



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

VÝROBA MATERIÁLOVÉHO ZÁSOBNÍKU K VYSOKÉ PECI

PRODUCTION OF THE MATERIAL CHAMBER TO A BLAST FURNACE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lubomír Netopil

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marian Sigmund, Ph.D., IWE

BRNO 2022

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Student:	Bc. Lubomír Netopil
Studijní program:	Strojírenská technologie
Studijní obor:	Strojírenská technologie
Vedoucí práce:	Ing. Marian Sigmund, Ph.D., IWE
Akademický rok:	2021/22

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 diplomové práce:

Výroba materiálového zásobníku k vysoké peci

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Materiálové zásobníky vysokých pecí slouží k dávkování vysokopecní vsázky do pece a množství vsázky v zásobnících je kontrolováno kapacitní měřicí sondou. Zásobníky pracují paralelně – když je z jednoho zásobníku vsázka odebírána do vysoké pece, druhý zásobník je plněn pomocí dopravníku. Samotný zásobník je svařovaná součást z materiálu P265GH s vyložení z materiálu otěruvzdorného plechu Dillidur 550 a XAR400. V rámci této práce se tudíž bude řešit prakticky kompletní výroba, včetně svařování a NDT zkoušek a následných povrchových úprav celého materiálového zásobníku.

Cíle diplomové práce:

Vypracovat literární rešerši o daných materiálech a technologiích svařování materiálového zásobníku.

Popsat celý technologický postup výroby materiálového zásobníku.

Zpracovat technologické postupy svařování materiálového zásobníku.

Provést kvalitativní vyhodnocení a NDT zkoušky.

Výsledky vyhodnotit a postup výroby ekonomicky zhodnotit.

Seznam doporučené literatury:

DVOŘÁK, Milan. Technologie II. Vyd. 3., dopl., v Akademickém nakl. CERM 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2683-7.

AMBROŽ, Oldřich. Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů. Ostrava: ZEROSS, 2001. ISBN 80-85771-81-0.

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

BARTÁK, Jiří. Výroba a aplikované inženýrství ve svařování: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů. Ostrava: ZEROSS, 2000. ISBN 80-85771-72-1.

BÖHM, Jiří. Svařovací roboty a manipulátory pro obloukové svařování pod ochrannými plyny. Praha: ČÚV komitétu pro svařování ČSVTS, 1981.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

Ing. Jan Zouhar, Ph.D.
ředitel ústavu

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

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá výrobou materiálového zásobníku. Hlavně je tedy zaměřena na svařování otěruvzdorných materiálů a na svařování oceli na tlakové nádoby metodou FCAW. Tyto materiály jsou podrobně popsány včetně použitých přídavných materiálů, použitých metod svařování a NDT zkoušek ke kontrole kvality spojů v rešeršní části.

V praktické části je pak popsán technologický postup výroby. Následně je zpracován postup svařování otěruvzdorných ocelí a oceli na tlakové nádoby včetně vypracovaných WPS. Dále popsán postup testování nedestruktivními zkouškami vybraných kombinací materiálů s doloženými protokoly ze zkoušek a plánem kontrol a zkoušek. A na závěr provedené technicko-ekonomické vyhodnocení výroby.

Klíčová slova

Materiálový zásobník, svařování, FCAW, otěruvzdorná ocel, nedestruktivní zkoušky,

ABSTRACT

The theses deals with the production of furnace-top hopper. Mainly it is focused on the welding of abrasion-resistant materials and steel for pressure vessels using the FCAW method. These materials are described in detail in the research section, including the additional materials used, the welding methods used and NDT tests used to check the quality of the welds.

The practical part then describes the technological process of production. Subsequently, the procedure of welding of the abrasion-resistant steels and steel for pressure vessels, including the developed WPS, is elaborated. The procedure of testing by non-destructive tests of selected combinations of materials with documented test reports and a plan of inspections and tests is also described. Finally, a technical and economic evaluation of production was performed.

Key words

Furnace-top hopper, welding, FCAW, abrasion-resistant steel, non-destructive testing,

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

NETOPIL, Lubomír. *Výroba materiálového zásobníku k vysoké peci* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/139677>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Marian Sigmund.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Výroba materiálového zásobníku k vysoké peci vypracoval samostatně s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího práce.

V Brně, 20.05.2022

Bc. Lubomír Netopil

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Mariánu Sigmundovi, PhD., IWE za cenné připomínky a rady, které mi poskytl při vypracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Miloslavovi Klvačovi z firmy Energo IPT s.r.o., za rady, informace a materiály poskytnuté k vypracování praktické části diplomové práce. Také bych chtěl poděkovat své rodině za podporu v průběhu celého studia.

OBSAH

ÚVOD	8
1 ROZBOR ZADÁNÍ.....	9
1.1 Charakteristika Vysoké pece	9
1.2 Charakteristika materiálového zásobníku	10
1.3 Představení firmy Třinecké ocelárny a.s.	11
1.4 Představení firmy Energo IPT s.r.o.	12
2 Použité technologie a materiály.....	13
2.1 Použité materiály	13
2.1.1 Ocel pro tlakové nádoby P265GH.....	13
2.1.2 Otěruvzdorná ocel Xar 400.....	14
2.1.3 Otěruvzdorná ocel Durostat 400.....	14
2.1.4 Otěruvzdorná ocel Dillidur 550	15
2.2 Použité přídatné materiály	16
2.2.1 Uhlíková obalovaná elektroda OK 48.00	16
2.2.2 Uhlíkový drát OK ARISTOROD 12.50	16
2.2.3 Plněný drát OUTERSHIELD 71E-H.....	17
2.3 Použité svařovací technologie	18
2.3.1 Obloukové svařování obalovanou elektrodou (metoda 111).....	19
2.3.2 Obloukové svařování v ochranné atmosféře metoda MAG (metoda 135).....	22
2.3.3 Obloukové svařování v ochranné atmosféře metoda FCAW (metoda 136).....	25
2.4 Použité technologie NDT	27
2.4.1 Vizuální kontrola	28
2.4.2 Kapilární zkouška	30
2.4.3 Magnetická prášková zkouška.....	33
2.4.4 Ultrazvuková zkouška	36
3 Technologický postup výroby	40
4 Praktická část.....	45
4.1 Použité svařovací zařízení	45
4.2 Výpočet předehřevu	47
4.2.1 Výpočet uhlíkového ekvivalentu	47
4.2.2 Výpočet vneseného tepla	48
4.2.3 Výpočet teploty předehřevu.....	49
4.3 Svařovací postup	50
4.3.1 WPS pro kombinaci materiálů P265GH/P265GH.....	50
4.3.2 WPS pro kombinaci materiálů DILLIDUR 550 a XAR400/P265GH	51
4.3.3 WPS pro kombinaci materiálů DUROSTAT 400/P265GH	52
4.4 Vyhodnocení NDT zkoušek	53
4.4.1 Vizuální kontrola	54
4.4.2 Kapilární zkouška	54
4.4.3 Zkouška magnetická prášková.....	56
4.4.4 Ultrazvuková zkouška	57
4.4.5 Vyhodnocení NDT zkoušek	58

5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	59
ZÁVĚR.....	61
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	62
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	65
SEZNAM PŘÍLOH.....	66

ÚVOD

V dnešní době spousta věcí co používáme, na denní bázi, obsahuje ocel. Za posledních 100 let vzrostla spotřeba oceli z 28 milionů tun na 1800 milionů tun ročně. V roce 2021 se odhadem světové ocelářské asociace pohybovala světová spotřeba oceli okolo 1890 milionu tun, což představuje nárůst o téměř 5 %. Spotřeba oceli stále roste, proto je potřeba neustále optimalizovat její výrobní proces. Výrobní proces oceli je založen především na výrobě surového železa. To se vyrábí dvěma základními způsoby, a to za pomoci vysokých pecí nebo pecí založených na principu elektrického oblouku. Ve světě je nejrozšířenější způsob výroby pomocí vysokých pecí. Vysoká pec je zařízení, které má na výšku až 40 metrů a je celoročně v nepřetržitém provozu. Z toho vyplývá, že jednotlivé díly tohoto zařízení musí vydržet bez poruchy po dlouhou dobu, protože zastavit a znova najet vysokou pec je proces, který je náročný na čas a hlavně na finanční stránku věci. Proto se jednotlivé díly musí neustále vylepšovat a zvyšovat jejich odolnost. Jedním z takových dílů je i materiálový zásobník, který se nachází na úplném vrcholu vysoké pece. Toto zařízení slouží k dávkování vsázky do vysoké pece. Vsázka je směs železné rudy, manganové rudy, železného šrotu a koksu. Tato směs vytváří na vnitřní část materiálového zásobníku vysoké abrazivní zatížení a to snižuje jeho životnost. Proto se v dnešní době zvolila cesta opláštění vnitřních ploch oteruvzdorným materiálem. Tento materiál je odolný proti tomuto druhu namáhání, ale nese sebou určité zásady jeho zpracování. Jednou takovou zásadou a požadavkem zpracování je maximální teplota ohřevu pohybující se okolo 250°C. Při překročení této teploty materiál ztrácí své oteruvzdorné vlastnosti a to by potom eliminovalo jeho výhody při použití.



Obr. 1 Materiálový zásobník

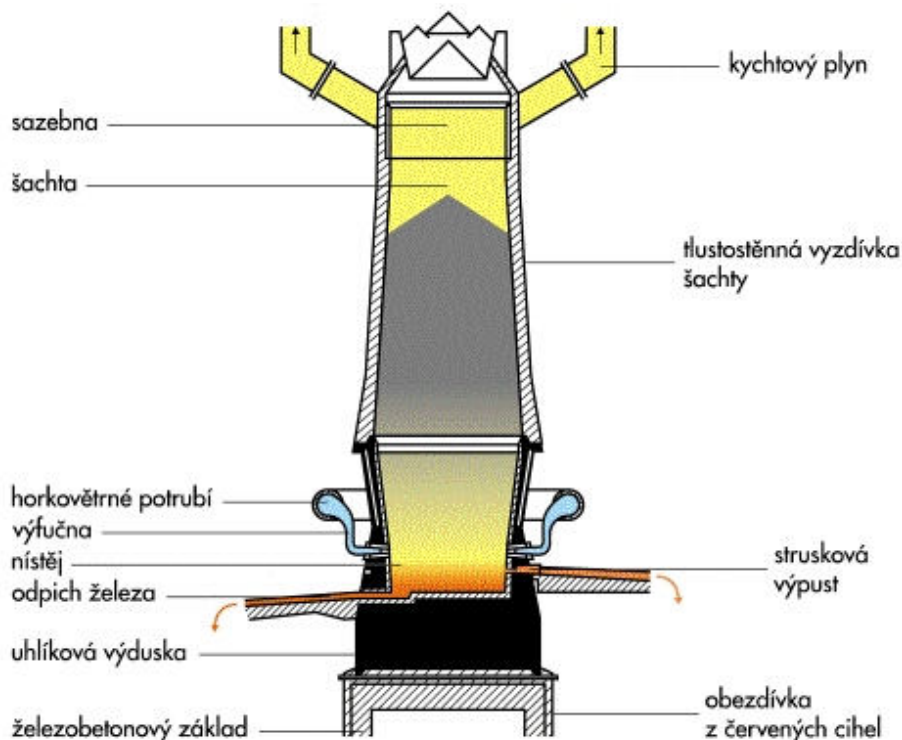
1 ROZBOR ZADÁNÍ

1.1 Charakteristika vysoké pece

V každém odvětví průmyslu lze nalézt produkty z oceli. Hlavní složkou oceli je surové železo. To je vyráběno dvěma způsoby a to vysokopecní kyslíkovou výrobou nebo výrobou pomocí pecí na principu elektrického oblouku. Největší podíl ve výrobě surového železa má vysokopecní kyslíkový princip. Hlavní součástí vysokopecní kyslíkové výroby je vysoká pec. Ta patří mezi typické zařízení pro výrobu surového železa. Její výška se pohybuje mezi 25 až 40 metry. Jsou to zařízení, která jsou nepřetržitě v procesu, který je náročný na vysoké teploty, pracují v široké škále nastavení a tento proces se může snadno vymknout kontrole. Tomu musí odpovídat vhodně zvolený design sekundárních systémů jako například chlazení vysoké pece a vstřikování pomocného paliva. Vysoká pec je zařízení tvořené dvěma komolými kužely spojenými v jejich nejširším bodě, protože tento tvar umožňuje rozpínání vsázky do stran a umožní tak její plynulý sestup do spodní části. [1,2]

Skládá se z několika sekcí [2]:

- hrdlo -skrže které vsypáváme vázku do vysoké pece
- materiálový zásobník -sloužící k dávkování vysokopecní vsázky
- sazebna -potřebná k odvádění vysokopecního plynu a plnění pece
- šachta -nejobjemnější část pece sloužící k předehřívání surovin a rozkladu uhličitánů.
- rozpor -zde se materiál taví a zmenšuje svůj objem
- níštěj -sloužící jako shromáždění roztaveného materiálu a pomocí odpichového otvoru jako odtok, zasahují sem výfučny potřebné k dmýchání horkého větru



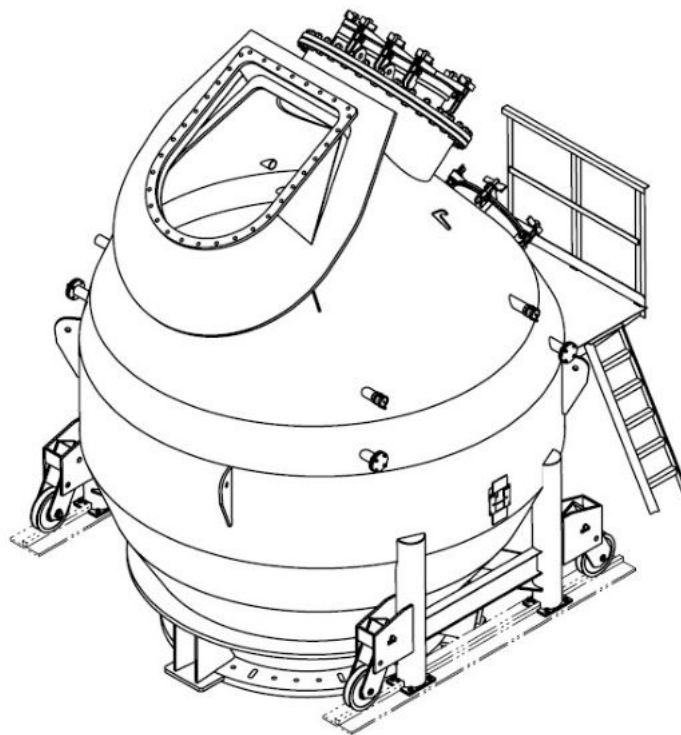
Obr. 2 Schéma vysoké pece [3]

