a použitelné technologie svařování	13
2.3 Charakteristika metody MIG/MAG [5], [7], [8], [9].....	14
2.4 Přenos kovu v oblouku [4], [5], [7], [8]	15
2.5 Přidavné materiály [4], [5], [7], [8]	17
3. NÁVRH NOVÉ TECHNOLOGIE SVAŘOVÁNÍ A ZPRACOVÁNÍ POSTUPŮ SVAŘOVÁNÍ.....	18
3.1 Radiální držák.....	18
3.2 Materiály použité pro výrobu	19
4 VÝPOČET TEPLoty PŘEDEHŘEVU [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10]	25
4.1 Výpočet teploty přehřevu pro svařování nelegovaných, jemnozrnných a nízkolegovaných ocelí dle ČSN EN 1011-2 metoda B [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10].....	25
4.2 Dohřev [10]	27
4.3 Ověřovací svár.....	27
5 ZÁVĚR	28
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	29
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	31
SEZNAM OBRÁZKŮ	32
SEZNAM TABULEK	33
SEZNAM PŘÍLOH.....	34

ÚVOD [1], [2], [3], [18]

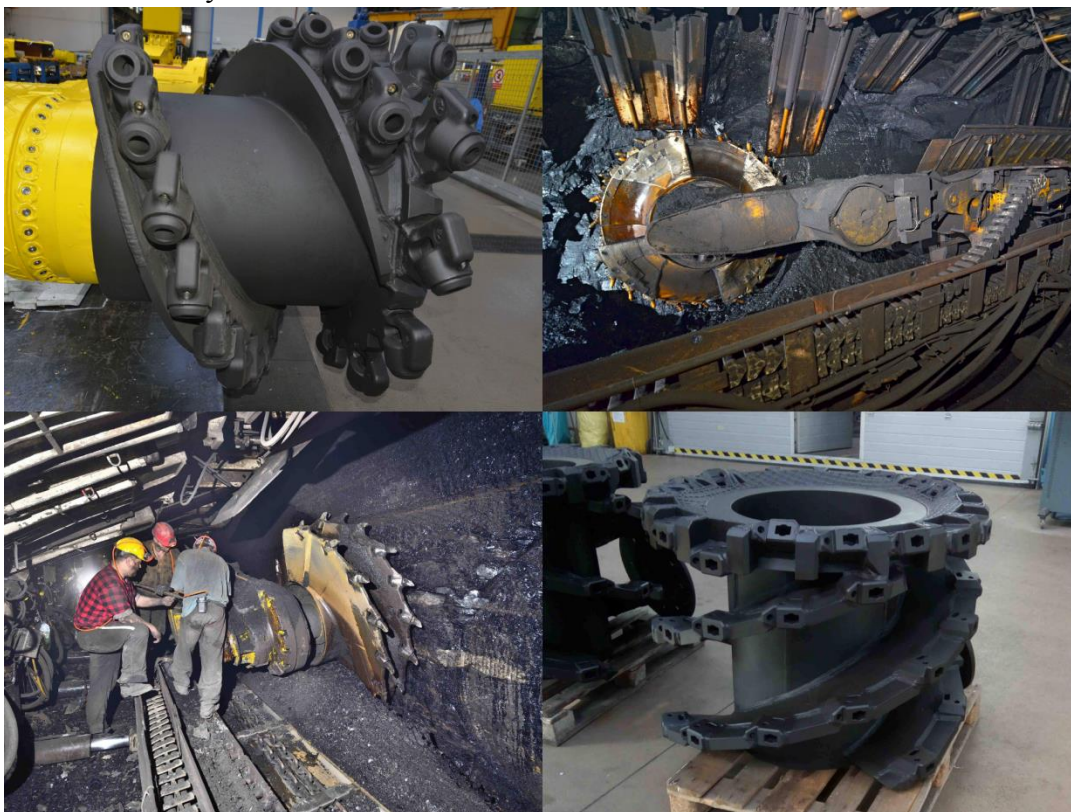
Uhlí je neobnovitelný zdroj tepelné energie, rovněž se využívá jako vstupní surovina pro různá chemická odvětví. Jedná se o hnědočernou až černou hořlavou horninu, která se převážně skládá z uhlíku, vodíku a kyslíku. Obsahuje další příměsi jako je například síra nebo radioaktivní prvky (uran, thorium).

Toto palivo se získává dobýváním v povrchových nebo hlubinných dolech za pomoci příslušné mechanizace.

Při hlubinných dobývkách se uhlí získává pomocí uhelných kombajnů na tzv. dlouhé stěně. Celý porub je vybaven velkým množstvím mechanizace sestávající se z výztuží, hřeblového dopravníku a kombajnu, který pomocí rozpojovacích orgánů rozrušuje horninu a nakládá na hřeblový dopravník (viz. obr. 1).

Tyto sbíjecí orgány jsou hlavní částí kombajnu, významně ovlivňují energetickou efektivitu těžby, a proto jim musí být věnována velká pozornost při výrobě.

V této práci je popsána konstrukce orgánů doplněná o technologicko-výrobní postup vzniku hotového výrobku.



Obrázek 1 Rozpojovací orgány

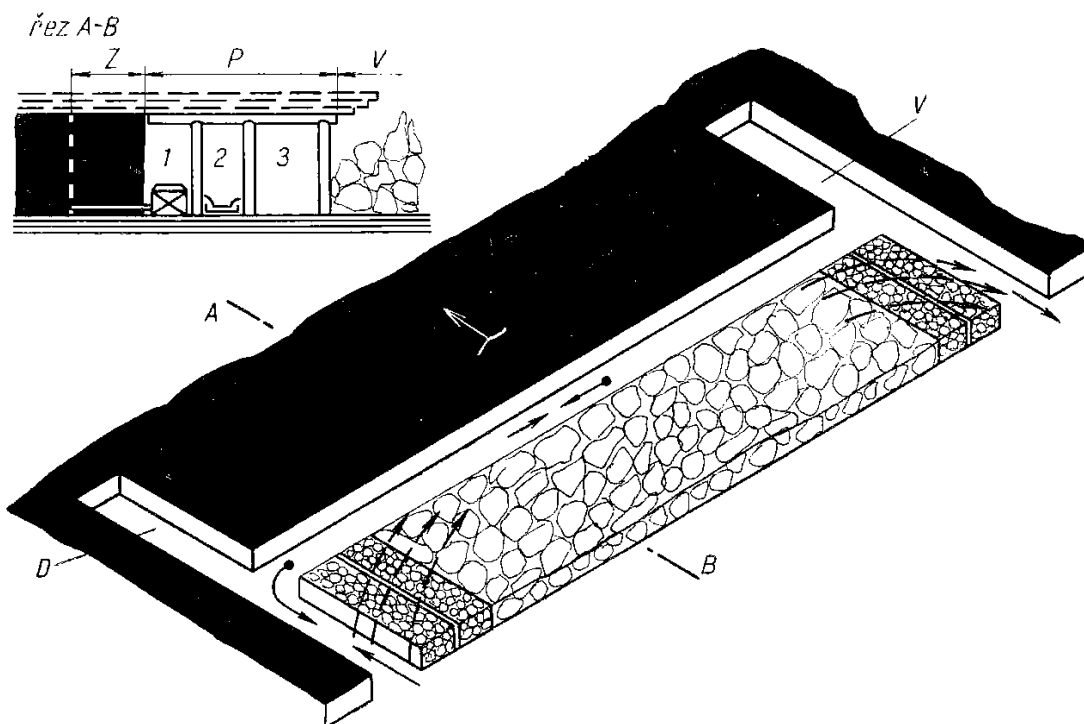
1 ROZPOJOVACÍ ORGÁNY V RÁMCI DŮLNÍHO KOMPLEXU[1], [2], [3], [18]

V současnosti mezi nejčastěji využívané metody dobývání uhlí patří tzv. stěnovní. Při stěnování se dobývá na dlouhém uhelném bloku. Velkou výhodou této metody dobývání je možnost nasazení vysokého stupně mechanizace, zejména pro rozrušování uhelného pilíře, nakládku, přepravu a zpracování rubaniny. Dalšími výhodami jsou: zvýšení rychlosti a plynulosti postupu, možnosti nasazení většího počtu pracovních sil a zlepšení odvětrávání celého důlního díla což s nárůstem výrubnosti zvyšuje bezpečnost dolu a snižuje možnost samovznícení uhlí a uhelného prachu.

- **Stěnový porub**

Porub je místo samotné těžby rubaniny, které je na jedné straně ohraničeno vtažnou chodbou na straně druhé chodbou výdušnou. V těchto chodbách se umísťují podporubová zařízení jako jsou energovlaky, drtiče uhlí, pásový dopravní systém, rovněž zajišťují odvětrání prostoru těžby. Porub je vymezen mezi uhelným pilířem a závalem neboli základkou. Oblast těžby je chráněna mechanizovanými výztužemi, které poskytují prostor pro umístění kombajnu pohybujícím se na hřeblovém dopravníku a lezní uličce sloužící pro chůzi lidí. Soubor všech částí porubu, tj. kombajnu na dopravníku včetně výztuží se po každé dobývací jízdě posune o šířku záběru rozpojovacího orgánu. Na obrázku 2 můžeme vidět schématický náčrtek celého důlního díla, kde:

D – Vtažná chodba V – Výdušná chodba Z – Záběr P – Pracovní prostor
V – Vyrubaný prostor 1 – Ulička pro stroj 2 – Ulička pro dopravník
3 – Lezní ulička



Obrázek 2 Stěnování

1.1 Konstrukce rozpojovacího orgánu [1], [2] , [18]

Hlavním požadavkem na konstrukci rozpojovacích orgánů je schopnost rozrušovat uhelný pilíř a nakládat rozpojenou rubaninu na hřeblový dopravník při dosažení optimální zrnitosti uhlí při minimální spotřebě specifické energie. Na obrázku 3 je popis sbíjecího orgánu a popis jeho částí.

Hlavními konstrukčními částmi sbíjecího orgánu jsou:

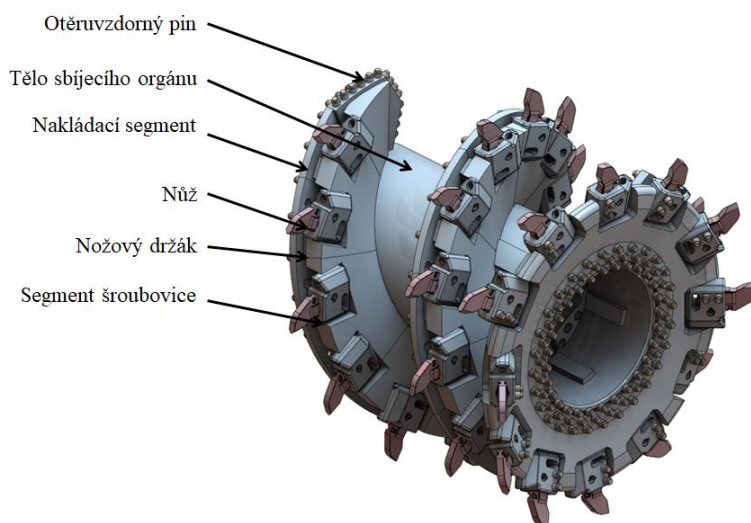
- těleso orgánu
- nožový držák

- Těleso orgánu

Tělesa sbíjecích orgánů bývají zpravidla svařované nebo lité konstrukce. Tělo bývá válcové konstrukce s rozvody skrápěcí vody a vícechodou šroubovicí. Počet chodů šroubovice a její stoupání je určeno více parametry, z nichž nejdůležitějšími jsou: výkon motorů kombajnu, rozpojitelnost masivu a požadovaná zrnitost uhlí. Při navrhování šířky šneku je vhodné, nikoliv nutné, vycházet z unifikované řady. Šířka šneku však musí být spojena s tzv. krokem mechanizované výztuže.

- Nože a nožové držáky

Kombajnový rozpojovací nůž je element bezprostředně působící na rozpojovanou horninu, proto je tak přímo ovlivněna i jeho konstrukce. V této práci zmíním jen dva typy nožů, a to radiální a tangenciální. Půjdu-li od konce, zmíním nejprve nůž tangenciální, který má tu specifickou vlastnost, že se v držáku protáčí vlivem reakce s rubaninou, roste tak jeho životnost. Radiální nůž se v držáku neprotáčí, jeho řezivostní vlastnosti jsou dány geometrií ostří. Ve srovnání s tangenciálním nožem dosahují nižší prašnosti práce avšak za cenu nižší životnosti. K tělesu orgánu jsou nože vázány nožovými držáky. Tyto navazují na rozvody vody a s pomocí trysek pomáhají ochlazovat řezné nástroje současně za snížení prašnosti práce. Základními požadavky na konstrukci držáků jsou zejména tuhost držáku a možnost snadné výměny nože. Vzhledem k principu rozpojování je jasné, že síly vznikající při řezání jsou velmi vysoké, proto jsou polotovarem pro držáky výkovky z legovaných ocelí.



Obrázek 3 Rozpojovací orgán

2 POPIS STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE SVAŘOVÁNÍ [1], [2], [4], [8],[11], [12], [17]

Rozpojovací orgány jsou ve firmě T Machinery a.s. vyráběny svařováním obalenou elektrodou a obráběním na CNC strojích.

Tělo orgánu je složeno z válcového segmentu, který je uvnitř osazen unáščem s otvory.



Obrázek 4 Vypálené drážky

Unášec je v přímém kontaktu s poháněným protikusem umístěným na rameni kombajnu. Jak lze vidět na obrázku číslo 5 na tuto část se navařuje šroubovice složená z jednotlivých segmentů. Tuto fragmentaci límce si vyžaduje skutečnost, že za současného stavu technologických možností nelze vyrábět v jednom kuse. Do límce jsou následně vypáleny kyslíko-acetylenovým plamenem drážky pro nožové držáky. V těchto zářezech jsou na přípravku značeny a vrtány otvory vodního hospodářství směřující od chlazení motorů. Přísun vody musí splňovat požadavek stanoveného průtoku při daném tlaku. Takto



Obrázek 5 Navařená šroubovice

specifikovaný tok je rozstříkván tryskami k ostří nožů a snižuje tak riziko vznícení metanu od jiskry či výbuchu uhelného prachu. Pak přijde na řadu navaření nožových držáků situovaných na otvory tlakovodního hospodářství. Polohy upínačů jsou přesně dány výrobní dokumentací, protože při nepřesném či jinak odlišném umístění dochází k prudkému poklesu rozpojovacích schopností orgánu (na přání vedení firmy T Machinery a. s. není výkres součástí práce). Jak již bylo výše zmíněno, držáky jsou vyráběny z výkovků a u tohoto rozpojovacího orgánu se jedná o držáky radiálních nožů. Na obrázku číslo 4 je vidět připravený prostor pro držáky. Pro zvýšení otěruvzdornosti lze opatřit nakládací stranu závitu plechem HARDOX případně i navařením otěruvzdorných pinů či tvrdonávar.

Vzhledem k sériovosti výrobku (řádově jednotky až desítky ročně) se z ekonomického hlediska nevyplácí užívat odlitků jako polotovaru pro výrobu rozpojovacího orgánu. Proto tuhle cestu nedoporučuji a dále se budu věnovat jen technologii svařování.

2.2 Svar a použitelné technologie svařování [4], [5], [6], [7], [8], [9], [13], [14], [15], [16]

Jako svar se označuje nerozebíratelné spojení dvou nejčastěji kovových materiálů. Spoj vzniká za působení tepla a překročení teploty tavení nebo za působení tlaku, který vyvolává deformaci kontaktních ploch za teplot hluboce pod křivkou likvidu.

Z hlediska tvaru a konstrukce rozpojovacího orgánu připadá v úvahu jen svařování tavné.

- **Plamenové svařování**
Tato metoda spadá principiálně mezi metody tavného svařování, kde zdrojem tepla je redukčně oxidační plamen vznikající spalováním acetylenu a kyslíku. Výhodou metody je její univerzálnost, nezávislost na zdroji elektrické energie a tudíž i mobilita celého zařízení. V dnešní době je tato metoda i přes řadu nesporných výhod zastaralá, překonaná a ekonomicky nevýhodná, což je hlavní důvod k zamítnutí této technologie.



Obrázek 6 Svařování plamenem

- **Svařování WIG**
Metoda svařování netavící se wolframovou elektrodou v inertním plynu je moderní způsob spojování kovů avšak rychlost svařování je příliš nízká nehledě na velikost svarů, která je tak říkajíc zcela mimo možnosti WIG. Z důvodu nízkých výkonů a vysoké ceny svařování je tato metoda příliš nevhodná.



Obrázek 7 Svařování TIG/WIG

- **Ruční svařování obalenou elektrodou**
Základní část obalované elektrody je kovová tyčinka tvořící jádro, na němž je nanášena vrstva struskotvorných přísad. Dle složení může být obal kyselý, bázeický, rutilový, celulózový případně směsný. Touto metodou lze svařovat téměř jakýkoliv materiál v jakýchkoliv polohách. Výsledný svar má poměrně dobré mechanické vlastnosti. Nevýhodou metody je nutnost očistit místo svaru po každém přerušení svařování od zbytků strusky, které pak vytváří nečistoty ve svarovém kovu. Z tohoto důvodu tuto metodu zavrhuji jako příliš pracnou a zdlouhavou.



Obrázek 8 Svařování MIG/MAG

- **MIG/MAG**
Metoda svařování probíhá v inertní nebo aktivní atmosféře tvořené směsí vhodných plynů za současného odtavování kontinuálně podávané elektrody a základního materiálu. Celý proces je téměř bez

strusky, svary není nutno čistit. Díky mechanizovanému podávání přídavného materiálu jsou tak sníženy nároky na zručnost svářeče. Svařování probíhá za proudové intenzity od 30 do 800A z čehož plyne, že lze dosáhnout velmi vysokých výkonů navaření. Svary vznikají za příjemných ekonomických podmínek, myšleno pro naše použití.

Z uvedených metod svařování, všechny jsou to metody tavné, volím metodu MIG/MAG pro její nepřekonatelné výhody, kterým se budu věnovat dále.

Samozřejmě jsou známy i další metody svařování, jako například svařování plněnou elektrodou, svařování pod tavidlem, odporové svařování, svařování třením či výbuchem, ale ty jsem vyloučil pro jejich již z principu nevhodné parametry.

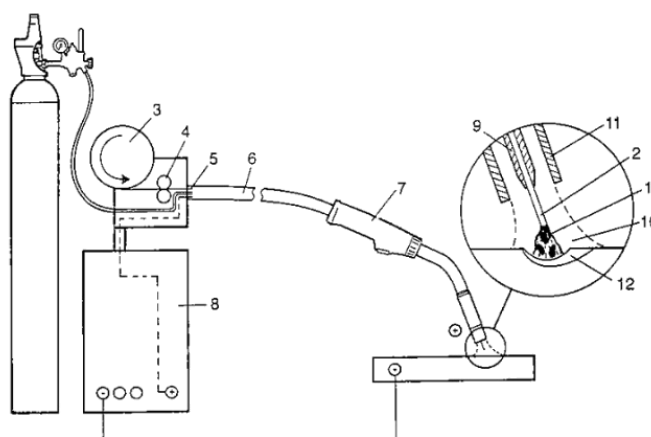
2. 3 Charakteristika metody MIG/MAG [5], [7], [8], [9]

Metoda MIG (metal inert gas) /MAG (metal active gas) je spolu s metodou ruční obalované elektrody světově nejpopulárnějším způsobem svařování kovů. Tuto oblibu má na svědomí široká nabídka jak svařovacích zdrojů, tak přídavných materiálů.

Přídavným materiálem je tzv. nekonečná elektroda tvořená drátem v cívce o hmotnostech od 6 kg po bubny o hmotnostech v řádů stovek kilogramů pro robotizovaná pracoviště výrobních linek průměrech od 0,6mm do 2,4mm s povrchovou úpravou či bez ní a dodává se drát ve formě plněných trubiček s naplní bazickou, rutilovou nebo kovovou.

Pro svařování nelegovaných a nízkolegovaných ocelí se užívá metody MAG, kdy hoří oblouk mezi základním materiálem a elektrodou ve formě drátu, který je současně i přídavným materiálem. Na obrázku 9 je popsáno zařízení pro svařování MAG, kde:

- 1 - elektrický oblouk
- 2 – elektroda
- 3 – cívka s drátem
- 4 – podavač
- 5 – rychloupínací spojka
- 6 – hořákový kabel
- 7 – svařovací hubice
- 8 – proudový zdroj
- 9 – třecí kontakt
- 10 – ochranná atmosféra
- 11 – plynová tryska
- 12 – svarová lázeň.



Obrázek 9 Schéma zařízení

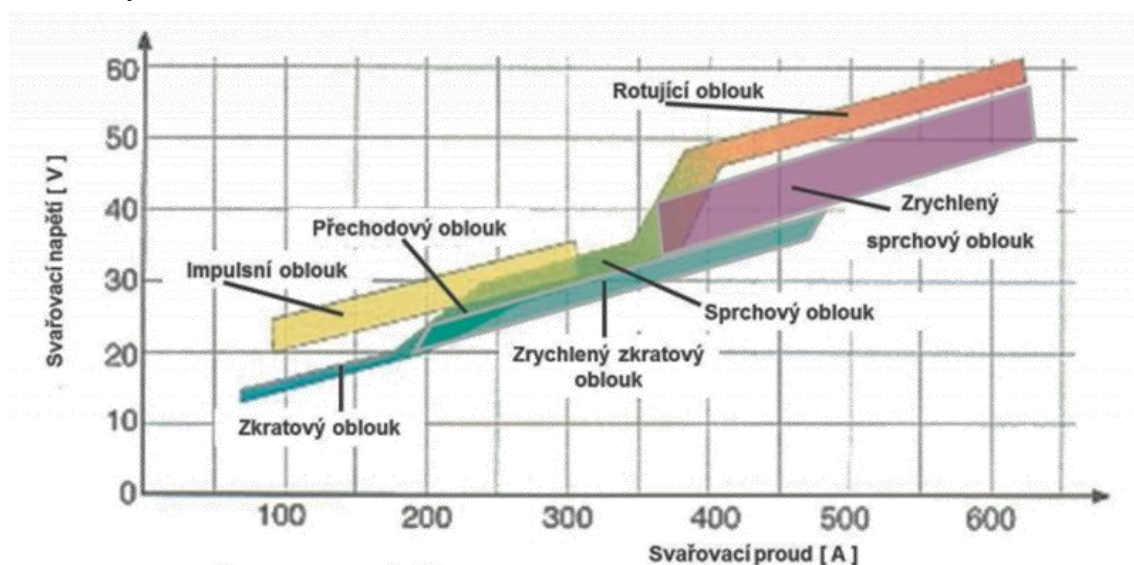
Touto metodou lze dosáhnout proudové hustoty až $600 \text{ A} \times \text{mm}^{-2}$ svařovací proudy s pohybují od 30 A pro plechy o tloušťkách 0,8 mm až po 800 A. Při těchto parametrech se teplota kapek přenášeného kovu pohybuje v závislosti na chemickém složení a parametrech pohybuje od 1700°C do 2100°C . Díky tomu lze dosáhnout velkých výkonů navaření až $150\text{cm} \times \text{min}^{-1}$. Celý proces probíhá v ochranné atmosféře aktivního směsného plynu, jenž má za úkol chránit oblouk, lázeň, elektrodu, kořen a jeho okolí před účinky kyslíku, který naplyňuje svar a způsobuje pórovitost. Ochranný plyn má dopad i na způsob přenosu kovu v oblouku. Tento

vliv bude diskutován dále. Nejčastěji užívaným plynem jsou směsi na bázi argonu nebo hélia. V minulosti se užíval jako ochranný plyn oxid uhličitý, avšak jeho ochranná funkce byla příliš slabá, což byl jeden z důvodů vzniku vodíkových trhlin. V dnešní době se CO_2 mísí s argonem v poměru 18 % CO_2 (CORGON 18), dále jsou známy směsi $\text{Ar}+\text{CO}_2+\text{O}_2$ a $\text{Ar}+\text{O}_2$.