1.2 Charakteristika materiálového zásobníku

Je to zařízení umístěné v horní části vysoké pece. Vyrábějí se jako železobetonové nebo ocelové, přičemž ocelové jsou výhodnější z důvodu snadné rekonstrukce, ceny a prostorové náročnosti. Zařízení slouží k dávkování vsázky do vysoké pece a toto dávkování včetně množství vsázky v zásobnících je kontrolováno měrnou sondou. Vysoká pec je vybavena dvěma materiálovými zásobníky. Ty pracují paralelně a to z důvodu toho, že když je z jednoho vsázka odebírána, tak druhý je ve stejnou chvíli plněn. Plnění probíhá pomocí skipového nebo pásového dopravníku. Pro dopravování vsázky se ve Třineckých ocelárnách používá dopravník skipový. Při konstrukci zásobníku je potřeba brát v potaz složení obsahu, který je vsypáván dovnitř zásobníku. [2,4]

Vsázka, je směs, kterou tvoří několik složek. První složku tvoří železné rudy, manganové rudy a odpadní zbytkové železo. Druhou složkou jsou struskotvorné přísady jako ocelový odpad, okuje a kaly z hutní výroby. Poslední složkou vsázky je palivo v podobě koksu. Struktura vsázky je tvořena tvrdými materiály, které vytváří velké otěrové opotřebení na materiálovém zásobníku. [2,4]

Při jeho konstrukci bylo potřeba zvolit vyzdívkou z otěruvzdorného materiálu, aby se zvýšila životnost součástí. Plášť je tvořen z oceli pro tlakové nádoby, přesněji tedy ocelí P265GH a to z důvodu vystavení vyšší teplotě. Tyto materiály vyžadují také správnou volbu technologických celků, jako výrobní postupy, svařovací technologie a volbu vhodného přídatného materiálu. Stěny materiálového zásobníku musí být dostatečně strmé, aby byl zabezpečený plynulý výtok materiálu do pece. Bývají vybaveny zařízením pro likvidaci případně vytvořené klenby. U železobetonových to bývají otvory pro zasunování tyčí a u ocelových jsou to elektromagnetické vibrátory. Zásobníky bývají také opatřeny teplovodním vyhříváním, které chrání materiál před zamrznutím surovin v průběhu mrazivých období. [2,4]



Obr. 3 Model materiálového zásobníku

1.3 Představení firmy Třinecké železářny a.s.

Byly založeny v roce 1839. První dřevouhelná pec započala svůj provoz v 1839. V roce 1906 se staly nejvýznamnější součástí Báňské a hutní společnosti a z tohoto období také pochází ochranná známka „tři kladiva v kruhu“. Rokem 1929 představoval jejich podíl výroby oceli v Československu 23 % a válcovaného materiálu dokonce 31 %. V průběhu druhé světové války byly Třinecké železářny značně poškozeny a znárodněny. Růst produkce oceli zažil svůj vrchol v 80. letech 20. století, kdy byl brán důraz i na zavádění moderních hutních technologií, jako vybudování kyslíkové konvertorové ocelárny. [5]

Dnes patří mezi podniky s uzavřeným hutním výrobním cyklem. Firma vlastní svoji koksovnu, aglomeraci, vysoké pece, ocelárny, kontilití, válcovny a další hutní druhovýrobu. Za dobu existence železáren prodělal vysokopecní provoz řadu změn. Ke dnešnímu dni je surové železo vyráběno za pomoci dvou vysokých pecí s bezzvonovou sazebnou s kapacitou 2100 tisíc tun ročně. V provozu se také začíná zvyšovat podíl automatizovaného řízení chodu vysokých pecí. Surové železo je převáženo v torpédomišičích do konvertorové ocelárny. Část železa je využita ve slévárnách. Veškerá vysokopecní struska je využita na výrobu granulátu a kameniva. [5]

Třinecká ocelárna je vybavena dvěma 180 tunovými kyslíkovými konvertory, které mají roční kapacitu 2,5 milionu tun ročně. Co se týče koksového průmyslu jsou zde dvě koksárenské baterie o roční kapacitě 700 tisíc tun a pracují pýchovaným provozem s rychlopěchy. Uhlí je dodáváno z nedalekého černouhelného revíru Ostravsko-karvinského revíru. Pro aglomeraci je materiál dodáván v podobě prachové železné rudy z Ukrajiny a Ruska. Výrobní roční kapacita aglomerací je 2,7 milionu tun. [5]

Hlavním programem Třineckých oceláren jsou hlavně dlouhé válcované výrobky jako kolejnice, U a I profily, bloky a další. Dalšími produkty, které dodávají, jsou koksochemické výrobky jako dehet, vysokopecní koks a benzol. Dále se také zabývají produkcí vedlejších hutních produktů jako kovové a kovonosné přísady, umělá hutní kameniva pro silniční stavitelství a granulovaná vysokopecní struska pro stavebnictví. Třinecké ocelárny vyváží své produkty do celého světa. [5]

Tab. 1 Základní parametry vysokých pecí v Třineckých ocelárnách [5]:

Vysoké pece	Č.4	Č.6
Užitečný objem	1373 m ²	
Průměr ništěje	8.2 m	
Způsob zavážení	Skipový výtah a bezzvonová sazebna	
Tlak na sazebně	1,5 barr	
Dmýchaný vítr	150 tis. m ³ /h	
Teplota větru	1150 až 1200 °C	
Počet výfučen	20	
Počet odpichových otvorů	1	
Výrobní kapacita	1200kt/rok	

1.4 Představení firmy Energo IPT s.r.o.

Firma Energo IPT s.r.o. byla založena v roce 1999. Svou aktivní podnikatelskou činnost zahájila v lednu 2000. V těchto dobách získal provozovnu v Měrovicích a zabýval se výrobou hydraulických válců a náhradních dílců pro firmu Zetor s.p.. Roku 1996 až 1997 byly ze stávajících zemědělských objektech vybudovány výrobní haly s novými technologiemi. Rekonstruované prostory jsou vybaveny strojním zařízením na zpracování klasického hutního materiálu. Technické a strojní vybavení firma pravidelně doplňuje a modernizuje. V areálu firmy byly v průběhu let postaveny nové skladovací prostory, nová administrativní budova s kompletním sociálním a technickým zázemím. Při plnění získaných zakázek v oblasti výstavby, montáží i výroby je kladen důraz na včasné plnění dodávek v daném termínu a v dané kvalitě. Proto firma odkoupila další objekt a na tomto místě vybuvovala novou zámečnickou dílnu. V roce 2000 byla firma rozšířena o stavební divizi, která se zabývá pozemním a průmyslovým stavitelstvím.

V současné době firma vyrábí speciální svarky pro energetiku (základové rámy pro turbíny) Hlavním odběratelem patří firma Siemens. Dále se zabývá speciálními energetickými dodávkami kompenzátorů, klapek apod. (Alstom, PSP Engineering a.s.). Firma také poskytuje služby v oblasti rekonstrukcí kotelen včetně potrubních rozvodů (cukrovar TTD Dobruvice a.s., Cukrovar Vrbátky a.s.). Důležitou oblastí, kterou se firma zabývá je výstavba a montáže technologických celků (melasové hospodářství v Litovelská cukrovarna a.s., skipové zavážení a výměna potrubí pro horké plyny v Třinecké železárny a.s.). Stavební divize se v převážném množství zabývá výstavbou skladových hal, rekonstrukcemi a vestavbami stávajících objektů a výstavbami apartmánových domů (Třinecké železárny a.s. Staré město, Agrostav Prostějov a.s.).



Obr. 4 Projekty firmy

2 POUŽITÉ TECHNOLOGIE A MATERIÁLY

2.1 Použité materiály

Otěruvzdorné oceli jsou často vyráběny jako oceli na odlitky, protože u složitějších tvarů se často jiná možnost nedá vzít v úvahu z důvodu obtížné obrobitelnosti. Austenitické manganové oceli jsou určeny pro vysoké měrné tlaky. Obsahují okolo 1,2-1,5 % C a 12-15 % Mn, varianta s 18% Mn je používána pro nejvíce namáhané součásti. Austenitické struktury se dosahuje ohřevem na teploty 980-1100°C a následně co nejrychlejší ochlazení ve vodě. Rychlost tohoto ochlazení musí být dostatečná z důvodu toho, aby se nevyloučilo na hranicích zrna karbidické síťoví. Oceli dobře tepelně zpracované mají tvrdost okolo 200 HB, mez kluzu 400 MPa, při pevnosti 800-900 MPa a tažnosti 35-50 %. Ocel v litém stavu nebo pomalu ochlazená je křehká. Chromové karbidické oceli mají základní struktura tvořenou martenzitem s uloženými karbidy. Tyto oceli obsahují 1,1-1,6% C a 12-28 % Cr. Poměr obsahu uhlíku v porovnání k obsahu chromu má většinou hodnotu 10. Oceli o složení 1,2-1,6 % C a 12-14 % Cr se používá k výrobě mlecích koulí a nástrojů. Na odlévání těles a oběžných kol kalových a bagrovacích čerpadel se používá materiál o obsahu 2,5-3,0 % C a 15-28 % Cr. Tento velmi křehký materiál bývá někdy formálně zařazen mezi oceli jindy mezi legované litiny. [6]

Oceli pro tlakové nádoby, také známé jako kotlové oceli, jsou určeny pro výrobu dlouhých a plochých výrobků používaných pro konstrukci tlakových nádob. Lze sem zahrnout i oceli pro svařované plynové láhve. Tyto materiály mají předepsané zkoušky na chemické složení a mechanické vlastnosti. Výsledky těchto zkoušek jsou uváděny na dokumentech předepsaných v ČSN EURONORM 168. Všeobecné požadavky jsou uvedeny v ČSN EN 10028-1. Tato norma rozděluje oceli pro tlakové nádoby na[6]:

- Svařitelné nelegované a legované oceli pro vyšší teploty
- Normalizačně žíhané jemnozrnné konstrukční oceli vhodné ke svařování
- Oceli legované niklem se zaručenými vlastnostmi při nízkých teplotách

2.1.1 Ocel pro tlakové nádoby P265GH

Materiál P265GH patří mezi nelegované oceli se speciálními vysokoteplotními vlastnostmi. Materiál má dobrou plasticitu, houževnatost a svařitelnost při vysoké teplotě. Písmena v názvu označují vlastnosti a postupy při výrobě. Písmeno „P“ znamená „svařitelný“, „G“ zase „změkčený žíháním“ a „H“ zastupuje „kalený“. V porovnání s materiálem stejného typu P235GH, se materiál vyznačuje podobným chemickým složením, ale vyšší obsah uhlíku a nižší obsahem manganu. Používá se na výrobu tlakových zařízení jako kotle, výměníky tepla, parních potrubí a tlakových nádob. Jeho chemické složení lze využít při výrobě energie, v ropném a plynárenském, petrochemickém a chemickém průmyslu. Dodává se ve vysoké škále polotovaru jako ocelové desky a plechy, trubky, předvalky, bloky a kovové kroužky. [7]

Tab. 2 Chemické složení oceli P265GH v %:

Prvek	C	Si	Mn	P
%	0,15	0,19	1,38	0,015
Prvek	S	Cr	Cu	Ni
%	0,005	0,024	0,047	0,022
Prvek	Mo	Al	Nb	V
%	0,003	0,039	0,017	0,002
Prvek	Ti	N	CA3	CEV
%	0,002	0,005	0,10	0,39

2.1.2 Otěruvzdorná ocel Xar 400

Otěruvzdorný materiál používaný na výrobu součástí přímo vystavených opotřebení. Jsou to součásti strojů na těžbu a převoz zeminy, drtičů, rozmělnovačů a lisů na šrot. Materiál má tvrdost 400HBW a patří mezi jedny z nejpoužívanějších otěruvzdorných materiálů. [8]

Tab. 3 Chemické složení oceli Xar 400 v %:

Prvek	C	Si	Mn	P
%	0,152	0,199	1,310	0,011
Prvek	S	Al	B	Cr
%	0,0005	0,091	0,0023	0,684
Prvek	Cu	Mo	Nb	Ni
%	0,010	0,003	0,024	0,021
Prvek	Ti	V	CEV	CET
%	0,004	0,002	0,51	0,32

Materiál Xar 400 je možno tvářet za studena, ale je potřeba myslet na to, že se zvýšenou tvrdostí klesá tažnost. Můžeme tvářet pomalým a stabilním tempem. Ostré hrany musí být zbaveny otřepů a plechy musí být předehřívány. Žihání ke snížení pnutí nepřichází v úvahu. Obrábění materiálu Xar 400 je možné za podmínek použití destiček ze slinutých karbidů, protože materiál má vysokou tvrdost. Obráběcí stroj musí mít dostatečný výkon, aby poskytoval dostatečnou řeznou rychlost a rychlost posuvu. Nejčastěji se používá řezání kyslíkovým plamenem, ale kvůli zkroucení působením vysoké teploty se u tenkých plechů používá plazmové řezání. Předehřev není potřeba do tloušťky okolo 30 mm. Pokud je teplota plechu pod +5 °C nebo se řezané díly budou dále tvářet lze brát v potaz ohřev, který by neměl překročit 150 °C z důvodu následného praskání součástí. Při svařování, bychom měli brát v potaz nechtěný vodík, který by způsoboval praskání součástí. Svařovací elektrody musí být dostatečně vysušeny a obsah vodíku musí být co nejmenší. Předehřev není požadován za podmínky použití austenitických přídavných materiálů. Pro vysoce zatěžované svary je potřeba použít feritické přídavné materiály a měl by se použít předehřev při svařování materiálů o vyšší tloušťce. Předehřev by neměl přesáhnout hodnotu 250 °C. [8]

2.1.3 Otěruvzdorná ocel Durostat 400

Materiál Durostat 400 dosahuje tvrdosti cca 400 HBW. Ocel je vhodná pro použití při výrobě vysoce namáhaných součástí, u kterých dochází k vysokému otěru. Jsou to součásti jako například drtiče, síta, nakládací zařízení nebo součásti nakládacích automobilů. Materiál dosahuje vysoké tvrdosti díky urychlenému chlazení z válcovací teploty a díky moderní koncepci ocelí s nízkým obsahem uhlíku je zaručená i dobrá svařitelnost. S ohledem na vysokou tvrdost se dá materiál dobře tvarovat za studena. Nevýhodou materiálu je to, že se nesmí zahřívat na teplotu vyšší než 200°C z důvodu zachování tvrdosti. [9]

Tab. 4 Chemické složení oceli Durostat 400 v %:

Prvek	C	Si	Mn	P
%	0,136	0,402	1,49	0,012
Prvek	S	Al	Cr	Mo
%	0,007	0,041	0,49	0,008
Prvek	Ni	Cu	V	Nb
%	0,45	0,012	0,006	0,002
Prvek	Ti	B	CEV	CET
%	0,017	0,0012	0,49	0,31

Plechvy vyrobené z materiálu durostat 400 je možné díky jejich chemickému složení svařovat snadno všemi druhy běžného tavného svařování. TOO je dána na jedné straně chybějícím zakalením oproti kalenému základnímu materiálu a na druhé straně chybějícím popouštěním. Měknutí při popouštění závisí na době chlazení. K vytvrzení vzhledem k čisté martenzitické struktuře nedochází. Předehřev až do tloušťky 6mm není nutný, ale musí platit, že přídavný materiál musí mít správný uhlíkový ekvivalent a plechy musí být čisté, suché a bez nátěru, rzi či okují. Při ručním obloukovém svařování pomocí metody 111, popřípadě metodou 135 má na pevnost vliv úroveň pevnosti zvoleného přídavného materiálu. Při svařování pomocí laserového paprsku a hybridního svařování se vzhledem ke koncentrované expozici energie a rychlému ochlazení dochází ke sníženému měknutí v TOO při popouštění a vyšší úrovni pevnosti svaru. [9]