Aktivní plyny, které vstupují do metalurgických procesů probíhajících v tavné lázni mají zejména oxidační charakter, jehož působením je ovlivněn tvar housenky, hloubka závaru, přechod svaru do základního materiálu a čistotu samotného svaru. Rozsah oxidačních reakcí je ovlivněn množstvím disociovaného O_2 v tavenině. S O_2 následně reagují prvky jako např. Fe, Mn a Si. Vzniklý oxid železnatý reaguje s uhlíkem za vzniku CO, který může způsobovat bublinatost svarů. Další dezoxidaci provádí prvky Mn a Si v poměrech 1,5 – 1,8:1. Vzniklá struska má vhodnou tekutost a vyplave na povrchu taveniny.

2. 4 Přenos kovu v oblouku [4], [5], [7], [8]

Jednou ze základních charakteristik metody svařování tavící se elektrodou je právě přenos přídatného materiálu v hořícím oblouku. Způsob přenosu je závislý na technice svařování, ochranném plynu, proudu a napětí. Přenos kovu dělíme na několik typů, které jsou přehledně zobrazeny na obrázku 10.



Obrázek 10 Přenos kovu v oblouku

- Přenos kovu v oblouku:
 - a) Krátký oblouk se zkratovým přenosem
 - b) Krátký oblouk se zrychleným zkratovým přenosem
 - c) Přechodový oblouk s nepravidelnými zkraty
 - d) Dlouhý oblouk se sprchovým přenosem
 - e) Impulsní oblouk
 - f) moderovaný přenos – zrychlený zkratový přenos
 - g) dlouhý oblouk s rotujícím přenosem kovu

- **Krátký oblouk se zkratovým přenosem**
 Zkratový přenos je uplatněn v rozsahu svařovacího proudu 60 – 180 A při napětí 14 až 22V. Při zkratovém přenosu je dosahováno návarů 1 – 3 kg/hod. U běžných svařovacích usměrňovačů dochází k přerušení oblouku zkratem za současného uvolnění části kovu z elektrody. Nastavením nízkého proudu a napětí 25-30V je frekvence kapek malá a rozstřík kovu velký. Snížením napětí roste počet zkratů (150 – 200 za sec) při 14 – 18V. Tento proces je závislý na zkracující se délce oblouku, kdy vlivem posunu se drát přiblíží do zkratu s tavnou lázní dříve, čímž zabrání růstu kapky kovu. Díky povrchovému napětí je kapka kovu rovnoměrně rozptýlena v lázni. U klasických usměrňovačů je při hoření elektrického oblouku drát posunován do lázně a vlivem zkratu zanikne elektrický odpor oblouku a začne exponenciálně růst proud za poklesu napětí. Oddělení kapky při vysoké intenzitě proudu je hlavní příčinou rozstříku kovu. Neustálé zhasínání a zapalování oblouku snižuje tepelně deformační účinek svařování. Tento přenos kovu je proveditelný ve všech druzích ochranné atmosféry.
- **Impulzní oblouk**
 Impulzní přenos kovu je formou bezzkratového přenosu kovu, kdy parametry svařování překrývají oblast sprchového přenosu a přechodového oblouku. Impulzní přenos má pravidelný cyklus daný frekvencí amplitudy impulzního proudu řízeného elektronickou cestou. Základní proud je nízký cca 20 – 50 A. Jeho funkcí je udržet ionizaci sloupce oblouku a tím i vedení proudu. Impulzní proud, který se nastavuje, je tvarově i časově řízený a v jeho konečné fázi amplitudy je tak zajištěno odtavení kapky kovu optimální velikosti. Závislostí frekvence impulzů na proudu se udržuje velikost kapky na téměř konstantní velikosti. Pro nízký proud musí být tedy i frekvence impulzů nízká, tak aby kapka kovu dosáhla optimální velikosti. Šířka impulzů je časově omezená na interval 0,2 až 0,5ms. Obecně se šířka frekvence impulzů pohybuje mezi 25 a 500Hz.
- **Dlouhý oblouk se sprchovým přenosem**
 Sprchový přenos probíhá při proudu od 200 do 500A a napětí 28 až 40V. Tento přenos probíhá v atmosférách bohatých na argon. Sprchový přenos neprobíhá v atmosféře CO₂, protože v tomto plynu působí příliš velké povrchové napětí neumožňující dostatečně malou frakci kapek. Díky ionizaci se nahřívá i špičatý konec drátu, dále má přínos pro tavení přídavného materiálu jeho velký výlet, až 15xprůměr. Účinkem magnetického pole jsou vznikající drobné kapky odtrhávány a urychlovány směrem do svarové lázně. Během celého procesu svařování oblouk nezhasíná, což způsobuje velký přívod tepla do oblasti svaru a zvyšuje tak jeho hloubku závaru. Výkon navaření se pohybuje od 3 do 12 kgxhod⁻¹. Kvůli velikosti svarové lázně je tento přenos využitelný jen ve vodorovných polohách.

2. 5 Přídavné materiály [4], [5], [7], [8]

Svařování metodou MIG / MAG se používá pro spojení ocelí nelegovaných, střednělegovaných, vysokolegovaných i uhlíkových, slitin mědi, hliníku, niklu, pro navařování a tvrdonávary. Tomuto spektru základních materiálů odpovídá široká nabídka přídavných materiálů.

Pro metody svařování tavící se elektrodou se používají přídavné materiálu ve formě drátu plného nebo plněného (trubičky). Přídavný materiál je navinut na drátěných nebo plastových cívkách vyráběných v širokém sortimentu rozměrů a hmotností.

Při přepravě musí být dráty chráněny proti znečištění a oxidaci. Doporučené podmínky skladování jsou teploty nad 10°C a vlhkost do 50%.

- Plné dráty
Jsou dodávány v průměrech od 0,6 do 2,0mm. Jsou hladce tažené a poměděné. Pro tyto dráty platí norma ČSN EN ISO 14341 (055311) Svařovací materiály – Dráty pro obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí v ochranném plynu a jejich svarové kovy – Klasifikace
- Plněné dráty
Plněné elektrody se označují podle normy ČSN EN ISO17632 Svařovací materiály - Plněné elektrody pro obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí s ochranou plynu a bez ochrany plynu – Klasifikace.
Jsou známy následující typy náplní:
 - **Bazická** – svarový kov je pokryt vrstvou strusky obsahující vápenec, fluoridy a oxidy hliníku a kovy alkalických zemin. Bazické náplně mají dobré rafinační účinky na svarový kov. Je tak příznivě ovlivněna vrubová houževnatost a odolnost proti trhlinám při nízkých teplotách.
 - **Rutilová** - svarový kov je pokryt vrstvou strusky, jenž obsahuje převážně TiO₂. Tato struska tuhne rychle a je vhodná pro svařování v polohách, kde pomáhá formovat svar a výrazně zvyšuje rychlost svařování.
 - **Kovová** - svarový kov je bez strusky díky náplni kovového prášku, legujících přísad a prvky stabilizujícími hoření oblouku. Tento typ má vysokou výtěžnost a výsledný svár je bez strusky a rozstřiku.

3. NÁVRH NOVÉ TECHNOLOGIE SVAŘOVÁNÍ A ZPRACOVÁNÍ POSTUPŮ SVAŘOVÁNÍ

Celý proces svařování probíhal bez větších komplikací až do okamžiku, kdy přišel požadavek na zvýšení pevnosti nožových držáků. Výměna materiálu nebyla neodkladně nutná, a proto se přistoupilo k zušlechťování na vyšší pevnosti. Tato operace však později vedla k trhlinám na držácích viz. obr. 11



Obrázek 11 Ukázka trhlin držáků

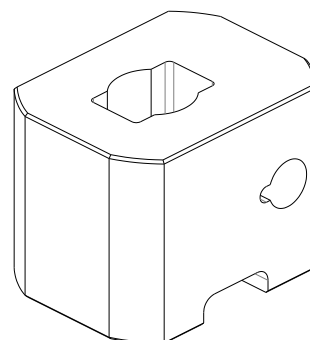
Držáky byly zušlechťovány na pevnost 1 100MPa, čas ukázal, že se držáky vlivem reakce rubaniny a proplátek v ní vymačkávají. Prvním krokem bylo zvýšit zušlechtění na 1 600MPa. Bohužel se tento krok ukázal jako krok nesprávným směrem, protože držáky začaly praskat během chladnutí po svařování. Jeden z důvodů je, že zušlechtěním se materiál tak dostal za své pevnostní hranice, že předehřev pro navaření držáků byl prováděn na nízkou teplotu a po svařování nebyl vřazen dohřev. Poslední dva aspekty jsou dále zahrnuty, je vypočítána potřebná teplota předehřevu a jsou určeny parametry dohřevu.

3. 1 Radiální držák

Polotovarem pro radiální nožový držák je čtyřhranná kovaná tyč o rozměrech 104×70×390. Z této tyče jsou odřezávány bločky. Tyto pokračují do haly obrobny. Polotovár je nejprve hrubován a dokončován na vnější tvar a je vyhrubován otvor pro nůž. Další operací je obražení hran obdélníkového otvoru pro nůž.

Po obrobení je držák tepelně zpracováván, a to zušlechtěním na mez pevnosti $R_m=1600\text{MPa}$. Na obr. 12 je znázorněn tvar držáku.

Jedná se o držák radiálních nožů a je bez zkrápění.



**Obrázek 12 Radiální držák
nože**

3. 2 Materiály použité pro výrobu

Pro svarek byly použity materiály patřící do skupiny zaručeně svařitelných materiálů.

- S355J2+N (1.0553, 11 523)

Tato ocel je vhodná ke svařování všemi běžnými technologiemi. S rostoucí tloušťkou roste riziko trhlin za studena, proto je za takových podmínek vhodné svar předehřívat. Struktura oceli je jemnozrnná s mikrolegováním. Složení oceli se skládá kromě uhlíku z prvků jako jsou např. Mn, Cr, Ni a Mo.

Z tohoto materiálu je sestaveno celé tělo orgánu, čelní límec a šroubovice v tloušťkách 25mm, 50mm a 60mm.