2.1.4 Otěruvzdorná ocel Dillidur 550

Dillidur 550 je další ze zástupců otěruodolných materiálů s nominální hodnotou tvrdosti 550 HBW. Je nejčastěji používán v oblastech, kde je vyžadovaná vysoká otěruvzdornost jako například těžce zatěžované součásti strojů pro těžení zeminy, drtičů a recykláren. [10]

Tab. 5 Chemické složení oceli Dillidur 550 v %

Prvek	C	Si	Mn	P
%	0,344	0,222	0,738	0,013
Prvek	S	Al	Cu	Mo
%	0,0006	0,031	0,225	0,267
Prvek	Ni	Cr	V	Nb
%	0,361	0,270	0,001	0,022
Prvek	Ti	B	CEV	CET
%	0,013	0,0017	0,60	0,47

Materiál je tvářitelný za studena jen do určitého stupně z důvodu vysoké pevnosti a tvrdosti. Co se týče tváření za tepla, tak kvůli zrychlenému ochlazení z austenitizační teploty, je téměř nemožné tvářet bez ztráty tvrdosti. Tvrdost je možné získat zpět pomocí kalení po tváření, ale nemusí odpovídat původní naměřené tvrdosti. Materiál je možné ohřívat na krátkou dobu na teplotu okolo 250°C bez ztráty původní tvrdosti, což je pro některé procesy tváření dostačující. Pro řezání plamenem je potřeba materiál předehřát na požadovanou teplotu 175°C bez ohledu na tloušťku. Dále je zapotřebí pomalé chlazení, aby nedošlo k praskání způsobeného nechtěným vodíkem. U svařování musí dbát na druh použitého přídavného materiálu a na předehřev. Při použití feritických přídavných materiálů může být problém nežádoucí vodík, takže musíme dbát na to, aby byl jeho obsah co nejmenší, a je třeba dodržet předehřev 150°C. Při použití měkkých austenitických přídavných materiálů je požadovaný

předehřev 50°C. Stejně jako u tváření je potřeba dodržovat pravidlo neohřívání materiálu na více jak 250°C, abychom zamezili ztrátě tvrdosti. U ručního obloukového svařování musí být elektrody dobře vysušeny a budou mít velmi nízkou vlhkost. Materiál Dillidur 550 lze obrábět pomocí destiček ze slinutých karbidů. Před procesem je potřeba se ujistit, že obráběcí stroj je schopny vyvinout dostatečný výkon a řeznou rychlost. [10]

2.2 Použité přídavné materiály

2.2.1 Uhlíková obalovaná elektroda OK 48.00

Tento přídavný materiál patří mezi nejrozšířenější mezi obalovanými elektrodami s bazickým obalem. Používá se pro svařování nelegovaných a nízkolegovaných ocelí jako P235 nebo S235. Dá se použít pro jakoukoli polohu svařování kromě polohy shora dolů, ale dovoluje vysokou rychlost svařování ve svislé poloze zdola nahoru. Obal se sníženou navlhavostí poskytuje houževnatý svarový kov, který je odolný proti praskavosti s nízkým obsahem nežádoucího vodíku a to menším než 5ml/100g svarového kovu, což umožňuje zamezit vzniku studených trhlin. Vyznačuje se vysokou efektivitou, vynikajícími operativními vlastnostmi a kvalitním vzhledem svaru. Oblasti použití jsou[11]:

- Průmyslová a obecná výroba
- Stavebnictví
- Námořní a pobřežní aplikace
- Energetika
- Lehká výroba

Tab. 6 Chemické složení přídavného materiálu OK 48.00 v %:

Prvek	C	Si	Mn	P
%	0,060	0,50	1,10	0,011
Prvek	S	Cr	Cu	Mo
%	0,0010	0,050	0,050	0,010
Prvek	Ni	Nb	V	-
%	0,050	0,010	0,020	-

Klasifikace:

- SFA/AWS A5.1 E7018 H4 R
- EN ISO 2560-A E 42 4 B 42 H5

2.2.2 Uhlíkový drát OK ARISTOROD 12.50

Je to lesklý neboli nepoměděný svařovací drát, který je určen pro svařování většiny běžných nelegovaných konstrukčních ocelí s pevností v tahu do 530 MPa. Používá se pro výrobu ocelových konstrukcí, tlakových nádob a transformací zařízení. Lze ho použít i pro svařování jemnozrnných ocelí s mezí kluzu do 420 MPa. Díky výborným podávacím vlastnostem umožňuje použít vysokoproduktivní metody SAT. Použití pro oceli jako S235/P235 až P420/S420. Lze použít pro jakoukoli svařovací metodu. Ochranné plyny vhodné pro svařování tímto přídavným materiálem jsou[12]:

- C1 (CO₂),
- M20 (Ar + 8% CO₂),
- M21 (Ar + 8-25% CO₂).

Tab. 7 Chemické složení přídatného materiálu ARISTOROD 12.50 v %:

Prvek	C	Si	Mn	P
%	0,080	0,850	1,46	0,013
Prvek	S	Cr	Cu	Mo
%	0,012	0,030	0,070	0,010
Prvek	Ni	Al	V	-
%	0,040	0,004	0,004	-

Klasifikace [12]:

- EN ISO 14341-4: G 3Si1
- EN ISO 14341-4: G 38 3 C1 3Si1
- EN ISO 14341-4: G 42 4 M20 3Si1
- EN ISO 14341-4: G 42 4 M21 3Si1
- SFA/AWS A5.18: ER70S-6
- CSA W48: B-G 49A 3 C1 S6

2.2.3 Plněný drát OUTERSHIELD 71E-H

Typ plněné elektrody na vysoko-kvalitativní svařování v ochranné atmosféře. Elektroda je vhodná pro všechny polohy. Zaručuje vysoký komfort při práci díky výborným charakteristikám a vlastnostem. Dobrá schopnost svařování v různých polohách s vyšším odbavovacím výkonem. Má nízký obsah nechtěného vodíku, a to menší než 5ml/100g. Má také skvělé podávací vlastnosti. Tento přídatný materiál je vhodný pro svařování kořenových přechodů na keramické podložce. Používá se na svařování běžné konstrukční oceli, lodních plechů, ocelolitiny, oceli pro tlakové nádoby a jemnozrnné oceli. Typický ochranný plyn je M21 (Ar + 8-25% CO₂). Typy svařovaných materiálů[13]:

- Konstrukční oceli – S185-355
- Lodní plechy – třída A,B,D, AH32 – EH36
- Ocelolitina – G P 240R
- Trubkový materiál – L210-360
- Oceli na tlakové zařízení – P235GH-P355GH
- Jemnozrnná ocel – S275-420

Tab. 8 Chemické složení přídatného materiálu OUTERSHIELD 71E-H v %:

Prvek	C	Si	Mn	P
%	0,050	0,53	1,50	0,020
Prvek	S	Cr	Ni	Mo
%	0,010	0,020	0,030	0,010
Prvek	Nb	Cu	V	Ti
%	0,020	0,010	0,010	0,050
Prvek	B	N	-	-
%	0,0047	0,0050	-	-

Klasifikace[13]:

- AWS A5.20/A5.20M : E71 T-1M-JH4
- EN 758 : T 46 3 P M 1 H5

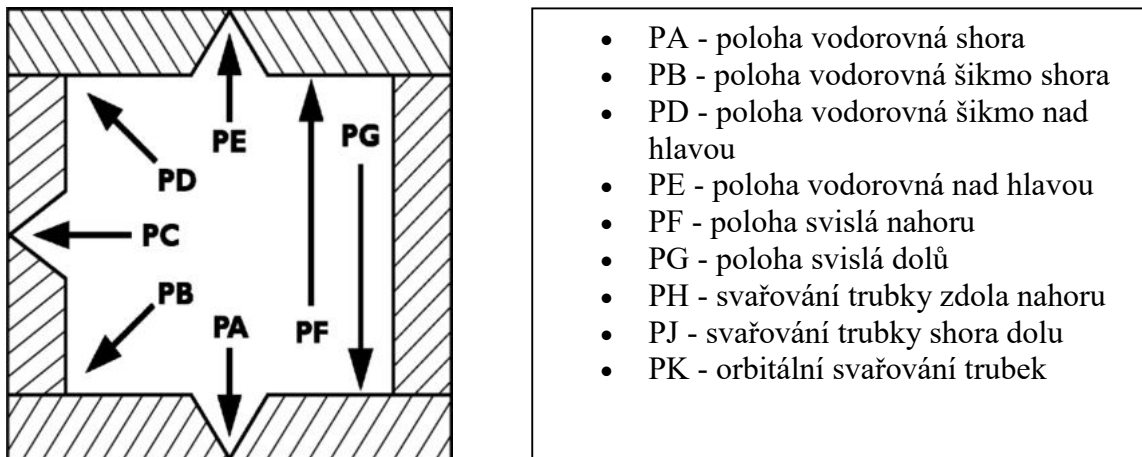
2.3 Použité svařovací technologie

Tento druh spojování materiálu patří mezi nerozebíratelné spoje. Při svařování se materiály dvou dílů spojí do struktury rovnocenné se strukturou samotných dílů, tedy do takzvaného homogenního látkového spojení. Aby došlo k takovému druhu spoje je nutné dostat oba materiály do plastického stavu zahřátím za pomoci například elektrického proudu, tření nebo plazmovým hořákem. Ve většině případů je potřeba použít i přídavný materiál, který složením musí odpovídat svařovanému materiálu. Výhodou tohoto druhu spoje je pevnost a homogenita, které se využívají třeba při výrobě ocelových konstrukcí, konstrukcí z lehkých kovů nebo při výrobě automobilů. [14]

Volba metody svařování je závislá svařovaném materiálu a dalších okolnostech. Podle normy ČSN EN ISO 4063 se metody svařování dělí na[14;15]:

- Svařování elektrickým obloukem
- Svařování plamenem
- Tlakové svařování
- Odporové svařování
- Svařování svazkem paprsků
- Ostatní způsoby svařování

Při konstrukci svaru je potřeba uvést technologii, vzájemnou polohu svařovaných dílů, druh svaru a polohu při svařování. Při popisování svaru je nejdůležitější parametr tloušťka, která odpovídá V svaru a u koutového výšce svaru. Podélné svary s velkým průřezem se vytvářejí postupně z jednotlivých svařových housenek kladených ve vrstvách. [14]



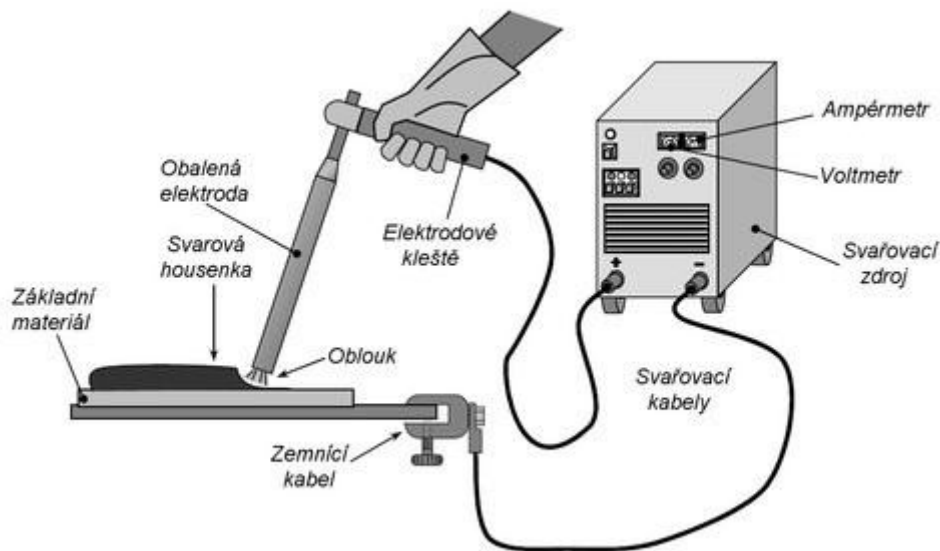
Obr. 5 Schéma svařovacích poloh [16]

Svařování je technologický proces, který vyžaduje svářečský dozor z důvodu důvěryhodnosti, bezpečnosti a spolehlivosti svařovaného výrobku. Dle harmonizovaných norem řady ČSN EN ISO 9000 čl. 4.9 pro systémy a zabezpečení jakosti výrobků, je svařování uváděno jako zvláštní proces. Mezi svářečské práce patří[17]:

- Svařování
- Navařování
- Tepelné dělení
- Žárové nanášení materiálu plazmou
- Pájení materiálů
- Tepelné zpracování pomocí svařovacích zařízení

2.3.1 Obloukové svařování obalovanou elektrodou (metoda 111)

Při této metodě svařování se elektrický oblouk, který je použitý jako zdroj tepla, udržuje mezi materiálem a obalovanou elektrodou, který uzavírá elektrický obvod tvořený zdrojem svářečky, kabelem, dílcem a elektrodou. Tento elektrický oblouk lze charakterizovat jako elektrický výboj hořící za normální teploty a normálního tlaku. Proud je nastavený tak, aby se tavila elektroda a materiál se jen natavoval. Po vychladnutí vzniká materiálový spoj mezi svařovanými díly. Metodu lze použít pro všechny materiály a ve všech polohách. [14;22]



Obr. 6 Sestava svářecího zařízení pro metodu 111 [18]

Technologie svařování obalovanou elektrodou je poměrně jednoduchá z hlediska parametrů svařování a poloh svařování. Svařovací proud lze nastavit podle údajů od výrobce elektrod. Pokud tyto údaje nejsou dostupné, může použít empirických údajů [14;22]:

Kyselý a rutilový obal: $I = (40 \text{ až } 50) \cdot d$

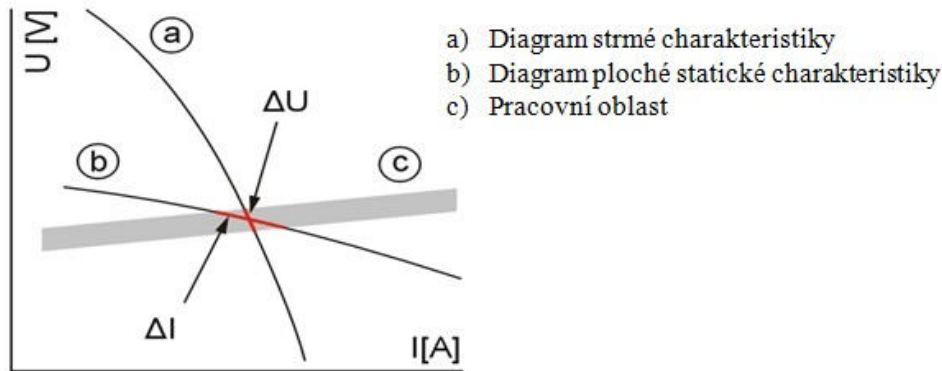
Bazický obal: $I = (35 \text{ až } 50) \cdot d$