Tabulka 1 Chemické složení oceli S355J2

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo
S355J2+N	0,18	0,35	1,54	0,015	0,004	0,01	0,01	0,01	0,0

- HARDOX 400 (HB 400)

Hardox se v nedávné minulosti objevil na trhu a na mnohé zapůsobil dojmem drahého a luxusního materiálu. Do jisté míry je tohle tvrzení pravdou, protože výrobky od Švédské ocelárny SSAB Oxelösund AB vyčnívají v pevnostních charakteristikách na jiné. Ocel Hardox 400 je známá svojí vysokou pevností, ohybatelností a ořezuvzdorností. Díky nízkému uhlíkovému ekvivalentu je ocel dobře svařitelná s běžnými konstrukčními materiály.

Na rozpojovacích orgánech je Hardox použit na nakládacích segmentech v tloušťce 20mm.

Tabulka 2 Chemické složení oceli HARDOX 400

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	B
HARDOX 400	0,12	0,47	1,35	0,011	0,002	0,07	0,04	0,02	0,002

- 15 230 (1.7361, 32CrMo12)

Tato ocel patřící do skupiny nízkolegovaných materiálů je snad již notoricky známá svými vysokými mechanickými vlastnostmi za příznivých ekonomických podmínek. Materiál je dobře svařitelný vhodný k zušlechťování, povrchovému kalení a nitridování. Díky své prokalitelnosti je vhodná k velkým výkovkům, velmi namáhaným čepům, ozubeným kolům a dalším silně namáhaným strojním součástem.

V případě sbíjecích orgánů je použita ocel pro nožové držáky ve formě tepelně zpracovaných výkovků.

Tabulka 3 Chemické složení oceli 15 230

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo
15 230	0,26	0,26	0,52	0,012	0,005	2,22	0,12	0,2	0,03

- Weld G3Si1

Poměděný drát od firmy ESAB určený pro svařování nelegovaných a nízko legovaných uhlík-manganových konstrukčních ocelí metodou MAG. Weld G3Si1 má širší chemické složení než dráty OK Autrod 12.51 a OK AristoRod 12.50. Použití tohoto drátu je při výrobě ocelových konstrukcí. Je též vhodný

pro svařování koutových a tupých svarů ve všech svařovacích polohách. Lze svařovat jak v atmosféře směsného plynu Ar/CO₂, tak i v čistém CO₂.

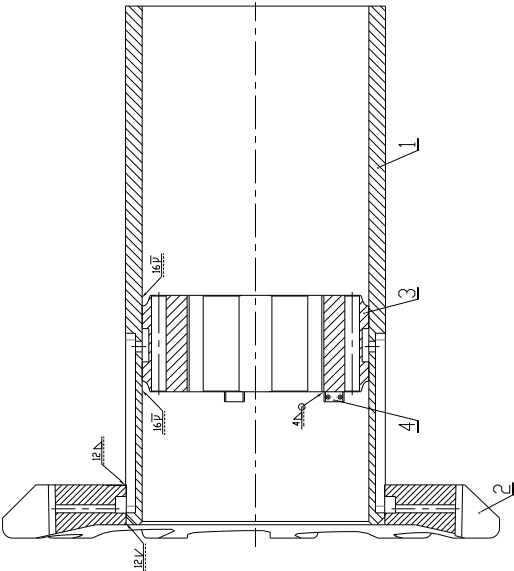
Tabulka 4 Chemické složení Weld G3Si1

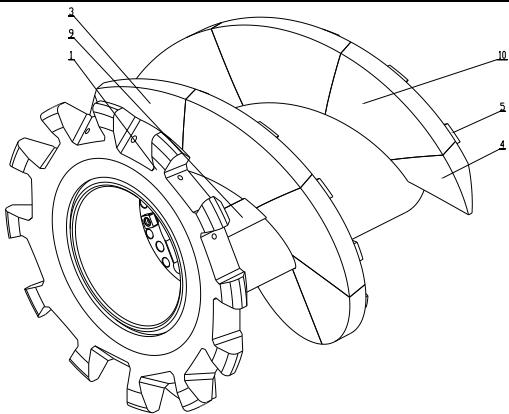
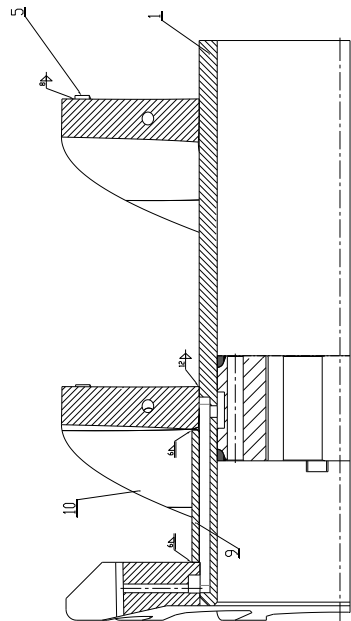
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo
G3Si1	0,077	0,853	1,45	0,011	0,015	0,028	0,013	0,08	0,005

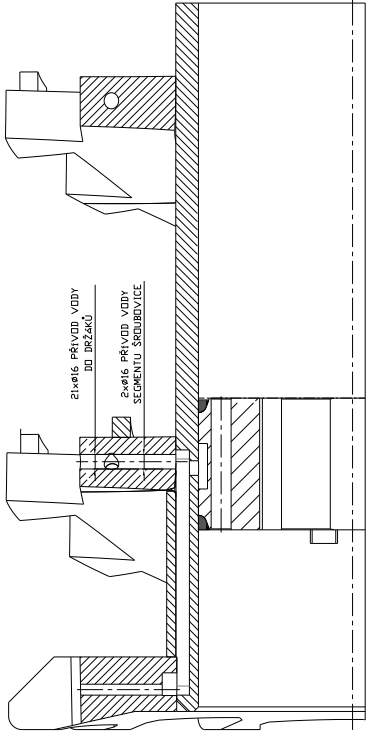
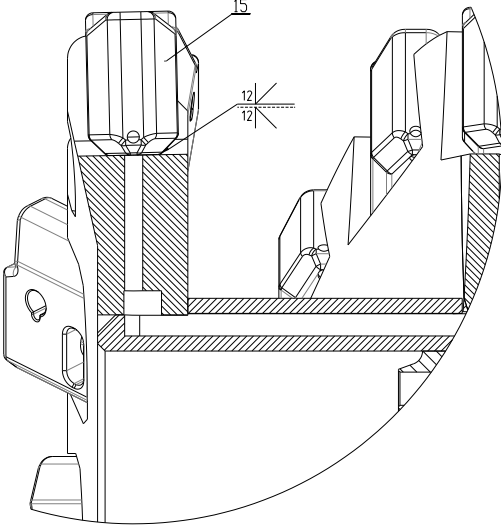
Jak je patrné, materiály jsou zaručeně svařitelné. Pouze u oceli 15 230 bude nutný předehřev. Teplota předehřevu je řešena v kapitole číslo 4 této práce a teplota interpass spolu s parametry svařování je uvedena v příslušných wps v přílohách.

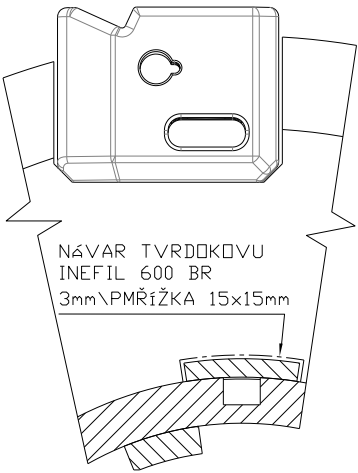
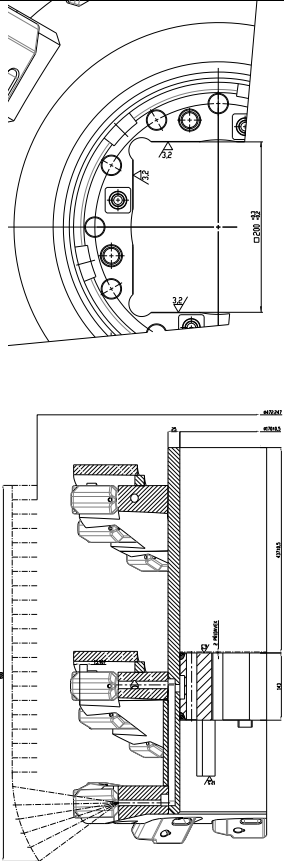
Návrh technologického postupu je popsán v tabulce číslo 4.

Tabulka 5 Návrh technologického postupu svařování

Technologický postup svařování			
Datum: 16. 4. 2018	Vyhotovil: Karel Adam	Název součásti: Sbíjecí orgán	Číslo výkresu:
Operace	Popis činnosti	Podmínky	Vyobrazení
1	Kompletace dílů podle kusovníků Kontrola rozměrů		
2	Kompletace dílů: poz .1 až 4 Provedení svárů dle výkresové dokumentace a příslušných WPS Stehovat, svařit Poz. : 3 a 4 svar koutový a= 4 Zavařit Poz. : 1, 3 a 4 Zavařit	Fronius Transsteel 5000 Drát G3Si1 1,2mm	
3	Provádět průběžnou mezioperační kontrolu Provést vizuální kontrolu	ČSN EN ISO 17637	

4	Orýsovat šroubovici na poz. :1 Stehovat poz. : 3, 4, 5, 9 a 10	Fronius Transsteel 5000 Drát G3Si1 1,2mm	
4	Svařit poz.3, 4, 5 a 10 s poz.1, svar oboustranný koutový a=12mm a V15. Svařit poz.: 9 svarem koutovým a = 6 mm	Fronius Transsteel 5000 Drát G3Si1 1,2mm	
5	Svařenec mezioperačně kontrolovat! Celkově očistit od rozstříku a strusky, příp. svary. Vizuální kontrola svarů.	ČSN EN ISO 17637	

6	Příprava, upnout buben na přípravek, středit - orýsovat polohu otvorů f12 - pro držáky nožů na segmentech šroubovice, podle jednotlivých rovin, označit pro vrtání. Příprava, upnout, středit, vrtat ve šroubovici otvory f12 - 21x (2x průchozí do základní části a 19x do otvoru v segmentu šroubovice) Odjehlit, očistit. Příprava, orýsovat okna držáků nožů, vypálit okna na rozměr 124x65 -21x, obrousit, očistit.	Radiální vrtačka VR8A	
7	Stehovat držáky nožů (poz. 15) - 33x, držáky na čelním kotouči vyklonit dle V svařit poz. 15 svarem 1/2V 12 mm, důkladně vyvařit zápaly po vypalování oken, zabrousit. Dohřev Svařenec mezioperačně kontrolovat! Průběžná kontrola správného nastehování a svaření. Celkově očistit od rozstříku a strusky, příp. svary. Vizuální kontrola svarů.	Předehřev 270 - 300°C, kontrola termokřídou . 270°C/2h Fronius Transsteel 5000 Drát G3Si1 1,2mm ČSN EN ISO 17637	
8	Rozvod vody propláchnou, zazátkovat. Zkoušet tlakem 5 MPa minimálně 10 min. Kontrola tlaku i doby		

12	Orýsovat a navařit tvrdonávarem poz. 9 (2x) - viz. řez A-A, na čelo vyvařit číslo výkresu a výrobní číslo bubnu. Svařenec mezioperačně kontrolovat! Průběžná kontrola správného nastehování a svaření. Celkově očistit od rozstříku a strusky, příp. svary. Vizuální kontrola svarů.	Fronius Transsteel 5000 INEFIL 600BR 1,2mm předehřev 100-120°C kontrola termokřídou ČSN EN ISO 17637	ŘEZ A-A 
13	Příprava, upnout, středit frézovat 4HR 200 +0,3/+0,2 hotově, obrobit Začistit průměr $\varnothing 340 \pm 0,5$ a dosedací plochu pro unašeč (míra $437 \pm 0,5$ mm) Odjehlit, očistit		
14	Příprava, odmastit, celkový nátěr základní - 2x80 mikro email (černá/RAL 9005) - 1x60 mikro, chránit funkční plochy	Rokozink EP S 2399 Rokopur plomat RK 400	

4 VÝPOČET TEPLoty PŘEDEHŘEVU [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10]

Sklon k zakalení tepelně ovlivněné oblasti svarového spoje a svarového kovu ovlivňuje zejména náchylnost svarových spojů k trhlinám za studena. Vznik těchto trhlin je kromě chemického složení materiálu také ovlivněn množstvím difuzního vodíku ve svaru a tloušťkou svařovaných dílů, jinými slovy tuhostí svařence a množstvím vneseného tepla do svarového spoje. Základním technologickým opatřením, mimo jiné, je předehřev svarových spojů, kterým snižujeme riziko studených trhlin. Předehřev především snižuje rychlost ochlazování TOO a zabraňuje tak jejímu zakalení, umožňuje tvorbu struktur vhodnějších pro difuzi vodíku a prodlužuje tak čas pro jeho difuzi, zároveň snižuje gradient teploty ve svaru a snižuje napětí vyvolaná svařováním.