I – svařovací proud

d – průměr elektrody

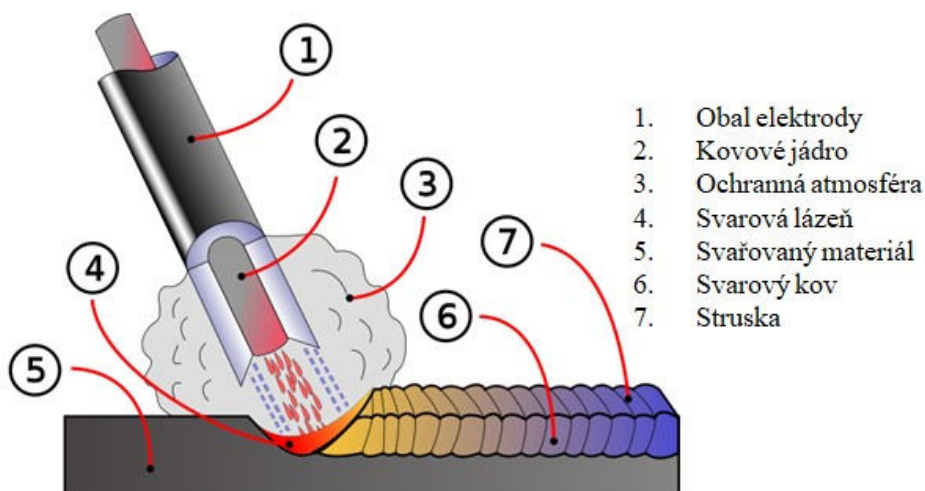
Napětí je dáno statickou charakteristikou elektrického oblouku. Při vedení elektrody je potřeba udržovat mírný sklon, aby nedošlo ke struskovým vměstkům. Délka oblouku je pak přibližně rovna průměru jádra. Zakončování svarové housenky je provedeno tak, že nevznikne staženina v koncovém kráteru. To se provádí zatočením oblouku a odtavením svarového kovu, aby bylo ještě z čeho dosazovat svarový kov a zabránit tak vzniku staženiny. [14;22]

Zdroje svařovacího proudu jsou většinou síťové zdroje, které jsou schopné převést jednofázový 230 V nebo trojfázový 3x400 V proud na stejnosměrný nebo střídavý proud o menší hodnotě napětí. Chování zdroje je možné znázornit charakteristikami závislosti napětí na odebraném proudu, které závisí na typu zdroje. Rozlišujeme závislosti klesající a s konstantním napětím. Proud nastavujeme v závislosti na tloušťce materiálu a průměru elektrody a tomu odpovídá i určitá charakteristika. Průsečík charakteristiky a zatěžovací křivky elektrického odporu je pracovní bod svařování a ten určuje pracovní proud a pracovní napětí. Odpor pak závisí na délce oblouku, kterou určuje pracovník s ohledem na kvalitu svaru. Důležité je zmínit i napětí naprázdno, což je napětí na svorkách bez odběru proudu, tedy bez zatížení. [14;22]



Obr. 7 Charakteristikami závislosti napětí na odebíraném proudu [19]

Obalené elektrody se skládají z jádra a obalu. Svarová housenka je tvořena svařovacím drátem zatímco obal vytváří při tavení plyny, které stabilizují oblouk a chrání svar před přístupem vzduchu. Roztavené zbytky se vyplaví na povrch tavné lázně jako struska, jež slouží jako ochrana svaru před okujemi a rychlým ochlazením způsobující zakalení a vnitřním pnutím, které je vedlejším efektem křehnutí. V obalu se také nachází legující prvky zlepšující vlastnosti svaru. [14;22]



Obr. 8 Schéma obalené elektrody [20]

Označují se alfanumerickým kódem. Označování popisuje ČSN EN 499. Povinnými parametry jsou pevnost v tahu, minimální mez kluzu a minimální tažnost, dále nárazová práce, chemické složení, obal elektrody. Doplňkové informace jsou pak výtěžnost, proud, poloha při svařování a obsah vodíku. Elektrody se vyrábí v délkách od 300 do 450 mm s průměrem od 2 až do 6 mm. [14;22;23]

Norma ČSN EN 499 rozděluje také druhy obalu na[23]:

- kyselý
- rutilový pro tenké plechy
- rutilový tlustý
- rutil-kyselý

- rutil-bazický
- bazický

Příklad značení elektrod[14]:

EN 499 E 46 3 1Ni B 5 4

EN 499 - číslo normy

E - obalená elektroda pro ruční obloukové svařování

46 - dolní mez kluzu v 0,1 MPa

3 - označení nárazové práce svarového kovu

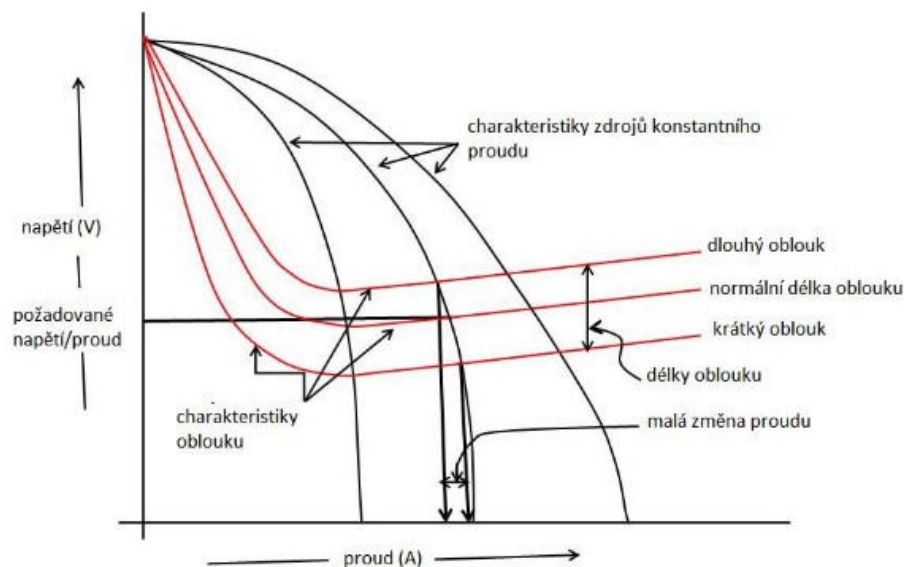
1Ni - Chemické složení svarového kovu

B - typ obalu elektrody

5 - výtěžnost elektrody

4 - poloha při svařování

Zapálení elektrického oblouku proběhne krátkým dotykem elektrody a následným vzdálením od místa dotyku. Kinetická energie elektronů se při vstupu na anodu změní na teplo, kdy na záporném pólu je 3600 °C a na kladném 4200 °C. Na jeho konci se pak taví materiál a v podobě drobných kapek je přenášen povrch svařovaného materiálu. Významným pojmem v teorii jsou charakteristiky elektrického oblouku a to zejména voltampérová charakteristika. Ta udává závislost napětí na oblouku a svařovacího proudu v ustáleném stavu. [14;22]



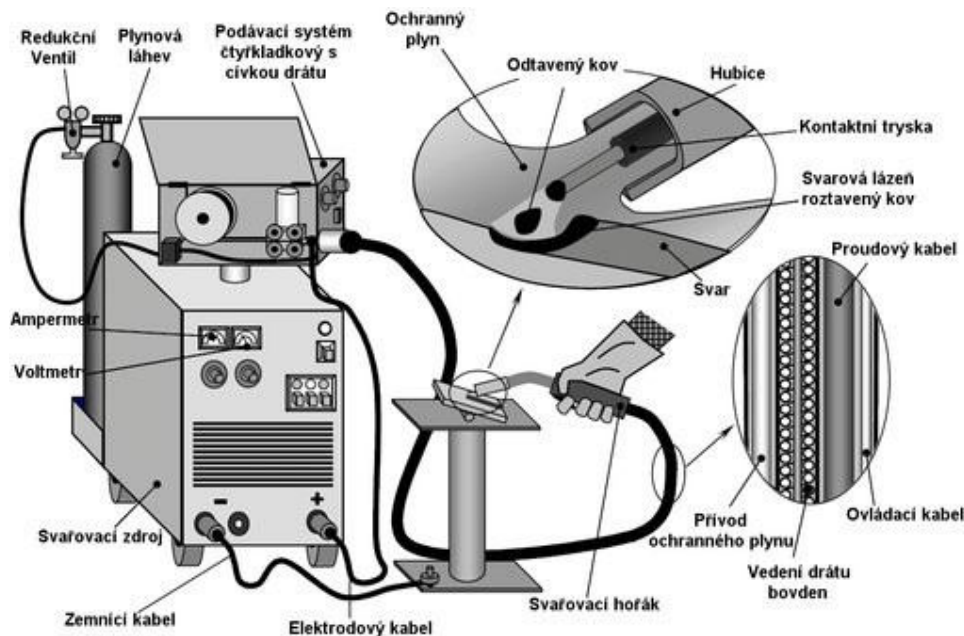
Obr. 9 VA charakteristika elektrického oblouku napájeného ze zdroje napětí [21]

Při vedení elektrody dochází k jejímu úbytku, proto je potřeba ho vyrovnávat, aby nedošlo ke změně délky oblouku. Směr oblouku a jeho silové účinky je možné také ovlivnit správným držením a vedením elektrody a to tak, aby vznikající struska nestékala do oblouku a nenarušovala pravidelnost svaru. Při svařování je potřeba dbát také na správně nastavený proud, protože při příliš velkém proudu se elektroda utavuje. Zároveň jeho hodnota nesmí být velmi malá, protože by docházelo k obtížnému zápalu a struska by mohla bránit plynulosti svarové housenky. [14;22]

2.3.2 Obloukové svařování v ochranné atmosféře metoda MAG (metoda 135)

Patří vedle metody svařování obalovanou elektrodou mezi nejrozšířenější na světě pro svařování nelegovaných a nízkolegovaných ocelí z důvodu širokého výběru přídavných materiálů a ochranných plynů, možnosti automatizace, široké možnosti výběru strojů a výborným charakteristikám. Svařování je založeno na hoření elektrického oblouku mezi elektrodou, která se taví a svařovaným materiálem. Tento proces probíhá v chráněném prostředí aktivního plynu. Metoda se vyznačuje výhodami jako [14;22]:

- Svařování ve všech polohách od tloušťky materiálu 0,8 mm
- Minimální tvorba strusky
- Přímá vizuální kontrola oblouku a svarové lázně
- Vysoká efektivita
- Snadný start oblouku a svarové lázně
- Malá TOO
- Vysoká proudová hustota a výkon odtavení



Obr. 10 Schéma svařovací sestavy MAG/MIG [24]

V dnešní době se pro svařování metodou MAG používají zdroje se stejnosměrným výstupem proudu, kdy kladný pól je připojen na drátovou elektrodu. Využívá se převážně invertorů s různými výkonovými vlastnostmi. Tyto zdroje mají plochou statickou charakteristiku s konstantním napětím se samoregulační schopností udržování konstantní délky oblouku. Regulace je založena na změně proudu při malé změně délky oblouku a tím i napětí na oblouku a je možno ji použít jen při konstantní rychlosti podávání drátu. Zdroje svařování se rozdělují na [14;22]:

- Kompaktní s integrovaným podavačem drátu
- Výkonné zdroje s chladicí jednotkou
- Stavebnicové uspořádání s odděleným podavačem drátu
- Zdroje s podavačem přímo v hořáku

Podavače drátu dodávají nepřetržitě do hořáku přídavný materiál. Zaručují rovnoměrné podávání bez deformace nebo poškození povrchu. Toho je docíleno pomocí mechanismu s jedno-kladkovým, dvou-kladkovým, čtyř-kladkovým mechanismem nebo s mimoběžnými

osami. Kladky pak mohou mít různé typy drážek jako lichoběžníkové, hladké polokulaté, ve tvaru V nebo vroubkované polokulaté. [14;22]

Svařovací hořáky dodávají drát do místa svařování, jeho napájení elektrickým obloukem a laminární proudění ochranného plynu. V závislosti na příkonu jsou chlazeny samotným ochranným plynem nebo proudící kapalinou. Rozdělují se na strojní a ruční. Jsou vybaveny tvarovou trubicí s kontaktním průvlakem pro napájení drátu proudem vyrobeného ze slitiny mědi, přívodem ochranného plynu a plynovou tryskou. Spouštění proudu se ovládá pomocí spínače ovládající řídicí jednotku ve zdroji. Řízení se dělí na[22]:

- Dvoutaktní režim
- Čtyřtaktní režim
- Speciální čtyřtaktní režim

Nedílnou součástí svařování v ochranné atmosféře jsou ochranné plyny, které chrání tavnou lázeň před vlivem okolního prostředí, jako vzduchu, který způsobuje oxidaci a nitridaci svarového kovu a tím zhoršuje mechanické vlastnosti svaru. Zároveň stabilizují oblouk a pomáhají přenosu tepelné energie. Dále ovlivňují[22]:

- Způsob přenosu svarového kovu
- Hloubku závaru
- Množství rozstříku
- Rychlost svařování
- Stabilita elektrického oblouku

Pro metodu MAG se používají plyny[22]:

- CO₂
- O₂
- Vícesložkové plyny se základem Ar
 - Ar+CO₂
 - Ar+O₂
 - Ar+CO₂+O₂
 - Ar+He+CO₂+O₂

Ochranné plyny mají vliv na stabilitu elektrického oblouku, přenos tepla a profil svarové housenky. Samotný argon má dobrou ionizační schopnost, ale není vhodné ho používat na svařování konstrukčních ocelí, protože tvoří neklidný oblouk a horší kvalitu svaru. Proto se přidává CO₂ nebo O₂. Při svařování metodou MAG v čistém CO₂, lze očekávat obtížnou ionizační schopnost, horší zápal a průběh hoření oblouku, avšak použitím směsi hoří s vysokou stabilitou a pravidelností. [22]

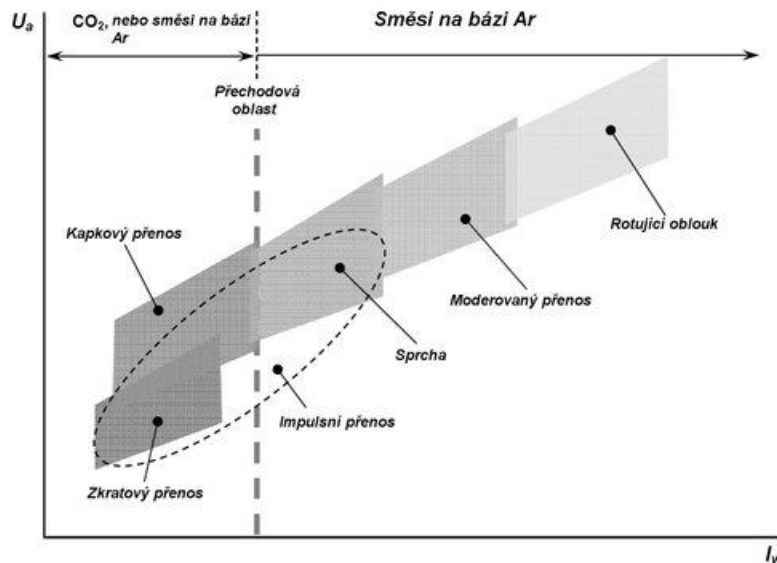
Aktivní ochranné plyny lze podle působení na svarový kov rozdělit na[22]:

- Redukční
- Oxidační
- nauhličující

Ochranné plyny mají různé efekty na svarový kov. Nejdůležitějšími metalurgickými reakcemi jsou oxidační a deoxidační pochody, které probíhají v kapkách tavící se elektrody a ve svarovém kovu. Zásadně ovlivňují tvar oblouku, svarovou housenku a čistotu svaru. Na rozsah reakce má vliv množství disociovaného kyslíku. [14;22]

Pro svařování nelegovaných a nízkolegovaných ocelí lze použít v závislosti na tloušťce materiálu a poloze svařování všechny typy přenosů kovu obloukem. Přenosy kovu můžeme rozdělit na jednotlivé typy[14;22]:

- Krátký oblouk se zkratovým přenosem kovu
- Krátký oblouk se zrychleným zkratovým přenosem
- Přechodový dlouhý oblouk s nepravidelnými zkraty
- Dlouhý oblouk se sprchovým bezzkratovým přenosem
- Impulzní bezzkratový oblouk
- Moderovaný bezzkratový přenos
- Dlouhý oblouk s rotujícím přenosem kovu



Obr. 11 Graf přenosu svarového kovu [24]

Při ručním vedení hořáku můžeme svařovat směrem vzad nebo vpřed. Při mechanizovaném svařování bývá hořák obvykle v kolmé poloze k rovině svaru. MAG má velkou výhodu v možnosti robotizace. Při použití robotizovaného pracoviště se úhel sklonu hořáku řídí přípustností koncového členu robota ke svařovanému dílu. Drátová elektroda musí být přiváděna na začátek svarové lázně z důvodu zajištění hlubokého průvaru a omezení rozstříku. Kořenové svarové housenky se svařují s přímým vedením hořáku a výplňové svarové housenky je možné svařovat s příčným nebo podélným rozkyvem hořáku. Rozkyv hořáku způsobuje růst velikosti tavné lázně, zlepšuje odplynění svaru a zvýší množství vneseného tepla. [14;22]

Označování přídavných materiálů pro technologii MAG podle firmy ESAB sídlící ve Vamberku se provádí dle předpisu[22]:

OK AUTOROD 12.50

První číslo 1- přídavné materiály pro mechanizovaný způsob svařování

Druhé číslo 2- vinutý drát pro svařování konstrukční oceli

3- vinutý drát pro svařování nízkolegovaných ocelí

4- vinutý trubičkový drát pro svařování bez ochranného plynu

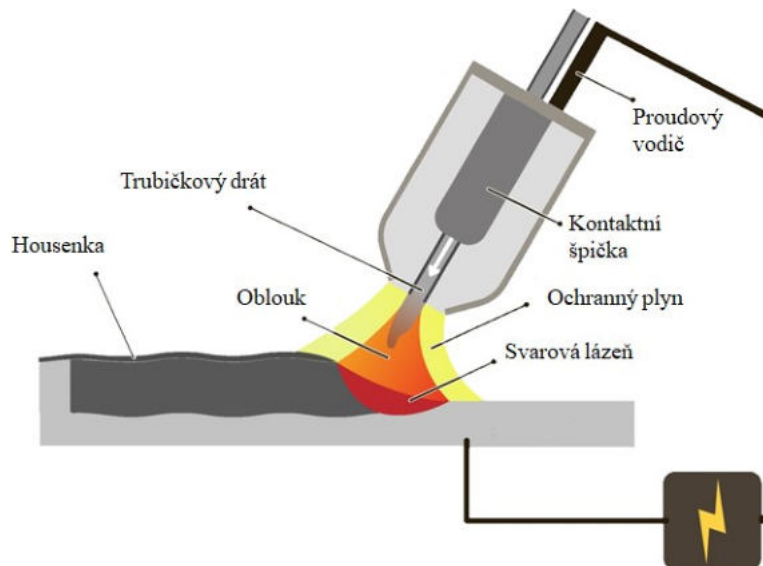
5- vinutý trubičkový drát

6- vinutý vysokolegovaný drát

7- vinutý drát pro svařování hliníku

2.3.3 Obloukové svařování v ochranné atmosféře metoda FCAW (metoda 136)

Je to metoda příbuzná metodě MAG a principiálně z ní vychází. Zjednodušeně se jedná o metodu svařování plněnou elektrodou neboli trubičkovým drátem, který je uvnitř naplněn struskotvornými, kovovými plnivými, tavidlem a jinými plnivými chránící svařovou lázeň. Tavenina pak vzniká odtavováním drátu po jeho kruhovém obvodu a rozstříkává se jemnými kapičkami do lázně. Díky tomu lze kombinovat produktivitu technologie MAG a vlastnosti metody svařování obalovanou elektrodou. Metoda také umožňuje poloautomatické svařování nebo plnou automatizaci. [27;28;30]



Obr. 12 Schéma svařování metodou FCAW [25]

Trubičkový drát je tedy kovový plášť, který je vyplněný směsí. Plněné elektrody mohou být koncipovány pro použití ochranného plynu nebo i bez jeho použití, tomu pak odpovídá složení směsi uvnitř drátu. Vyrábí se tak, že do pláště, který na začátku výroby je vytvarovaný do tvaru U, se uloží tavidlo a legující prvky. Následně je pomocí série formovacích kladek uzavřen. [27;22;29]

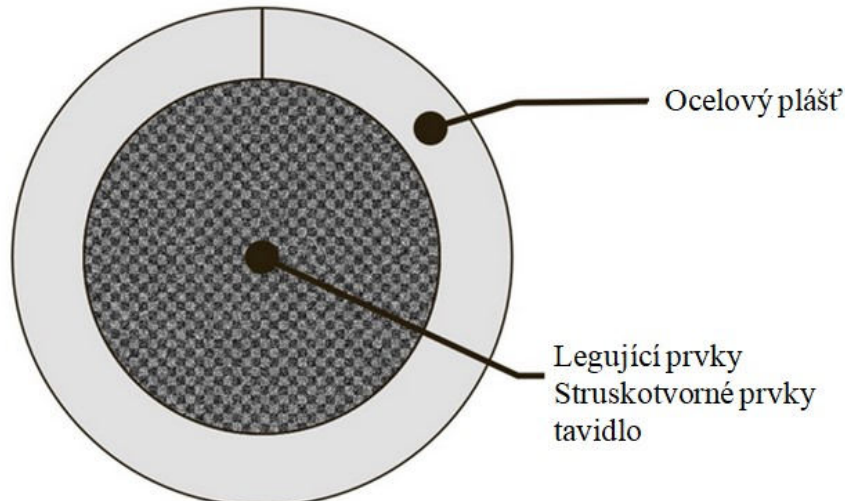
Podle druhu plniva jsou rozděleny [27;22;29]:

- Dráty pro svařování s vlastní ochranou atmosférou
 - bazické
 - rutilové
 Náplň tvoří svou vlastní ochrannou atmosféru, jsou určeny pouze pro svařování uhlíkových ocelí. Při jejich použití je nutné přepólování zdroje
- Dráty pro svařování v ochranné atmosféře
 - Náplň zlepšuje kvalitu svaru, mechanické vlastnosti, odtavovací výkon. Stejně jako u metody MIG/MAG je za potřeby použít vhodné ochranné plyny.

Dráty s vlastní ochranou najdou využití hlavně v místech, kde je nemožné pracovat s tlakovými láhvemi, jako jsou montáže a jiné práce mimo dílnu. Další výhodou je, že nehrozí od fouknutí ochranného plynu. [22;29;30]

Použití plněných elektrod se poté liší[19]:

- podle materiálu
- podle aplikace
- podle adjuktáže
- typu náplně
- způsobu ochrany svarové lázně



Obr. 13 Průřez trubčkovým drátem [25]

Princip metody je stejný, jako u metody MAG. Je to poloautomatická metoda svařování elektrickým obloukem, kdy oblouk hoří mezi základním materiálem a elektrodou. Elektroda je do svarové lázně přiváděna pomocí podavače drátu. Ochrana svarové lázně je poskytována přiváděným ochranným plynem z tlakové láhve nebo centrálního rozvodu. V případě použití drátu s vlastním ochranným účinkem není třeba ochranný plyn dodávat, vzniká hořením směsi obsahující plynotvorné přísady. Dalším prvkem ochrany je pak snadno odstranitelná struska. [27;29;30]

Svařovací zařízení se nijak neliší od metody MAG, až na to, že je potřeba změnit podávací kladky elektrody, které mají trochu jinou konstrukci. Pro svařování metodou FCAW se používají kladky s půlkulatým tvarem a příčnými vroubky, aby bylo zajištěno spolehlivé podávání drátu. [27;29;30]

Výhody technologie FCAW[27;28]:

- Použití stejného zařízení jako MIG/MAG
- Méně vneseného tepla
- Nižší spotřeba elektrické energie při svařování
- Ekologicky vyrobitelné elektrody
- Vyšší odtavovací výkon

Nevýhody Technologie FCAW[27;28]:

- Příprava svarových ploch
- Malá operativnost v polohách
- U kořenových vrstev tupých spojů nutnost použití kořenových podložek

2.4 Použité technologie NDT

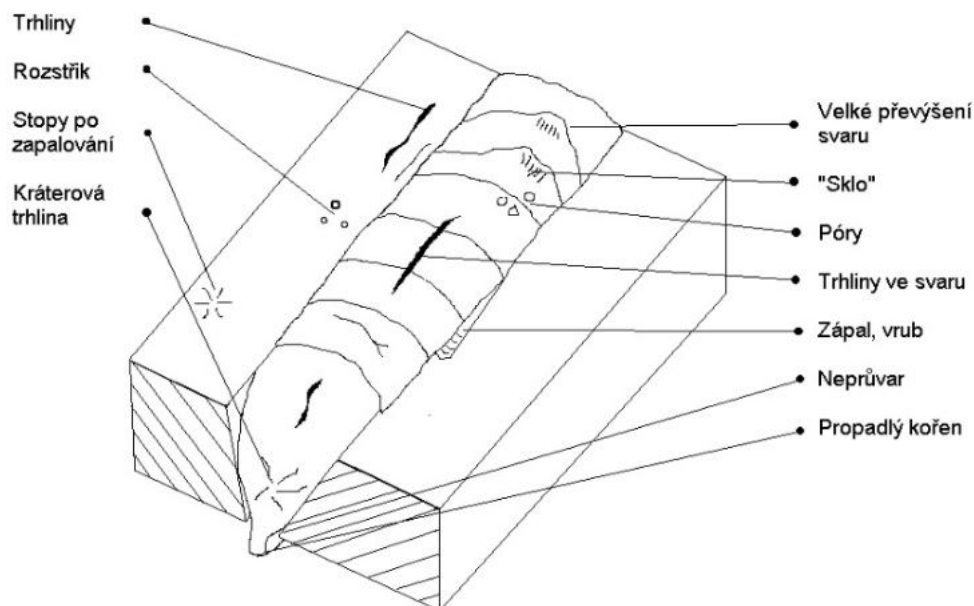
Nedestruktivní zkoušení svarů je způsob kontroly bez porušení povrchu, využívaný ke kontrole v průběhu výroby a po dokončení výroby součástí. NDT zkoušení je součástí technologického postupu výroby součástí. Rozsah zkoušení je určen danými normativy nebo může být po dohodě určen i zákazníkem.[31]

Vady ve svařech je nutno brát jako koncentrátoři napětí, které špatně ovlivňuje velikost meze únavy, ale mohou se také stát za určitých podmínek iniciátory křehkého lomu a tím možného vyřazení součásti z provozu. V provozu lze připustit pouze svary bez závad nebo jen s takovými vadami, které při zadaném provozním zatížení nebudou způsobovat bezpečnostní rizika svařovaných konstrukcí. [31]

Vady se rozlišují podle tvaru a podle polohy výskytu ve svaru. Tvarově je rozdělujeme na bodové, jako jsou například mikropóry, dále plošné, což jsou například studené spoje a prostorové, například plynové dutiny. Dle polohy výskytu vady rozdělujeme na povrchové, jako jsou trhliny a na vnitřní, například staženiny. Vady ve svařových spojích závisí na druhu svařovaného materiálu a metodě svařování. Klasifikaci vad, které se mohou ve svařových spojích vyskytovat, zařazuje norma ČSN ISO 6520. [31;34]

Tato norma rozděluje vady do šesti skupin[34]:

- trhliny
- dutiny
- vměstky
- vady odtavování a závaru
- vady tvaru
- vady různé



Obr. 14 Schématické zobrazení vad svarového spoje [26]

2.4.1 Vizuální kontrola

Vizuální zkoušky lze rozdělit do dvou základních kategorií. Rozdělujeme je na metody přímé (optická dráha mezi okem a plochou není přerušena) a na metody nepřímé (optická dráha je přerušena).[32]

Metoda přímá se provádí bez i za pomoci pomůcek (zrcátko, lupa, endoskop). Ke kontrolovanému povrchu musí být dostatečný přístup max, a zároveň musí být prováděna pod určitým úhlem stanoveným normou. Při zhoršené viditelnosti musí být povrch osvětlován světlem o dané intenzitě také určené normou. Pro správné zvolení světla je potřeba uvažovat optimální směr k pozorovanému bodu, chromatičnost zdroje i intenzitu osvětlení s ohledem na odrazivost z důvodu oslnění. [32]

Nepřímá metoda je použita z důvodu nepřístupnosti kontrolovaného bodu nebo s ohledem na nebezpečí hrozící pracovníkovi NDT. [32]

Při kontrole jsou použity přístroje jako[32]:

- endoskopy
- vláknová optika
- fotokamery
- videokamery
- elektronové nebo infračervené kamery
- videomonitor

V obou případech je potřeba mít kontrolovaný povrch dostatečně osvětlen denním nebo umělým světlem. Z důvodu použití různého druhu osvětlení, optické techniky a techniky k získávání digitálního nebo fotografického materiálu by pracovník NDT měl znát základy a základní pojmy z oborů světla, optiky a fotometrie, aby nedošlo ke zraněním (zranění očí UV zářením) nebo nedošlo k chybám měření (zkreslení kontroly lomem světla). Zároveň by měl pracovník NDT ovládat práci s pomocnými nástroji jako zrcadla, zvětšovací lupy nebo fotometrické přístroje. [32]

Provedení vizuální zkoušky závisí na viditelnosti detailu, tedy stupni rozlišitelnosti objektů a na zrakovém vjemu pracovníka. Ovlivňuje ji řada faktorů jako kontrast, jas, doba prohlížení objektu, barva, rozměry, ostrost a podmínky osvětlení. [32]

Viditelnost blízko sebe ležících objektů závisí na[32]:

- umístění zdrojů světla
- spektrálním složením
- únavě pracovníka
- stupni adaptace očí
- podmínky na pracovišti

Osvětlení je jeden z nejdůležitějších faktorů vizuální nedestruktivní zkoušky. Zdroj světla je závislý na hodnotě kontrastu poskytovaný povrchem. U povrchu s velkým kontrastem a velkými detaily postačuje běžné osvětlení, přičemž povrchu s malými hodnotami kontrastu vyžaduje obvyklé lokální světlo, a to se značnou hodnotou intenzity osvětlení. Zároveň je potřeba věnovat pozornost směru osvětlení a zabránit tak nepříznivému osvětlení. Dalším faktorem ovlivňující volbu osvětlení je stav povrchu. Dle stavu povrchu pak rozdělujeme osvětlení na difuzní neusměrněné osvětlení, usměrněné osvětlení světlého povrchu a usměrněné osvětlení tmavého povrchu. [32]

Dalším důležitým prvkem je pak rozlišitelnost detailů. Aby bylo možné jakýkoliv detail vnímat prostým okem nebo zaznamenávat technickými prostředky, musí mít detail určitou minimální velikost, minimální kontrast vzhledem k pozadí. Při vizuální kontrole přímé musí být lidské oko vybaveno dobrou zrakovou schopností, jako vidění na dálku či na blízko a dostatečnou schopnost rozlišování barev. Objekt musí být pozorován určitou dobu, aby oko bylo schopné posoudit vady a nedošlo k optickému klamu. U metody nepřímé, kdy snímačem není lidské oko, ale nějaké pozorovací zařízení, je podle předpisů požadováno prokázání zjištělosti detailů pomocí srovnávacích prostředků, například tedy rozlišovacími obrázky jako Marconi č.1. [32]

Podstatným bodem zkoušení je i schopnost pracovníka provádějícího zkoušku. Požadavky na pracovníka provádějícího vizuální zkoušku se dělí na dvě oblasti. První oblastí jsou požadavky na zrakové schopnosti. Do této oblasti spadá zraková ostrost, která vyjadřuje schopnost oka odlišit dva od sebe malé objekty. Dále do této oblasti spadá také akomodační schopnost, což je schopnost lidského oka umožňující ostré vidění blízkých a zároveň vzdálených předmětů. S věkem klesá. Obě tyto schopnosti jsou závislé na vnějších podmínkách, fyzickém a psychickém stavu pracovníka. Druhou oblastí jsou pak odborné znalosti. Spadá zde znalost norem, směrnic, specifikací a výrobních nebo kontrolních postupů. [32]

Hodnocení vad se provádí podle mezních hodnot uvedených v normách nebo podle technických specifikací. Vyžaduje zkušenosti, dobré zrakové schopnosti pracovníka a dobré osvětlení. [32]

Nejčastější vizuální vady svarů jsou například[32]:

- trhliny
- pórovitost
- zápaly
- neprovařený kořen nebo
- nadměrné převýšení kořene

Klasifikace vad je stanovena v normě ČSN EN ISO 6520-1. Vyhodnocení se pak dělá prohlídkou a porovnáním podle vnějších znaků vad nebo prohlídkou a měřením parametrů vad. Úrovně pro hodnocení vad jsou pak posouzeny podle znaků, porovnání nálezů s obrazovým vzorcem a hodnocení měřením, kdy se měří skutečné hodnoty nebo měření porovnáním. Při měření jakýmkoli měřidlem se dopouštíme různých chyb a naměřená hodnota se pak liší od skutečného rozměru. Chyby při měření pak mohou být soustavné nebo nahodilé. Vznik chyb při měření přístroji jsou závislé na přesnosti a citlivosti přístroje a tyto hodnoty jsou dány normami a předpisy. [32;34]

Vizuální kontrola svarových spojů se nejčastěji provádí jako kontrola přímá. Posuzují se vady na povrchu, TOO a oblast přilehlého základního materiálu. Kontrolujeme při svařování, během svařování i po procesu svařování. Podmínky pro vizuální kontrolu svarů stanovuje norma ČSN EN ISO 17637. Pro hodnocení geometrických vad se doporučuje používat měřidla jako posuvka, měřky a pro převýšení kořene nebo krycí vrstvy hloubkoměry, úhlooměry případně endoskopy. Přípustnosti při vyhodnocování svarů jsou určeny v normě ČSN EN ISO 5817. Některé normy vyžadují u vizuální zkoušky potvrdit citlivost měření nebo doklad o zajištění optimálních podmínek pro kontrolu, což je při vizuální zkoušce problematické. [32;35;36]

2.4.2 Kapilární zkouška

Kapilární zkoušky patří mezi nejstarší defektoskopické metody. Využívají kapilárních vlastností některých kapalin ke zjištění povrchových vad, jako jsou například trhliny nebo studené spoje. Hlavní předností kapilárních metod je jednoduchost, univerzálnost a investiční nenáročnost. [32]

Princip je založen na charakteristických vlastnostech jako kapilární jevy nebo kapilární vlastnosti kapalin. Spočívá to ve využití vzlínivosti a smáčivosti vhodných penetrantů. Těmito kapalinami je pokryt povrch zkoušeného materiálu, tak aby necelistvosti mohly vyniknout na povrch. Dále se odstraní přebytek penetrantu, tak aby penetrant zůstal ve vadách, a pomocí vývojky se vytvoří barevná nebo fluoreskující indikace a ty se pak vizuálně vyhodnocují. [32]

Kapilární metody jsou založeny na teoretických jevech a to na [32]:

- povrchovém napětí
- krajovém úhlu
- kapilární elevaci
- kapilárním toku
- viskozitě.

Povrchové napětí je definováno jako přitažlivá síla působící na molekulu od všech okolních molekul. Výslednice sil uvnitř molekul je nulová, protože síly působící uvnitř molekul jsou ve všech směrech stejné. Co se povrchu týče, nejsou dané síly kompenzovány ze strany plynné fáze a jsou vtahovány určitou silou dovnitř kapaliny. Díky tomu se kapalina chová tak, že se snaží, aby počet molekul na povrchu byl co nejmenší, a to znamená, že nabývá kulový tvar. [32]

Krajový úhel je úhel, který svírá kapalina se stěnou pevného tělesa. Jeho velikost je závislá na rozdílu napětí stěny tělesa tuhého vzhledem ke vzduchu a kapalině. Tento rozdíl se nazývá adhezní konstanta. Je-li tato konstanta kladná, tak je krajový úhel ostrý a kapalina smáčí stěnu tělesa. Pokud je záporná, je krajový úhel tupý a kapalina stěnu nesmáčí. Smáčivost je schopnost kapaliny tvořit stálý povrch na rozhraní s pevným tělesem. Je tedy vyjádřena krajovým úhlem ζ . Jestliže se cosinus tohoto úhlu blíží k jedné, nastane plná smáčivost, což je případ jakostních detekčních kapalin. Pokud se cosinus úhlu blíží k nule, kapalina se roztéká po povrchu tělesa. Jestliže se cosinus blíží k mínus jedné, tak kapalina stěnu nesmáčí. Na smáčivost má vliv i drsnost povrchu. Čím vyšší drsnost tím lepší smáčivost. Z to vyplývá, že u trhlín lze pozorovat lepší smáčivost. [32]

Kapilární elevace je jev, kdy vlivem povrchového napětí, které podmiňuje adhezní síla, je kapalina v trubici vtahována do určité výšky a vytváří zakřivený, konkávní povrch. Je to způsobeno vlivem soudržných sil, díky kterým vzrůstá tlak směrem od povrchu dovnitř kapaliny. Tento tlak se nazývá kohezním tlakem. Z hlediska principu kapilárních metod je elevace velmi důležitá, protože hledané vady se chovají jako kapiláry. [32]

Viskozita má také podstatný podíl. Jedná se o viskozitu kinematickou, což je podíl dynamické viskozity a hustoty kapaliny. Viskozita má podstatný vliv na rychlost, jenž penetrant vniká do vad a zároveň vystupuje na povrch. Když je penetrant příliš viskózní, tak do vad vniká pomalu. Penetrant s vysokou viskozitou vytváří příliš slabou vrstvu. [32]

V praxi je zapotřebí použít vhodné, kapilárně aktivní penetranty, které dobře proniknou do vad a po odstranění vzlínají na povrch. Tyto kapaliny, tedy penetranty musí mít vyšší povrchové napětí, malý krajový úhel, nízkou viskozitu a zároveň musí být tyto veličiny v souladu. [32]

Kapilární metody rozdělujeme podle druhu indikace a jejího následného vyhodnocení[32]:

- a) Metoda barevné indikace-necelistvosti se projeví pomocí kontrastní barevné indikace
- b) Metoda fluorescenční-necelistvost se v UV záření projevuje světélkováním
- c) Metoda dvouúčelová-necelistvost se projevuje barevnou nebo fluorescenční indikací

Ke kapilární zkoušce potřebujeme prostředky, které se nazývají činidla. Činidla použité u zkoušky se rozdělují na[32]:

- penetranty,
- vývojky, čističe
- emulgátory,
- odmašťovače.

Penetranty jsou kapaliny, které se nanáší na povrch zkoušené součásti. Vnikají do necelistvostí a dostatečné množství zde zůstává i po odstranění přebytečného množství. Rozdělují se na několik druhů. Podle typů indikací se rozdělují na barevné, fluorescenční a dvouúčelové. Dle smytelnosti vodou se dělí na nesmytelné a smytné. A podle obsahu emulgátoru se rozdělují na emulgační a postemulgační. Je na ně kladeno několik nároků[32]:

- penetrační schopnost,
- těkavost, chemickou netečnost,
- rozpouštěcí schopnost
- toxicitu.

Vývojky jsou látky, které po nanesení na povrch součástí pomáhají penetrantu v necelistvostech vzlínat a vytvářet indikace. Základem vývojek je práškovitá složka bílé barvy, která pomáhá zviditelnit necelistvost nasátím penetrantu a maskovat pozadí dílce zabarvením plochy na bílou barvu. Jsou to látky jako oxid zinečnatý nebo křída. Druhou složkou je pak nosné medium jako voda, vzduch nebo aceton. U volby vhodné vývojky se díváme na vlastnosti jako[32]:

- absorpční vlastnosti,
- jemná zrnitost,
- nanášení,
- odstranitelnost,
- škodlivost člověku a prostředí.

Emulgátory usnadňují rozptýlení pevných nebo kapalných látek v kapalině, v níž se normálně nerozpouštějí. Při kapilárních zkouškách usnadňují odstranění přebytku penetrantu. Rozlišujeme dva základní druhy a to lipofilní nebo hydrofilní. Požadujeme u nich[32]:

- dobrou reakčnost s detekční kapalinou,
- pomalou emulgaci skrze regulovatelnost,
- vyšší bod vzplanutí,
- nízkou těkavost
- nízkou cenu.

Odmašťovače jsou nedílnou součástí kapilární zkoušky, protože se jejich pomocí odstraňují nečistoty jako tuk nebo olej, odstraňují z povrchu součásti před nanesením penetrantu. Jsou organické nebo anorganické. Čistič je kapalina na odstranění přebytečného penetrantu nebo nežádoucího pozadí. Základem je organické rozpouštědlo často kombinované s emulgátorem. [32]

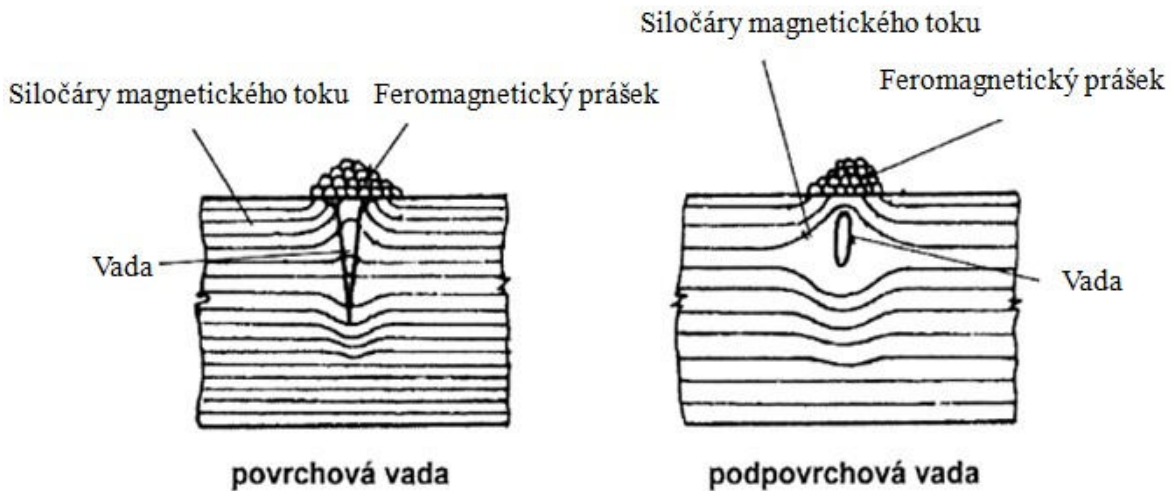
Zkouška je prováděna dle normy ČSN EN ISO 3452-1. Pracovní postup kapilární kontroly se skládá ze šesti základních úkonů[31;37]:

- Příprava povrchu, kdy je úkolem odstranění veškerých tuhých i kapalných nečistot nacházejících se na povrchu a nečelistvostech, protože by mohly ztěžovat penetraci detekční kapaliny nebo ji dokonce znemožňovat. Provádí se to chemickým způsobem pomocí organických rozpouštěčů. Velmi účinné se prokázalo očištění v párách rozpouštědla.
- Nanesení detekční kapaliny a to tak, aby povrch součásti byl pokryt detekční kapalinou dostatečně dlouhou dobou z důvodu kvalitního proniknutí detekční kapaliny do vad. Tato doba je závislá na druhu detekční kapaliny, teplotě zkoušení, jakosti povrchu, charakteru vad a požadované citlivosti zkoušky. Provádí se ponořením výrobku do penetrační lázně, nátěrem nebo nástřikem.
- Odstranění přebytku detekční kapaliny ze zkoušeného povrchu, protože by mohla vytvářet barevné nebo fluorescenční pozadí, a to by mohlo ovlivnit rozeznatelnost indikací vad. Odstranění penetrantu se provádí mechanickým způsobem, pomocí rozpouštědel, emulgačně nebo postemulgačně.
- Osušení povrchu, pokud by zkouška byla prováděna tam, kde vlhkost vadí při nanášení vývojky. Používá se buď teplý vzduch, sálavé teplo nebo využití sušáren s nucenou cirkulací teplého vzduchu. Pozor musíme dát na to, aby při sušení nezaschl penetrant v nečelistvostech.
- Vyvolání indikací, kdy se na povrch nanáší vrstva barevně kontrastní látky ve formě prášku nebo suspenze. Tato vývojka má nejenom barevně odlišit indikaci vady, ale usnadní vzlínání detekční kapaliny. Vyvolávací proces je buď suchý nebo mokrý. U suchého způsobu se prášek nanáší pomocí elektrostatickou pistolí nebo ručním zaprašováním. Jeho využití je častější u fluorescenčního postupu. Mokrý vývojky jsou suspenze, které se nanášejí pomocí nástřiků z aerosolu, vzduchových pistolí a při malém počtu zkoušených součástí i pomocí jednoduchých rozstřikovačů.
- Vyhodnocení indikací. Tento bod je nejvíce závislý na zkušenostech a zrakových schopnostech pracovníka. U metody barevné indikace se povrch prohlíží v rozptýleném bílém světle, které nesmí vytvářet ostré světelné přechody. Při nadměrném osvětlení vede k brzké únavě zraku pracovníka a tím k chybám při vyhodnocování indikací. Fluorescenční metoda se provádí v zatemněném prostoru v černém světle ultrafialové lampy. Před zahájením musí mít pracovník oči již přizpůsobeny nízké intenzitě světla. Prohlížíme buď pouhým okem, nebo pomocí lupy. Poprvé ihned po nanesení vývojky kvůli vadám větších rozměrů a pak znovu po určité době pro zjištění jemných vad.