Teplotu předehřevu lze stanovit z diagramů ARA nebo výpočtem podle empirických rovnic. Teploty, na něž budeme podle výpočtu předehřívat platí pro svařování ZM za teplot nad bodem mrazu, pak musíme teploty zvýšit, svařujeme-li v teplotách nižších případně za jinak nestandardních podmínek (vyšší relativní vlhkost, povětrnostní vlivy nebo svařování na montáži).

Měření teploty předehřevu probíhá na straně opačné, než je strana ohřívána, případně na straně místa ohřevu, avšak až v ustáleném stavu tj. ve stanoveném čase po oddálení zdroje tepla. Čas nutný k vyrovnání teploty jsou minimálně 2 minuty na každých 25mm tloušťky základního materiálu. Teploty předehřevu musí být dosaženo v předepsané vzdálenosti v kterémkoliv místě od svarového spoje. ČSN EN ISO 13916 kromě popisu průběhu předehřevů, zná tyto teploty důležité pro správné provedení svaru:

- Teplota interpass T_i – teplota vícevrstvého svaru a přiléhajícího materiálu bezprostředně před další vrstvou sváru. Obecně by teplota interpass neměla překročit teplotu předehřevu.
- Teplota ohřevu T_m – minimální teplota ve svarové oblasti, která musí být udržena v případě přerušení svařování.

4. 1 Výpočet teploty předehřevu pro svařování nelegovaných, jemnozrnných a nízkolegovaných ocelí dle ČSN EN 1011-2 metoda B [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10]

Tuto metodu lze použít pro eliminaci vodíkových trhlin výše zmíněných skupin ocelí tj. skupin ocelí 1 až 4 dle TNI CEN ISO/TR 15608, které splňují podmínky pro výpočet CET uhlíkového ekvivalentu. Výpočet teploty předehřevu se stanovuje výpočtem, zahrnujícím vliv chemického složení oceli, tloušťky materiálu, obsah difuzního vodíku ve sváru, vnitřního napětí a tepelného příkonu. Z toho plyne, že rovnice výpočtu teploty předehřevu vypadá následovně: viz. rovnice číslo 3.2.1

$$T_p = 697 \times CET + 160 \times \tanh\left(\frac{d}{35}\right) + 62 \times HD^{0,35} + (53 \times CET - 32) \times Q_s - 328 \quad (3.3.1)$$

Kde:

T_p	Teplota předehřevu [°C]
CET	Uhlíkový ekvivalent [%]
d	Svařovaná tloušťka [mm]
HD	Množství difuzního vodíku v PM [ml×100g ⁻¹]
Q_s	Tepelný příkon [kJ×mm ⁻¹]

Tento výpočet je vhodný jen pro následující hodnoty parametrů:

$$\begin{aligned} CET &= 0,2 - 0,5\% \\ d &= 10 - 90\text{mm} \\ HD &= 1 - 20 \text{ ml} \times 100\text{g}^{-1} \\ Q_s &= 0,5 - 4,0 \text{ kJ} \times \text{mm}^{-1} \end{aligned}$$

Dále musíme vyjádřit uhlíkový ekvivalent. Viz. rovnice 3.3.2.

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40} \quad (3.3.2)$$

CET Uhlíkový ekvivalent[%]
 $Mn, Mo, Cr,$
 Cu, Ni Procentní zastoupení prvků [%]

Vnesené teplo Q_s je vyjádřeno v rovnici 3.3.3.

$$Q_s = \frac{\mu \times U \times I}{10^3 \times v_s} \quad (3.3.3)$$

Q_s Vnesené teplo [$\text{kJ} \times \text{mm}^{-1}$]
 μ Koeficient účinnosti metody (pro metodu
MAG $\mu=0,8$) [-]
 U Napětí [V]
 I Proud [A]
 v_s Rychlost svařování [$\text{mm} \times \text{s}^{-1}$]

Výpočet je proveden pro ocel 15 230. Další výsledky jsou přehledně uvedeny v tabulce 5.

$$\begin{aligned} CET_{15\ 230} &= C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40} = 0,26 + \frac{0,52 + 0,03}{10} + \frac{2,22 + 0,2}{20} + \frac{0,12}{40} \\ &= 0,439\% \end{aligned}$$

$$Q_s = \frac{\mu \times U \times I}{10^3 \times v_s} = \frac{0,8 \times 35 \times 250}{10^3 \times 5} = 1,4 \text{ kJ} \times \text{mm}^{-1}$$

$$\begin{aligned} T_{p\ 15\ 230} &= 697 \times CET + 160 \times \tanh\left(\frac{d}{35}\right) + 62 \times HD^{0,35} + (53 \times CET - 32) \times Q_s - 328 \\ &= 697 \times 0,439 + 160 \times \tanh\left(\frac{30}{35}\right) + 62 \times 6^{0,35} + (53 \times 0,439 - 32) \times 1,4 - 328 \\ &= 305,983 + 184,8 + 116,077 - 12,226 - 328 \doteq 266,634^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Tabulka 6 Tabulka výsledků

	CET [%]	Q_s [$\text{kJ} \times \text{mm}^{-1}$]	T_p [$^\circ\text{C}$]
15 230	0,439	1,4	266,634
S355J2+N	0,335	0,875	151,728
HARDOX 400	0,265	0,744	41,51

4. 2 Dohřev [10]

Dle normy ČSN EN 1011-2 může být sníženo nebezpečí praskání za studena buď výdrží na minimální teplotě interpass nebo zvýšením teploty na 200 – 300°C ještě před tím, než klesne teplota oblasti svaru pod teplotu interpass. Doba dohřevu je závislá na tloušťce materiálu, přičemž její minimální trvání je 2h.

Z výše uvedených skutečností volím teplotu dohřevu 270°C s výdrží 2h.

4. 3 Ověřovací svar

Na obrázku 12 je ukázka provedení sváru za výše určených podmínek a dolomení držáku. Jedná se o opětovné svaření částí poškozeného nožového držáku za nově určených podmínek tj. teplota předehřevu 270°C a po svaření je svařenec ohříván na 270°C po dobu dvou hodin.

Můžeme vidět, že je svar bez větších optických vad. Správnost tohoto postupu prověří až zkouška v praxi, kdy takto budou svařeny další 2ks rozpojovacích orgánů, protože držák je namáhán i tepelnou dilatací svařených segmentů šroubovice.



Obrázek 13 Svar držáku

5 ZÁVĚR

Jak je patrné, vypočtená teplota přehřevu pro nožový držák z oceli 15 230 je 270°C, respektive můžeme vidět markantní rozdíl vůči předchozí teplotě, jejíž rozsah činil 150 až 200°C což byla klíčová chyba postupu. Vřazuji do postupu též dohřev trvající 2 hodiny při teplotě 270°C, další markantní změnou je výměna metody svařování z MMA na MAG.

Ovšem významný vliv na celkové pnutí má i konstrukce celého orgánu. Stavbu celé hlavy nelze měnit bez rozsáhlých úprav na rameni kombajnu, ne-li na celém kombajnu. Proto změnu konstrukce pro zatím zavrhuji.

Napětíovou situaci by nám mohlo rovněž usnadnit mezioperační žíhání zařazené za krok 4 v tabulce č. 4, tedy za nastehování a navaření segmentů šroubovice.

Samozřejmě samotný svařený držák neukazuje plnou funkčnost postupu. Ukazuje jen, že materiál i za daných pevnostních podmínek, tj. zušlechtěný na 1600MPa, je možné svařit, aniž by došlo k trhlinám za studena nebo jiným vadám v TOO. Více o struktuře materiálu by nám řekla studie mikro a makrostruktury, ale v téhle oblasti je dostatek prostoru pro další diplomovou práci.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ [3]

1. ZAJAC, Oto. *Hlbinné dobývacie stroje a dopravné zariadenia: Vysokošk. učeb. pre banícku fak., odbor Hlbinné dobývanie ložísk a nerastov*. Bratislava: Alfa, 1991. ISBN 80-050-0713-2.
2. FRIES, Jiří. *Dobývací komplexy velmi mocných slojí*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2005. ISBN 80-248-0970-2.2.
3. Stěnování. In: *TĚŽBA A VYUŽITÍ ČERNÉHO UHLÍ* [online]. 2011 [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: <https://tezba-a-vyuziti-cerneho-uhli.webnode.cz/hornictvi/dobывaci-metody/stenovani/>
4. BARTÁK, Jiří. *Výroba a aplikované inženýrství ve svařování: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2000. Svařování. ISBN 80-857-7172-
5. AMBROŽ, Oldřich. *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2001. Svařování. ISBN 80-857-7181-0.
6. KOUKAL, Jaroslav. *Materiály a jejich svařitelnost: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. 2., upr. vyd. Ostrava: ZEROSS, 2001. ISBN 80-857-7185-3.
7. *ASM handbook*. 10th editon. Materials Park, Ohio: ASM International, 2016. ISBN 978-0871703828.
8. KOLEKTIV. *Materiály a jejich chování při svařování: Učební texty pro mezinárodní/evropské svářečské inženýry a technology (I/EWE, I/EWT)*. Ostrava: Český svářečský ústav s.r.o, 2016.
9. KUBÍČEK, J. *TECHNOLOGIE SVAŘOVÁNÍ: Studijní opory pro výuku v kurzech 5TE, ETV, ETVK ÚST, odbor svařování a PÚ* [online]. 2010 [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/svarovani/img/opory/technologie_svarovani_5te_etv_etv-k_kubicek.pdf
10. ČSN EN 1011-2. *Svařování - Doporučení pro svařování kovových materiálů: Část 2: Obloukové svařování feritických ocelí*. Praha: Český normalizační institut, 2002.
11. PTÁČEK, Luděk. *Nauka o materiálu I*. 2., opr. a rozš. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, c2003. ISBN 80-720-4283-1.
12. PTÁČEK, Luděk. *Nauka o materiálu I*. 2., opr. a rozš. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, c2003. ISBN 80-720-4283-1.