Nечelistvosti se u každé z metod projevují trochu jinak. Jejich vyhodnocení a stupně přípustnosti specifikuje norma ČSN EN ISO 23277. Při metodě barevné indikace se projeví červenými indikacemi na bílém pozadí. U metody fluorescenční se oblasti neporušené jeví jako modrofialové a porušení se projeví jako žlutozelené nebo modrozelené indikace. Indikace rozdělujeme na souvislé liniové, přerušované liniové, okrouhlé, tečkovité nebo rozptýlené. Mohou se objevit i indikace falešné vzniklé špatným odstraněním detekční kapaliny nebo nedostatečnou čistotou pracovního prostředí. [31;38]

2.4.3 Magnetická prášková zkouška

Metoda slouží stejně jako metoda penetrační ke zjišťování vad na povrchu a zároveň umožňuje zjišťovat vady ležící těsně pod povrchem. Nejsou u ní kladeny takové nároky na přípravu zkoušeného povrchu, čistotu a necelistvosti mohou být vyplněny magnetickým materiálem. Omezením je možnost testování pouze feromagnetických materiálů jako oceli obvyklých jakostí. Nehodí se na testování materiálů paramagnetických jako vysokolegované oceli austenitického typu a neferomagnetické kovy a jejich slitiny jako hliník a měď. [31;32]



Obr. 15 Schematické zobrazení vad při zkoušce [44]

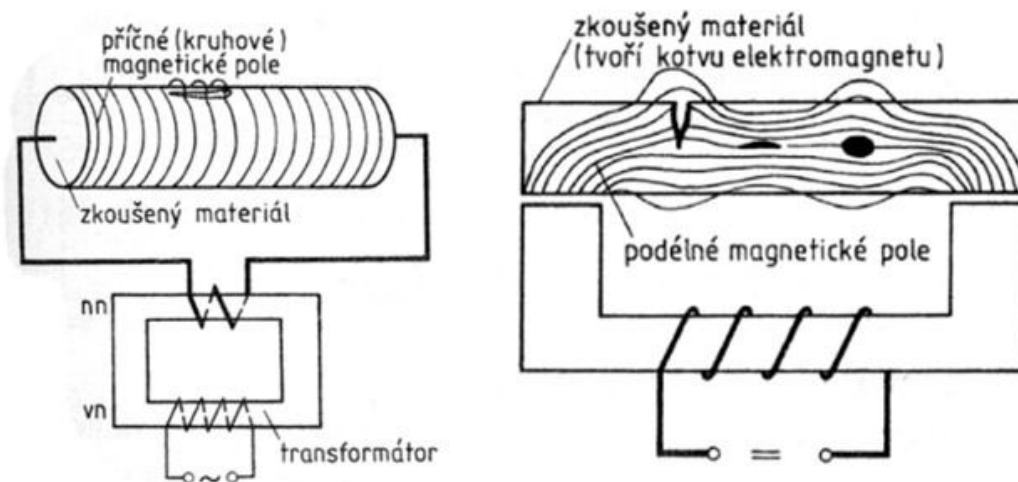
Princip metody je založen na skutečnosti, že ve zmagnetovaném materiálu feromagnetického typu se v místě výskytu necelistvosti či náhlé změny magnetických vlastností zvýší magnetický odpor. Tento odpor způsobuje deformaci šířícího se magnetického pole označovanou jako rozptyl. Rozptyl je ta část magnetického toku, která probíhá mimo předpokládanou dráhu. Tohoto jevu je následně využito ke zjištění vady pomocí nanesení feromagnetického prášku na povrch zmagnetovaného předmětu. V místě rozptylového toku je prášek přitahován a vytvoří zřetelný obrys vady. Rozptyl magnetického toku závisí především na velikosti, tvaru a poloze vady na povrchu zkoušeného subjektu a na stavu zmagnetování. Zjistit lze pouze vady přibližně kolmé na směr budícího magnetického pole. Necelistvosti s tímto polem rovnoběžné se nezjistí, protože nenarušují toto pole. Největšího rozptylu lze dosáhnout u vad, jako jsou trhliny. Čím je vada hlouběji tím velikost rozptylu klesá a u hluboko posazených necelistvostí dokonce zaniká. [31;32;33]

Velikost rozptylového toku je podmíněna volbou optimálních parametrů magnetování. Magnetizační zařízení může být napájeno pomocí střídavého i stejnosměrného proudu. Při použití stejnosměrné magnetizace lze zjistit vady uložené hlouběji v povrchu a u střídavého magnetického pole se soustředíme více na povrch, ale subjekty se dají snadněji odmagnetizovat. Při testování se nejvíce používají stroje transportabilní, které slouží na principu přímého průchodu nebo průvlečného vodiče. Pozornost je třeba dbát i na poškození povrchu opaly, kterým lze zabránit pouštěním proudu až po přiložení elektrody. Při vyhledávání vad na malých plochách se používá magnetování pomocí ručního jha, protože lze nastavit pólové nástavce a tím je tvarově přizpůsobit kontrolovanému povrchu. [31;32;33]

Zkouška a její náležitosti jsou specifikovány v normě ČSN EN ISO 17638. Metodika zkoušky se skládá z několika operací[31;39;40]:

- úprava povrchu, kdy se zbavíme rzi, okují, rozstřiku svarového kovu a konzervačních tuků.

- zmagnetování povrchu, provedené tak, aby mělo magnetické pole směr kolmo orientovaný na předpokládaný průběh necelistvosti. Ke zmagnetování používáme několik způsobů zmagnetování:
 - pólové, kdy je předmět umístěn mezi póly magnetovacího jha neboli elektromagnet a stane se součástí magnetického obvodu. Magnetické pole prochází od jednoho pólu ke druhému a magnetuje předmět podélně, což znamená, že jsou indikovány necelistvosti příčné.
 - proudové, založené na průchodu proudu zkoušeným předmětem. Tímto způsobem se nevytvářejí výrazné póly, magnetické silokřivky jsou uzavřené, proto je nazýván cirkulárním. Indikujeme tímto způsobem vady podélné.
 - kombinovaný způsob, kdy lze současně magnetizovat příčně i podélně pomocí stejnosměrného a střídavého proudu.
 - impulsní. Magnetické pole se vytváří ve zkoušeném předmětu proudovým impulsem nebo vložením cívky buzené proudovými impulsy špičkové intenzity. Využívá se pro drobnější součásti z materiálu s dostatečným zbytkovým magnetizmem.



Obr. 16 Schéma příčného a podélného magnetování [43]

- Detekce rozptylového pole
 - v průběhu magnetování nanášením detekčního feromagnetického prášku na povrch. Tyto prášky jsou vyrobeny z feromagnetických materiálů s vysokou permeabilitou a co nejnižší koerzivní silou, jako oxidy železa a čisté železo. Používají se ve formě suché, které jsou naprašovány ručně či elektrostatickou pistolí, nebo ve formě suspenze, kdy je prášek rozptýlený ve vhodné kapalině, jako petrolej s transformovaným olejem nebo voda. Tyto suspenze se nanáší nástřikem, poléváním a ponořením.
 - získávání záznamu rozptylového pole magnetograficky. V principu jde o vytváření záznamu na magnetickém ohebném pásku. Při průjezdu zkušebního zařízení se plynule magnetuje kontrovaný úsek a ve stejnou chvíli se pomocí nekonečně dlouhého odvalovacího magnetografického pásu nahrávají rozptylová pole, která se pomocí snímače přenáší na pásek, který je pak vyhodnocován graficky nebo na obrazovce osciloskopu. Nakonec jsou okopírovaná rozptylová pole vymazána z pásu pomocí mazací hlavy a proces se opakuje.

- Vyhodnocování probíhá vizuálně ve stejný moment nanášení detekčního prostředku a magnetování povrchu. Hodnocení je specifikováno normou ČSN EN ISO 23278. Při metodě barevných indikací se hodnotí vady pod intenzivním světlem. Po nanesení prášku či suspenze se zachytí detekční látka v rozptylovém toku na povrchu a nahromaděná stopa vykreslí vadu. Největší indikace bude u povrchových vad, kde je největší rozptylové pole. Třeba dbát na to, že mohou vznikat i indikace nepravé, které jsou zapříčiněny například náhlou změnou magnetických vlastností povrchu testovaného subjektu nebo nestejnorodá místa jako nadměrné magnetování vysokou intenzitou a vysokou koncentrací prášku v suspenzi. V tomto případě je potřeba otestovat indikace jinou metodou NDT.
- Odmagnetování se provádí z důvodu toho, že po zkoušce mohou testované předměty zůstat zmagnetovány a to by mohlo mít špatný vliv na funkčnost dané součásti. Působením zbytkového pole se na povrchu zachytávají feromagnetické částice a ty vedou k vážnému omezení funkce, poškození stroje a omezení svařitelnosti. Zbytkový magnetismus se dá odstranit stejnosměrným magnetickým polem a to opakovanou změnou jeho směru za současného postupového snižování intenzity na nulu nebo pomocí střídavého magnetického pole vzdalováním předmětu od něho či snížením intenzity na nulu. Stupeň odmagnetování lze zjistit za pomoci měrky citlivosti nebo pomocí přístroje na měření intenzity magnetického pole. Výrobky, které budou zahřívány na Curierovu teplotu, což je více než 700°C, není třeba odmagnetovat.

Magnetické prášky se používají ve formě barevné nebo fluorescenční. Koncentrace suspenze barevných prášků je v rozmezí 5-10 g/l a u fluorescenční je to 0,5-2 g/l nosné kapaliny. Obsah prášku nesmí v suspenzi klesnout pod stanovenou hranici, protože by mohlo dojít ke snížení citlivosti zkoušky. Pro vyhodnocení lze použít elektroinduktivní snímače ve kterých se indikuje napětí, které lze registrovat a měřit, působením rozptylového pole. Tímto způsobem pak odpadá potřeba vizuální hodnocení a lze ji automatizovat. Nevýhodou je cena zařízení a proto se používá při hromadné kontrole jednoduchých tvarů.[31]

Citlivost této zkoušky závisí na intenzitě budícího magnetického pole, vlastnostech detekčních prostředků, magnetických vlastnostech zkoušeného materiálu, na jakosti povrchu, způsobu magnetování a pečlivosti provedení zkoušky. V průběhu zkoušky je potřeba tyto uvedené parametry citlivosti kontrolovat ověřováním. Pro ověření se používá například měrka citlivosti podle Bertholda. Pod nemagnetickým víčkem je těleso s umělou vadou ve tvaru kříže. Měrka se při magnetování přiloží ke zkoušenému subjektu a spolu s ním se polévá detekční suspenzí. Charakteristika indikace umělé vady poskytuje informaci o použité intenzitě magnetování, směru probíhajícího magnetování i o koncentraci prášku v suspenzi. V praxi se také pro posouzení stupně magnetování nebo měření zbytkového magnetismu používají přístroje založené na využití Hallovy sondy.[31]

2.4.4 Ultrazvuková zkouška

Princip ultrazvukové zkoušky je založen na šíření akustických vln skrze materiál a zpětným registrováním změn. Jde vlastně o elastické kmity, které se šíří z bodu A do bodu B určitou rychlostí. Rychlost šíření vln je pro materiály různá a závisí na modulu pružnosti, měrné hmotnosti a Poissonově čísle. Pohyb pružného prostředí se nazývá harmonické kmitání nebo vlnění. Hlavní charakteristickou veličinou je délka vlny λ , což je vzdálenost, kterou uběhne vlna v době jedné periody T . Vzorce pro výpočet délky vlny[31;32]:

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

c – rychlost šíření vln

f – frekvence

T – perioda

Ultrazvuk jsou tedy kmity částic prostředí, jejichž frekvence je vyšší než 20 khz. Při ultrazvukové zkoušce se používá frekvence v pásmu 0,5 až 25 MHz. V prostředí je šíření vln vždy prostorové, kdy značný počet sousedících částic kmitá ve stejné fázi a tvoří takzvanou vlnoplochu. [31;32]

Podle směru kmitání rozdělujeme vlny[32]:

- Příčné
- Povrchové
- Podélné
- Deskové
- Ohybové
- dilatační

Šířením ultrazvuku v prostředí jsou částice podrobeny střídavému stlačování a roztahování. Z toho vyplývá, že vlna působí na prostředí harmonickým tlakem p , který se nazývá tlakem akustickým. Hladinu tlaku vyjadřujeme 20-ti násobkem dekadického logaritmu určitého poměru akustických tlaků v decibelech. Výpočet harmonického tlaku [31;32]:

$$p = z \cdot v$$

v – akustická rychlost

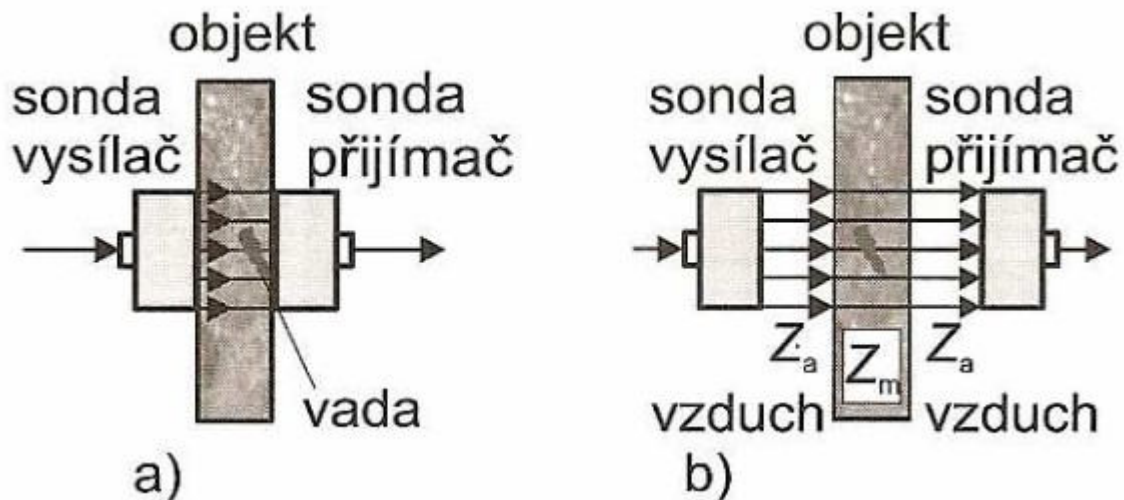
z – konstanta úměrnosti

V oblasti nedestruktivního zkoušení ultrazvukem se využívá takzvaných zkušebních sond, u nichž generujícím elementem je elektroakustický měnič. Tato zařízení převádí elektrický signál na mechanický. Nejčastěji se používají měniče piezoelektrické. Jsou to látky, které mění deformaci na elektrický náboj a naopak. Existují další jako magnetostrikční nebo elektromagnetické. Elektroakustické měniče v sondách jsou tenké destičky opatřené oboustranně povlakem plnící funkci elektrod. Pokud na ně přivedeme elektrické střídavé napětí, tak se destička začne protahovat a smršťovat a tím vznikne ultrazvukový signál. Proces lze obrátit a působením ultrazvuku na destičku vytvářet elektrické napětí. [31;32]