13. Přenos kovu v oblouku. In: *Konstrukce.cz* [online]. 2016 [cit. 2018-04-28]. Dostupné z: http://www.konstrukce.cz/PublicFiles/UserFiles/image/K/2016/k516/800x800_siad04.jpg
14. *Svařování metodou MAG/MIG* [online]. In: . [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: https://arbeitsschutz-schweissen.de/blog/wp-content/uploads/2016/04/Fotolia_38965067_S-e1461158764790.jpg
15. Svařování TIG. In: *Millerwelds* [online]. 2017 [cit. 2018-03-14]. Dostupné z: https://www.millerwelds.com/-/media/miller-electric/images/article-images/c/0/e/tig101_feature.jpg?h=410&w=720&la=en&hash=5011E25DD3B5D8692EDF67157B1587F7B64674D5
16. Svařování plamenem: Plamenové svařování automobilové karoserie se svařovacím drátem. In: *Wikipedia* [online]. [cit. 2018-03-14]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Svařování_plamenem#/media/File:Bundesarchiv_B_145_BiId-F078960-0029,_Stuttgart-Untert%C3%BCrkheim,_Mercedes_Autowerk.jpg
17. Weld G3Si1. In: *ESAB* [online]. 2018 [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.esab.cz/cz/cz/products/index.cfm?fuseaction=home.product&productCode=411142&tab=1>
18. DLOUHÝ, Jaromír. *Hlubinné dobývání ložisek I pro studijní obor hornictví a hornická geologie: učebnice pro studijní obor hornictví a hornická geologie, 3.ročník*. 2. opr. vyd. Praha: SNTL, 1989. ISBN 80-030-0033-5.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Označení	Legenda	Jednotka
CET	Uhlíkový ekvivalent	[%]
d	Svařovaná tloušťka	[mm]
HD	Množství difuzního vodíku	[%]
I	Proud	[A]
MAG	Metal inert gas (svařování tavící se elektrodou v ochranném plynu)	[-]
MMA	Manual metal arc (svařování ruční obalenou elektrodou)	[-]
Q _s	Tepelný příkon	[kJ×mm ⁻¹]
T ₁	Teplota Interpass	[°C]
T _p	Teplota předehřevu	[°C]
T _m	Teplota ohřevu	[°C]
U	Napětí	[V]
TOO	Tepelně ovlivněná oblast	[-]
μ	Koeficient účinnosti metody	[-]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Rozpojovací orgány	9
Obrázek 2 Stěnování	10
Obrázek 3 Rozpojovací orgán	11
Obrázek 4 Vypálené drážky	12
Obrázek 5 Navařená šroubovice	12
Obrázek 6 Svařování plamenem	13
Obrázek 7 Svařování TIG/WIG	13
Obrázek 8 Svařování MIG/MAG	13
Obrázek 9 Schéma zařízení MAG	14
Obrázek 10 Přenos kovu v oblouku	15
Obrázek 11 Ukázka trhlin držáků	18
Obrázek 12 Radiální držák nože	18
Obrázek 13 Svar držáku	27

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Chemické složení oceli S355J2.....	19
Tabulka 2 Chemické složení oceli HARDOX 400	19
Tabulka 3 Chemické složení oceli 15 230	19
Tabulka 4 Chemické složení Weld G3Si1	20
Tabulka 5 Návrh technologického postupu svařování	20
Tabulka 6 Tabulka výsledků	26

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Certifikát 3.1 pro HARDOX 400 [18]
Příloha 2	Certifikát 3.1 pro S355J2+N
Příloha 3	Certifikát 3.1 pro návarový drát MEGAFIL A760M 1,2mm
Příloha 4	Certifikát 3.1 pro svařovací drát G3Si1 1,2mm
Příloha 5	WPS_S355_S355
Příloha 6	WPS_S355_HARDOX 400
Příloha 7	WPS_S355_15230
Příloha 7	WPS_15230

SSAB

Seite 1 (1)

Abnahmeprüfzeugnis EN 10 204 - 3.1		A02	Abteilung Qualitätskontrolle	A05	Bestell-Nr. V0026448	A07	Unsere Auftrags-Nr. 10257245-10	A08	Rechnungsnummer	A19	Abnahme-Nr. und Datum 16184254 2016-09-14	SSAB EMEA AB, SE-613 80 OXELÖSUND, Sweden		A01
Besteller Gamma Ocel S.r.o Bratislava 406/4 695 01 Hodonin Czech Republic		A11 52403		Erzeugnisform/Prüfgegenstand Verschleißfestes Blech		B01	Kennzeichnung Markenbez., Hersteller, MATERIAL-ID		B06	Markierung entspr. Kundenwunsch B15				
Quantität B08 1		Abmessungen [mm] D 20 B 2000 L 6000		B09-B11 1884	Masse [kg] 1884		Lieferzustand B04 Q		Interne Referenznummer B16 20838					
Empfänger Gamma Ocel spol S.r.o Bratislava 406/4 Czech Republic		A06 695 01 HODONIN Czech Republic		Lieferbed/Normbez. OX HARDOX 400 Stahlsorte HARDOX 400								B02		
MATERIAL-ID 118578-750325												B07		
Chemische Zusammensetzung														
Schmelze C Si Mn P S Cr Ni Mo B 118578 .12 .47 1.35 .011 .002 .07 .04 .020 .002														
Probenform Härteversuch (HBW)		C04 280439		C00 Fuss		C01 Probenlage		C02 Richtung		C03 Temp [Grad C]		C09 Prüfergebnisse		
												C32 Mw 402		
Empfänger Artikel no: 1832														

		Dieses Abnahmeprüfzeugnis ist hergestellt mit EDP und gültig auch ohne Unterschrift Quality Inspection Department/ R Technemjack / A Backlund		Z02	Es wird bestätigt, dass die Lieferung den Vereinbarungen bei der Bestellung entspricht.		Z01	A22	 www.hardox.com	
---	--	---	--	-----	---	--	-----	-----	---	--

Príloha 2

INSPEKČNÍ CERTIFIKÁT 3.1

EN 10204:2004

INSPECTION CERTIFICATE, ABNAHMEPRÜFZEUGNIS, CERTIFICAT DE RÉCEPTION

VÍTKOVICE STEEL

A01 VÍTKOVICE STEEL, a.s.
Moravská Ostrava Československá 3321/44, ČESKÁ REPUBLIKA
A05 Kontrola jakosti, e-mail: quality.control@vittkovicesteel.com

A03/ Číslo dokumentu, No. N
8048/2018

Z02/ Datum, Date
20.02.2018

Strana, Page, Seite
1/ 2

A06/ Odběratel/příjemce, Customer/consignee, Besteller/Empfänger, Acheteur/destinataire
**T Machinery a.s.
Batovka 1285
696 02
Ratiškovice
CZ**

A08/ Číslo zakázky výrobce, Manufacturer's works order No., Werksauftrag Nr., Num. de la commande de l'usine productrice
975944/2018

A07/ Číslo objednávky odběratele, Purchaser's order No., Kundenbestellnr., Numéro de la commande du client
**139684/002
6180057**

A10/ Advizo č., Advice Note No., Advico Nr., Advico N
155970

B14/Vagin č., Wagon No., Wagon N
5M40164

B13/Šk.hm., Act.mass./st.Masse, Masse eff.
18 840 kg

EN ISO 9001 : TÜV NORD: 04100930144
EN ISO 14001: TÜV NORD: 04104030144
BS OHSAS 18001: TÜV NORD: 04116030144

B01/ Výrobek, Product, Erzeugnis, Produit, B08/ Počet ks, No. of pieces, Stückzahl, B09-B11/Rozměry, Dimensions, Maße, B12/Tvor, Jm., Th, mass, Th, Masse, Masse Th.

50-2000-6000 mm

18 840 kg

4 plechy

B02/ Označení oceli, Steel designation, Stahlbezeichnung
Designation de l'acier
S355J2+N

B04/ Stav výrobku při dodání, Product delivery condition, Lieferzustand des Erzeugnisses, Etat de livraison
+N

B05/ Referenční zprac., Reference treatment of samples, Referenzbehandlung, Traitement de référence des échantillons
+N

Customer's e-mail :
tomsej@tmachinery.cz

B03/ Dodací podmínky, Terms of Delivery, Lieferbedingungen, Conditions de livraison
**EN 10025-2/2004
EN 10029 A/N
EN 10163-2 Tř. A Podsk. 1**

C70		B08/ Počet ks No. of pieces Stückzahl No. de pièces	C00/ Identifik. Identification Identifizierung Identification	Zkouška tahem, Tensile test, Zugversuchtest, Essai de traction										Zkouška rázem v ohybu [J], Impact test [J], Karbschlagversuchtest [J], Essai de résilience [J]				
C01	C02	C03	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23		
				Type	Type	MPa	%											
10656	Y	1	483998	A T	20 C	ReH	A5	377	568	30.9			L	-20	KV ₂	10 133 132 129 131		
10658	Y	2	483880	A T	20 C	ReH	A5	367	555	32.6			L	-20	KV ₂	10 176 161 111 149		
10659	Y	1	483876	A T	20 C	ReH	A5	367	556	31.7			L	-20	KV ₂	10 129 133 126 129		

C71-C82/ Chemické složení [%]

tavba	C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Al	N	Nb	CEV
10656	0.180	1.540	0.350	0.015	0.004	0.010	0.010	0.010	0.000	0.003	0.003	0.038	0.006	0.002	0.44
10658	0.170	1.570	0.350	0.017	0.002	0.010	0.010	0.010	0.000	0.003	0.002	0.040	0.005	0.002	0.44
10659	0.180	1.570	0.370	0.014	0.005	0.010	0.010	0.010	0.000	0.003	0.003	0.045	0.006	0.002	0.45

B07/ Identifikace výrobků

tavba	čís.zk	plechy
10656	483998	330161
10658	483880	330334
		330335
10659	483876	330339

C83/ Značení výrobku, Marking of the product, Kennzeichnung des Erzeugnisses, Marquage du produit, atek, Plech, Tavba, Jakost, Zkouška / Rolled product No., Plate No., Heat No., Quality, Test No., / Získání, Blech, Schmelzen, Qualität, Probe

Radioizotopická aktivita materiálu nepřekročila 100 Bq/kg.
Garance UZ dle EN 10160 pl. st. S1.

A04/ Značka výrobce, Manufacturer's mark, Zeichen des Herstellers, Marque du producteur.



Z02/ Ověření platnosti
Z03/ Razítko zástupce kontroly

C01/ Umístění vzorku, tleska, A - hlava, Top, Kopf, tele, Z - pato, Bottom, Fuss, pied
C02/ Směr zkušebního vzorku: L - podélná, longitudinal, Länge; T - příčná, transverse, quer, transversal
Z - vertikální, vertical, senkrecht
C03/ Zkušební teplota, Test temperature, Prüftemperatur, Température d'essai
C10/ Tvar zkušebního vzorku: P - prizmatický, prismatic, prismatisch, C - cylindrický, cylindric, zylindrisch
C11/ Výrazná nebo smíšená mez kluzu, Yield or proof strength, Strefe oder Dehngrenze, Limite d'élasticité
C12/ Mez pevnosti v tahu, Tensile strength, Zugfestigkeit, Résistance à la traction
C13/ Táhlost, Elongation after fracture, Bruchdehnung, Allongement après rupture
C40/ Tvar zkušebního tleska, C41/Šířka zkušebního tleska, C42/Jednotlivé hodnoty, C43/ Střední hodnota
C70/ Způsob výroby oceli, Steelmaking process, Stahlherstellungverfahren, Mode d'élaboration de l'acier, Y = BO

200-FB3

VÍTKOVICE STEEL

MIROSLAV SITKOVÁ
Independent authorized agent
unabhängiger berechtigter Vertreter
nezávislý oprávněný zástupce

Závodní zámec / Abnahmebeauftragte des Herstellers /
Works Inspector / L'expert de l'usine

Příloha 3

ITW Welding GmbH Spechtal 1a, D-67317 Altleiningen www.itw-welding.de		Abnahmeprüfzeugnis / Inspection certificate EN 10204 Type 3.1		Doc-Nr. MPA 766M / 3.1 / M / Rev.6											
Lieferscheinnr. / Delivery note no.	76538	Kunde / Customer:	Wirpo s.r.o. "CT PARK" Skrabárenská 518/16 - Hala B8 CZ - 617 00 Brno 512 kg												
Auftragsnr. / Order no.	20170433	Kunde / Customer:	(Auszufüllen durch Händler) (To be filled in by distributor)												
Drahttyp / Type:	MEGAFIL A 760 M	Stromstärke / Current: $\pm$ DCEP	240	A											
Abmessung / Diameter Ø:	1.2 mm 0.045"	Spannung / Voltage:	26,5	V											
Charge / Batch:	077654	Schweißgeschw. / Welding speed:	30-35	cm/min											
Normbezeichnung / Specification:	T Z Fe2	Schutzgas / Shielding gas:	M21(82/18)												
DIN EN 14700:		Schutzgasmenge / Flow rate:	15	l/min											
		Freies Drahtende / Stick out:	20	mm											
		Position:	PA (1G)												
		Zwischenlagentemp. / Interpass temp.:	100	°C	212 °F										
Prüfverfahren / Test methods															
Chemische Zusammensetzung des reinen Schweißgutes in % / All weld metal chemical composition (%)															
	Analyse / Analysis	C	Si	Mn	B	W	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	V	Ti	Nb	N2
1	Requirement ISO:	0,55	0,68	1,63	0,000	0,013	6,842	0,005	0,619	0,150	0,015	0,016	0,011	0,001	0,045
	Requirement AWS:	0,4 - 1,5		3,00			7,00		4,00						
Härtewerte / Hardness															
2		HRC													
		1	2	3	4	5	Ø								
		61	61	61	61	61	61								
Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig. This document was generated electronically and is valid without signature.						Datum / Date: 01.09.2017 Ersteller / Creator: Geissert									

Příloha 4

ISAF Drahtwerk GmbH
Kiefernweg 4
14775 Beetzsee OT Brielow

Phone: +49 3 381 / 715 008
Fax: +49 3 381 / 715 012
e-mail: isaf.gmbh@antique.com



Page 1 of 1

Abnahmeprüfzeugnis / Product certificate

Zeugnis N°: **Auftrag N°:** **Lieferschein N°:** **Kunde:**
Certificate n°: Order n°: Delivery Note n°: Customer:
ALW53170947-7 41711193 BREVIL Hulin CZ
Tyrsova 421
Datum: **Menge:** **Einheit:**
Date: Quantity: Unit:
12/10/2017 KG
76824 Hulin
CZECH REP.
Bezeichnung: Automag 2 blank
Trade name: Automag 2 blank
Klassifizierung: ISO14341-A-G42-4 M21 35H / G42-3 C1 35H
Classification: AWS A5.18 ER70S-6

Charge / Batch n°:
33555568

Für die von uns gelieferten Schweißzusätze werden die folgenden Eigenschaften bestätigt:
We confirm following properties for the welding filler metals delivered by us:

Chemische Analyse des Produktes / Product chemical analysis (%):

Entsprechend / According to: EN 10204-3.1

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0.066	1.48	0.946	0.008	0.013	0.023	0.013	0.004	0.001	0.03
Ti+Zr	Al								
0.03	0.001								

Mechanische Eigenschaften des Schweißgutes / Weld metal mechanical properties:

Entsprechend / According to: EN 10204-2.2

Wärmebehandlung Heat treatment	Test temp. °C	Streckgrenze Yield Strength R _{0.2} (N/mm²)	Zugfestigkeit Tensile Strength R _m (N/mm²)	Dehnung Elongation A (%)	Härte Hardness HB	Kerbschlagarbeit - Impact strength (Charpy-V)		
						Temp. °C	Joule	Dirch. Average
Unbehandelt as welded	20	425	531	30.8		-20 -40		119 101

Anmerkung: Cu - Einschließlich Kupferbeschichtung (including copper coating)

Remarks:

Diese Abnahmeprüfzeugnis wurde maschinell erstellt und bedarf keiner Unterschrift.

This certificate is printed by computer and needs no signature.

Erstellt von - Issued by: Herzog Sebastian

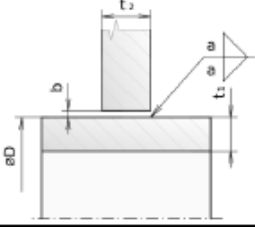
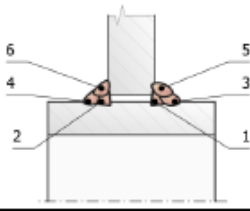
Neubauer Norbert

Qualitätsstelle - Quality Department

Průběh SP-111 07.04.02; zaznam 07.04.02/ P 1

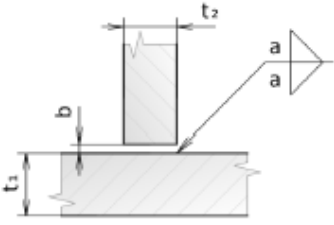
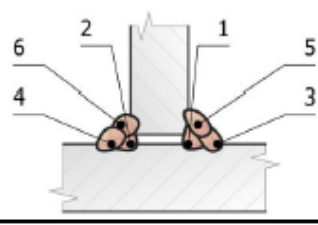
Specifikace postupu svařování
dle ČSN EN ISO15609-1

WPS - ☐ Strana: 1/1
pWPS - ☒ Vydání: 1
Revize: 0

1. Organizace: T MACHINERY a.s.	9. Zkušební organizace: ČSU Ostrava					
 T Machinery a.s.						
2. Místo: Ratíškovice	10. Způsob přípravy úkosu: spalování					
3. Číslo dokladu: 180505_01S355_S355	11. Způsob čištění: Broušení, kartáč					
4. Číslo WPQR:	12. Specifikace základního materiálu: PL 50,0 CR ISO 15608: sk. 1.2 (S355J2+N) Specifikace základního materiálu: TR 390x25 CR ISO 15608: sk. 1.2 (S355J2+N)					
5. Kvalifikace svařeče: EN ISO 9606-1 pro: EN15085, EN1090, PED-2014/68	13. Svařovaná tloušťka t_1/t_2 [mm]: $t = 25/50$					
6. Metoda svařování: 135	14. Svařovaný průměr D_1/D_2 [mm]: $D = -$					
7. Druh a rozměr svaru: FW - (a=12)	15. Poloha svařování: PB - EN ISO 6947					
8. Příprava svar. Ploch: EN ISO 9692-1						
16. Tvar Spoje	17. Rozměry					
	a [mm] 12 b [mm] 2 c [mm] - α [°] -					
	18. Postup svařování					
						
19. Parametry svařování						
- Svarová housenka	1	2	3	4	5	6
- Metoda svařování	135	135	135	135	135	135
- Průměr příd. mat. [mm]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
- Svařovací proud [A]	240-250	240-250	250-260	250-260	250-260	250-260
- Svařovací napětí [V]	30-31	30-31	30-31	30-31	30-31	30-31
- Druh proudu a polarita	= +	= +	= +	= +	= +	= +
- Rychl. pod. drátu [m/min]	-	-	-	-	-	-
- Rychlost svařování [mm/s]	8	8	8	8	8	8
- Tepelný příkon [kJ/mm]	0,775	0,775	0,806	0,806	0,806	0,806
- Přenos svarového kovu	sprchový	sprchový	sprchový	sprchový	sprchový	sprchový
20. Přídavný materiál: EN-ISO14341-A: G3Si1 Označení výrobce: DZW - AUTOMAG 2	30. Rozkvy (šířka housenky) [mm]:		Max 14			
21. Předpis pro sušení: --	31. Údaje pro pulzní svařování:		--			
22. Ochranný plyn / tavítko: ČSN EN ISO 14 175: M21 Označení výrobce: LINDE CORGON 18	-		amplituda:			
- ochrana povrchu [l/min]: 14 - 18	-		frekvence a doba prodlevy:			
- ochrana kořene [l/min]: --	32. Další požadavky:					
23. Údaje o drážkování / podlož. kořene: --	-		Délka oblouku = .. nnn = ..			
24. Teplota předehřevu [°C]: Min 180	33. Stehování:					
25. Interpass teplota [°C]: Max 250	-		Stehy musí být rovnoměrně. Největší odstup mezi stehovacími svary nesmí činit více než 25 x T. Délka stehu musí být min. 25 mm pro ≤ DN 300, 50 mm pro > DN 300			
26. Tepelné zpracování / stárnutí:	-		34. Poznámky:			
- Výdrž, teplota, postup:	34.					
- Rychlost ohřevu a chladnutí:	-					
27. Wolframová elektroda: druh / průměr:	-					
28. Úhel nastavení hořáku:	-					
29. Vzdálenost kontaktní špičky od ZM [mm]: 8 - 12	35. Pověřený sv. dozor při svařování: I					
36. Potvrzení výrobce	37. Potvrzení Zkušební organizací, inspekčním orgánem, Zákazníkem					
T MACHINERY a.s. Baťovka 1285 696 02 Ratíškovice						
- datum, jméno, podpis a razítko svařečského dozoru	-		datum, jméno, podpis a razítko zkušební organizace			

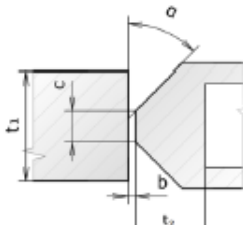
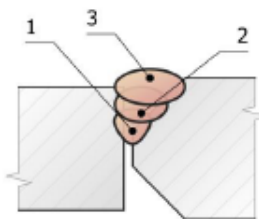
Příloha 6

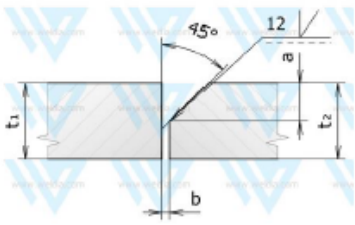
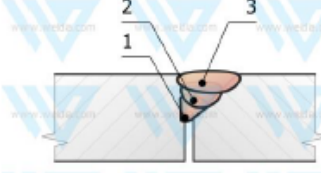
Příloha SJ-TM 07.04.02, záznam 07.04.02/ F1

Specifikace postupu svařování dle ČSN EN ISO 15609-1				WPS ☐ pWPS ☒		Strana : 1/1 Vydání : 1 Revize : 0	
1.	Organizace: T MACHINERY a.s. 			9.	Zkušební organizace: ČSU Ostrava		
2.	Místo:	Ratiškovice		10.	Způsob přípravy úkosu:	spalování	
3.	Číslo dokladu:	180505_01S355_HB400		11.	Způsob čištění:	Broušení, kartáč	
4.	Číslo WPQR:			12.	Specifikace základního materiálu: PL 50,0 CR ISO 15608: sk. 1.2 (S355J2+N)		
5.	Kvalifikace svářeče:	EN ISO 9606-1 pro: EN15085, EN1090, PED-2014/68		12.	Specifikace základního materiálu: PL 20,0 CR ISO 15608: sk. 3.2 (HARDOX 400)		
6.	Metoda svařování:	135		13.	Svařovaná tloušťka t_1/t_2 [mm]:	$t = 50/20$	
7.	Druh a rozměr svaru:	FW – (a=10)		14.	Svařovaný průměr D_1/D_2 [mm]:	D = - -	
8.	Příprava svar. ploch:	EN ISO 9692-1		15.	Poloha svařování:	PB - EN ISO 6947	
16.	Tvar Spoje		17. Rozměry	18.	Postup svařování		
			a [mm] 10 b [mm] 1 c [mm] -- α [°] --				
19.	Parametry svařování						
-	Svarová housenka	1	2	3	4	5	6
-	Metoda svařování	135	135	135	135	135	135
-	Průměr před. mat. [mm]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
-	Svařovací proud [A]	230-240	230-240	260-270	260-270	260-270	260-270
-	Svařovací napětí [V]	30-31	30-31	35-36	35-36	35-36	35-36
-	Druh proudu a polarita	= +	= +	= +	= +	= +	= +
-	Rychl. pod. drátu [m/min]	-	-	-	-	-	-
-	Rychlost svařování [mm/s]	8	8	8	8	8	8
-	Tepečný příkon [kJ/mm]	0,744	0,744	0,972	0,972	0,972	0,972
-	Přenos svarového kovu	sprchový	sprchový	sprchový	sprchový	sprchový	sprchový
20.	Přídavný materiál: Označení výrobce:	EN-ISO14341-A: G3Si1 DZW - AUTOMAG 2		30.	Rozkryv (šířka housenky) [mm]:		Max 20mm
21.	Předpis pro sušení:	--		31.	Údaje pro pulzní svařování :		--
22.	Ochranný plyn / tavidlo: Označení výrobce:	ČSN EN ISO 14 175: M21 LINDE CORGON 18		-	amplituda :		--
-	ochrana povrchu [l/min]:	14 - 16		-	frekvence a doba prodlevy :		--
-	ochrana kořene [l/min]:	--		32.	Další požadavky:		
23.	Údaje o drážkování / podlož. kořene:	--		-	Délka oblouku = .. nnn = ..		
24.	Teplota předehřevu [°C]:	200		33.	Stehování:		
25.	Interpass teplota [°C] :	Max 150		-	Stehy musí být rovnoměrné. Největší odstup mezi stehovacími svary nesmí činit více než 25 x T. Délka stehu musí být min. 25 mm pro ≤ DN 300, 50 mm pro > DN 300		
26.	Teplné zpracování / stárnutí :	--		34.	Poznámky:		
-	Výdrž, teplota, postup :	--		-	--		
-	Rychlost ohřevu a ochladnutí :	--		35.	Pověřený sv. dozor při svařování:		
27.	Wolframová elektroda :	--		I			
28.	Úhel nastavení hořáku :	--		37.	Potvrzení Zkušební organizací, inspekčním orgánem, Zákazníkem		
29.	Vzdálenost kontaktní špičky od ZM [mm]:	8 - 12					
36.	Potvrzení výrobce	T MACHINERY a.s. Baťovka 1285 696 02 Ratiškovice					
-	datum, jméno, podpis a razítko svářečského dozoru			-	datum, jméno, podpis a razítko zkušební orgánu		

Příloha 7

Příloha SJ-TM 07.04.02, záznam 07.04.02/ F1

Specifikace postupu svařování dle ČSN EN ISO15609-1				WPS - ☐ pWPS - ☒		Strana : 1/1 Vydání : 1 Revize : 0		
1.	Organizace: T MACHINERY a.s. 			9.	Zkušební organizace: ČSU Ostrava			
2.	Místo:	Ratiškovice		10.	Způsob přípravy úkosu:	spalování		
3.	Číslo dokladu:	180505_01S355_15230		11.	Způsob čištění:	Broušení, kartáč		
4.	Číslo WPQR:			12.	Specifikace základního materiálu: PL 50,0 CR ISO 15608: sk. 1.2 (S355J2+N)			
5.	Kvalifikace svářeče:	EN ISO 9606-1 pro: EN15085, EN1090, PED-2014/68		13.	Specifikace základního materiálu: PL 30,0 CR ISO 15608: sk. 3.2 (15 230.3)			
6.	Metoda svařování:	135		14.	Svařovaná tloušťka t_1/t_2 [mm]:	t = 50/30		
7.	Druh a rozměr svaru:	BW – (a=12)		15.	Svařovaný průměr D_1/D_2 [mm]:	D = - -		
8.	Příprava svar. ploch:	EN ISO 9892-1		16.	Poloha svařování:	PA+PB - EN ISO 6947		
16.	Tvar Spoje		17.	Rozměry		18. Postup svařování		
		a [mm]						
		b [mm]						2
		c [mm]						46
		α [°]						45
19. Parametry svařování								
-	Svarová housenka	1	2	3	4	5	6	
-	Metoda svařování	135	135	135	-	-	-	
-	Průměr před. mat. [mm]	1,2	1,2	1,2	-	-	-	
-	Svařovací proud [A]	230-240	230-240	260-270	-	-	-	
-	Svařovací napětí [V]	30-31	30-31	35-36	-	-	-	
-	Druh proudu a polarita	= +	= +	= +	-	-	-	
-	Rychl. pod. drátu [m/min]	-	-	-	-	-	-	
-	Rychlost svařování [mm/s]	8	8	8	-	-	-	
-	Teplotný příkon [kJ/mm]	0,744	0,744	0,972	-	-	-	
-	Přenos svarového kovu	sprchový	sprchový	sprchový	-	-	-	
20.	Přídavný materiál:	EN-ISO14341-A: G3Si1		30.	Rozkryv (šířka housenky) [mm]:	Max 14		
	Označení výrobce:	DZW - AUTOMAG 2		31.	Údaje pro pulzní svařování :	- -		
21.	Předpis pro sušení:	- -		-	amplituda :	- -		
22.	Ochranný plyn / tavidlo:	ČSN EN ISO 14 175: M21		-	frekvence a doba prodlevy :	- -		
	Označení výrobce:	LINDE CORGON 18		32.	Další požadavky:			
-	ochrana povrchu [l/min]:	14 - 18		-	Délka oblouku = ..	nnn = ..		
-	ochrana kořene [l/min]:	- -		33.	Stehování:			
23.	Údaje o drážkování / podlož. kořene:	- -		-	Stehy musí být rovnoměrně. Největší odstup mezi stehovacími svary nesmí činit více než 25 x T. Délka stehu musí být min. 25 mm pro $\leq$ DN 300, 50 mm pro $>$ DN 300			
24.	Teplota předehřevu [°C]:	270°C		34.	Poznámky:			
25.	Interpass teplota [°C] :	Min 270°C		-				
26.	Teplotné zpracování / stárnutí :	- -		35.	Pověřený sv. dozor při svařování:			
-	Výdrž, teplota, postup :	Výdrž na 250°C, držet 2 h		37.	Potvrzení Zkušební organizací, inspekčním orgánem, Zákazníkem			
-	Rychlost ohřevu a chlazení :	- -		-				
27.	Wolframová elektroda :	- -		-				
	druh / průměr	- -		-				
28.	Úhel nastavení hořáku :	- -		-				
29.	Vzdálenost kontaktní špičky od ZM [mm]:	8 - 12		-				
36.	Potvrzení výrobce	T MACHINERY a.s. Baťovka 1285 696 02 Ratiškovice		-	datum, jméno, podpis a razítko zkušební orgánu			
-	datum, jméno, podpis a razítko svářečského dozoru			-	datum, jméno, podpis a razítko zkušební orgánu			

Specifikace postupu svařování dle ČSN EN ISO 15609-1						WPS - ☐ pWPS - ☒		Strana : 1/1 Vydání : 1 Revize : 0	
1. Organizace: T MACHINERY a.s. 				9. Zkušební organizace: CSU Ostrava					
2. Místo:		Ratiškovice		10. Způsob přípravy úkosu:		spalování			
3. Číslo dokladu:		180505_01_15230		11. Způsob čištění:		Broušení, kartáč			
4. Číslo WPQR:				12. Specifikace základního materiálu: PL 30,0 CR ISO 15608: sk. 3.2 (15 230.3)					
5. Kvalifikace svářeče:		EN ISO 9806-1 pro: EN15085, EN1090, PED-2014/68		13. Svařovaná tloušťka t ₁ /t ₂ [mm]:		t = 30/30			
6. Metoda svařování:		135		14. Svařovaný průměr D ₁ /D ₂ [mm]:		D = -			
7. Druh a rozměr svaru:		FW – (a=12)		15. Poloha svařování:		PB - EN ISO 6947			
8. Příprava svar. ploch:		EN ISO 9692-1							
16. Tvar Spoje				17. Rozměry		18. Postup svařování			
				a [mm] 12 b [mm] 2 c [mm] -- α [°] --					
19. Parametry svařování									
- Svarová housenka	1	2	3	4	5	6			
- Metoda svařování	135	135	135	-	-	-			
- Průměr příd. mat. [mm]	1,2	1,2	1,2	-	-	-			
- Svařovací proud [A]	240-250	240-250	250-260	-	-	-			
- Svařovací napětí [V]	30-31	30-31	30-31	-	-	-			
- Druh proudu a polarita	= +	= +	= +	-	-	-			
- Rychl. pod. drátu [m/min]	-	-	-	-	-	-			
- Rychlost svařování [mm/s]	7	7	9	-	-	-			
- Tepelný příkon [kJ/mm]	0,886	0,886	0,716	-	-	-			
- Přenos svarového kovu	sprchový	sprchový	sprchový	-	-	-			
20. Přidávaný materiál: Označení výrobce:		EN-ISO14341-A: G3Si1 DZW - AUTOMAG 2		30. Rozkvy (šířka housenky) [mm]:		Max 12			
21. Předpis pro sušení:		-		31. Údaje pro pulzní svařování :		-			
22. Ochraný plyn / tavítko: Označení výrobce:		ČSN EN ISO 14 175: M21 LINDE CORGON 18		-		amplituda :			
- ochrana povrchu [l/min]:		14 - 16		-		frekvence a doba prodlevy :			
- ochrana kořene [l/min]:		-		32. Další požadavky:					
23. Údaje o drážkování / podlož. kořene:		-		-		Délka oblouku = .. nnn = ..			
24. Teplota předehřevu [°C]:		Min 270		33. Stehování:					
25. Interpass teplota [°C] :		Max 250		-		Stehy musí být rovnoměrné. Největší odstup mezi stehovými svary nesmí činit více než 25 x T. Délka stehu musí být min. 25 mm pro ≤ DN 300, 50 mm pro > DN 300			
26. Tepelné zpracování / stárnutí :		-		-		-			
- Výdrž, teplota, postup :				34. Poznámky: Ověřovací svar pro ověření funkčnosti úpravy postupu					
- Rychlost ohřevu a chlazení :		-		-					
27. Wolframová elektroda : druh / průměr		-		-					
28. Uhel nastavení hořáku :		-		-					
29. Vzdálenost kontaktní špičky od ZM [mm]:		8 - 12		35. Pověřený sv. dozor při svařování: I					
36. Potvrzení výrobce				37. Potvrzení Zkušební organizací, inspekčním orgánem, Zákazníkem					
T MACHINERY a.s. Baťovka 1285 696 02 Ratiškovice									
- datum, jméno, podpis a razítko svářečského dozoru				- datum, jméno, podpis a razítko zkušebního orgánu					