Dle konstrukčního provedení rozdělujeme[31]:

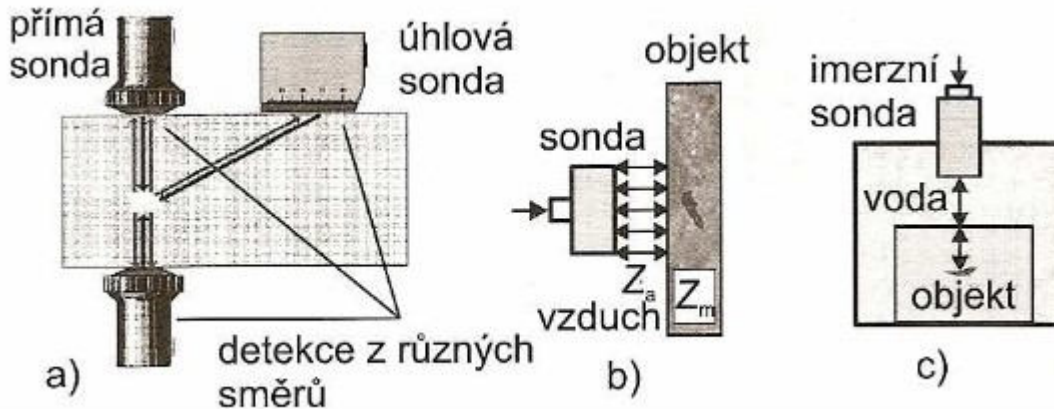
- přímé
- úhlové
- dvojité

Metoda průchodová je založena na principu měření změny intenzity ultrazvukové vlny, která projde zkoušeným předmětem. Pro zkoušku se používají dvě proti sobě v ose položené ultrazvukové sondy na protilehlých površích materiálu. Jedna sonda pracuje jako vysílač vln a druhá jako přijímač ultrazvuku. Do materiálu jsou vysílány ultrazvukové vlny a pokud se v materiálu nachází vada, tak se vlny od vady odrazí a za ní vzniká akustický stín, který se poté v přijímači projeví změšením intenzity nebo dokonce nulovou intenzitou, a to v závislosti na velikosti vady. Z toho vyplývá, že kvalita výrobku se měří porovnáním vstupní a výstupní intenzitou na sondách. Tato metoda je vhodnější pro měření plechů o menší tloušťce a je omezena pouze na měření předmětů u kterých máme přístup k oběma protilehlým stranám s rovnoběžnými povrchy. Rozlišování vad touto metodou je velmi závislé na tloušťce zkoumaného subjektu a je vhodná spíše pro kontrolu plechů, plátových materiálů a ložiskových pánví. [31;32]



Obr. 17 Schéma průchodové metody [45]

Metoda odrazová patří mezi nejrozšířenější ultrazvukové metody. Je založena na impulsním provozu ultrazvukového zdroje. Do kontrolovaného předmětu se vysílají krátké ultrazvukové impulsy, které se odrážejí od povrchu předmětu a také od vad uvnitř materiálu. Po odrazu se ultrazvukové vlny vrátí na tutéž sondu nebo na sondu druhou, která pracuje jako přijímač. Z toho vyplývá, že můžeme pracovat s jednosondovým nebo dvousondovým provozem. Časový průběh zkoušky je zobrazován na obrazovce přístroje. Ve chvíli, kdy je do materiálu vyslána ultrazvukový impuls ze sondy, tak se na obrazovce objeví počáteční impuls. Když je materiál nezávadný, tak se impuls šíří přímočaře k protilehlému vrcholu, kde se odrazí a za určitou dobu T , která odpovídá dvojnásobku tloušťky materiálu se vrací se k výchozímu povrchu do přijímače. Pokud se v materiálu nachází vady, tak se impuls odrazí již od tohoto defektu a na obrazovce je zobrazen poruchový impuls, a to v čase H , který odpovídá dvojnásobku vzdálenosti defektu od výchozího povrchu. Metoda je velmi citlivá a výsledky je možné dobře reprodukovat. Její výhodou je to, že stačí jen jedna přístupná strana zkoušeného materiálu. Vhodnost je pro materiály o tloušťce stěny větší než 10 mm. Používá se také pro měření tloušťky, stanovení útlumu a elastických konstant materiálu. [31;32]



Obr. 18 Schéma odrazové metody [45]

Dalším druhem ultrazvukové zkoušky je zkouška rezonanční, kdy se do materiálu vysílají vlny o různé frekvenci. Je-li tloušťka předmětu rovna celistvému násobku poloviční délky vlny vysílaného ultrazvuku, tak v předmětu vzniká takzvané stojaté vlnění. Při stojatém vlnění se skrze vysílač do materiálu vysílá minimální energie a materiál je ve stavu vlastní frekvence. Používá se na měření tlouštěk stěn a pro zjišťování vad rovnoběžně ležících s povrchem. Rezonance se nastaví na celistvém materiálu, a pokud jsou její podmínky porušeny, tak se předpokládá vada v materiálu. Používá se velmi málo, protože může být nahrazena metodou odrazovou.[31;32]

Ultrazvuková zkouška je velmi náročná na kvalitu pracovníka, který musí znát fyzikální základy, musí mít prostorovou představivost a praktické zkušenosti. Zkouška je předepsána v technické dokumentaci nebo na výkresech podle platných norem. Je součástí technologického procesu a bývá zařazen tak, aby zjištění vady proběhlo co nejdříve od začátku výroby nebo po dokončovacích operacích a tepelném zpracování. Specifikuje ji norma ČSN EN ISO 17640. Rozsah je dán druhem svaru a výrobku, namáháním a technickými možnostmi. Postup je tvořen následujícími kroky[31;32;41]:

- Očištění povrchu,
 - odstranění rzi, rozstříků, okují a ostatních nečistot, které by zabránili přestupu ultrazvuku do materiálu nebo plynulému pohybu sondy.
- Volba způsobu zkoušky
 - Volba rozsahu a směru prozvučování v závislosti na geometrickém tvaru svařence a charakteristice předpokládaných vad
- Volba typu sondy, frekvence, rozměru měniče a úhlu sondy
 - Sonda je volena podle předpokládané polohy vad a typu zkoušky. S tímto bodem souvisí i volba zkušební frekvence, rozměru měniče a úhel sondy.
- Kalibrace přístroje a sond pomocí měrek
 - Kalibrace časové základny
 - Kontrola linearity
 - Hloubková rozlišovací schopnost
 - Kontrola bodu výstupu sondy
 - Kontrola úhlu lomu
 - Stanovení délky mrtvého pásma přímé sondy

- Nastavení citlivosti zkoušení
 - Nastavení přístroje, při kterém se vada za definovaných podmínek projeví poruchovým echem dané výšky. Provádí se pomocí srovnávacích měrek.
- Nanesení prostředku akustické vazby
 - Vazební prostředek potřebný k přenosu ultrazvukové energie ze sondy do materiálu.
 - kontaktní
 - mezerová
 - imersní
 - vazba na horké povrchy
- stanovení šířky kontrolovaného pásma
 - určení vzdálenosti mezi dvěma polohami sondy, při které se ultrazvukový svazek odráží od téhož povrchu, na kterém je sonda přiložena
- kontrola materiálu v okolí svaru přímou sondou
- materiál je potřeba z důvodu toho, aby zkoušení úhlovou sondou nebylo ovlivněno vadami nebo útlumem
- vyhledávání vad
 - úhlovou sondou
 - dvojicí sond
- vyhodnocení vad
 - vyhodnocování vad pomocí srovnávacích měrek
 - vyhodnocování vad pomocí vyhodnocovacích diagramů

Stupeň přípustnosti zkoušení vad ve svarech je prováděno dle normy ČSN EN ISO 11666, jiné stupně přípustnosti mohou být dohodnuty mezi smluvními stranami. Pro stanovení těchto stupňů jsou důležité tyto indikace[31;32;42]:

- maximální výška vadového echa
- délka indikace

Indikace se hodnotí jako podélné nebo příčné dle orientace hlavního rozměru. Pokud není možné jednoznačné zařazení, tak jsou určeny jako příčné. Pro jejich rozdělení na přípustné a nepřípustné je potřeba vyhodnotit všechny indikace a ty, u kterých překročí výška echa úroveň pro hodnocení a ty, které jsou posouzeny jako plošné, se vyhodnocují jako nepřípustné. [31;32]



Obr. 19 Vyhodnocení ultrazvukové zkoušky NDT

3 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY

Kapitola předkládá bodově zpracovaný technologický postup výroby s kompletní fotodokumentací celé výroby. Kompletně vypracovaný technologický postup výroby je přiložen v příloze č.8.

- Plášť je tvořen zakruženými segmenty z materiálu P265GH. Segmenty jsou tvořeny dvěma zakruženými plechy. Plechy bylo v první řadě potřeba vypálit plazmovým hořákem. Následně byly svarové plochy segmentů upraveny podle WPS a výkresové dokumentace. V poslední řadě byly rovné části pláště zakruženy přímo ve firmě na zakružovacím stroji a kuželové části pláště v kooperaci.



Obr. 20 Zakružené segmenty pláště

- Pro dodržení vnějšího průměru pláště materiálového zásobníku bylo potřeba vytvořit skládací platformu, protože plášť je tvořen zakruženými segmenty a mohlo by dojít k odchylce od rozměru. Platforma byla vytvořena z plechu, na který se přivařily zářezky, které na obvodu měly požadovaný vnější průměr předepsaný ve výkresové dokumentaci. Platforma sloužila k umístění prvního segmentu pláště neboli středového segmentu. Obě poloviny segmentu byly ustaveny do polohy s požadovaným průměrem a sestaveny na platformě.



Obr. 21 Platforma a ustavení prvního segmentu pláště

- Poté co byl první segment pláště ustaven na platformě, se pokračuje jeho skládáním. Nejdříve se umístí první polovina z vrchních segmentů, sestahuje se a poté se úplně stejným způsobem ustaví i druhá polovina. Následně se celá sestava obrátí na opačnou stranu pomocí jeřábu a pomocných manipulačních ok. Po obrácení se začne umísťovat první ze spodních segmentů po půlkách stejně jako u předchozího vrchního segmentu. Po jeho ustavení a upevnění se pomocí jeřábu umístí poslední ze spodních segmentů

a sestahuje se. Druhý vrchní segment je umístěn až později skrze montáž otěruvzdorného opláštění uvnitř materiálového zásobníku.



Obr. 22 Skládání pláště

- Po sestavení první části pláště byly jednotlivé části svařeny. Pro svařování jednotlivých segmentů byla použita metoda 136. Z důvodu výšky dílce, a tím vznikajícím problémem se špatně dosažitelnými svary, byly pro lepší manipulaci a otáčení dílce také přivařena další pomocná jeřábová oka. Manipulace byla prováděna pomocí jednoho až dvou mostových jeřábů v závislosti na složitosti pohybu. Po svařování je provedena kontrola svaru pomocí NDT zkoušek v předepsaném rozsahu.



Obr. 23 Svařování pláště

- Po svaření prvních segmentů pláště následuje sestavení vázacího systému sloužícího k upevnění zásobníku k vysoké peci. Tento systém je tvořen dvěma prstenci umístěnými ve spodní části dílu. Prstence jsou tvořeny dvěma půlkruhovými výpalky, u kterých jsou následně po vypálení svarové plochy upraveny dle WPS a svařeny k sobě metodou 135. Do spodního prstence byly před skládáním vyvrtány díry pro upevňovací šrouby. Po ustavení prstenců do správné polohy jsou vyztuženy plechy přivařeny do mezery mezi nimi a jsou přivařeny k plášti materiálového zásobníku.



Obr. 24 Montáž upevňovacího systému

- Opláštění z ořezvzdorné oceli se skládá ze tří částí. Z horního opláštění, které je tvořeno ořezvzdorným materiálem Durostat 400 ve formě zakružených plechů, prostředního žebrování tvořeného materiálem Dillidur 550 z důvodu největšího ořezového namáhání a spodního žebrování tvořeného materiálem Xar 400. Prostřední a spodní část vyložení byla tvořena žebry, které byly přivařeny za pomoci metody 135 a 111 s předehřevem. Protože se hubice hořáku pro svařování metodou 135 nevlezla do mezery mezi žebry, bylo potřeba druhou stranu každého žebra svařovat metodou 111. U svařování jednotlivých žebrování bylo potřeba sledovat šířku mezery z důvodu dodržení rozměrů uvedených ve výkresové dokumentaci. Vrchní část vyložení byla svařována pomocí metody 135.



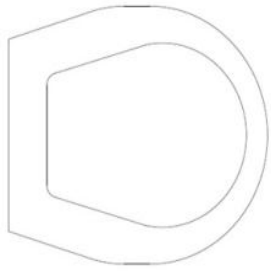
Obr. 25 Montáž opláštění z ořezvzdorné oceli

- Následně potom co je opláštění z ořezvzdorného materiálu zkompletováno, přišlo na řadu umístit poslední segment vrchní poloviny pláště. Stejně jako u předchozích segmentů se pomocí jeřábu nejdříve ustaví a přistěhuje první polovina a následně i ta druhá. Po ustavení a upravení rozměrů, aby seděly na výkresovou dokumentaci se poslední segment pláště svaří metodou 136.



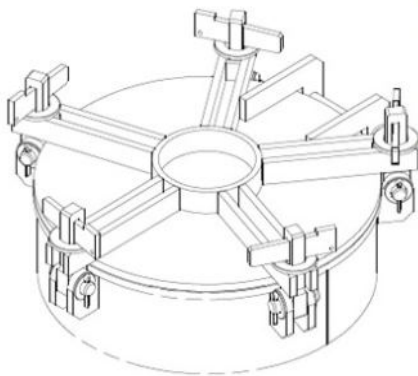
Obr. 26 Doskládání pláště

- Po sestavení pláště se na materiálový zásobník pomocí jeřábu umístí hrdlo pro umístění násypky. Jedná se o plech vypálený plazmovým hořákem do tvaru násypky, který je k plášti přivařen pomocí metody 136, protože se jedná o polohové svary.



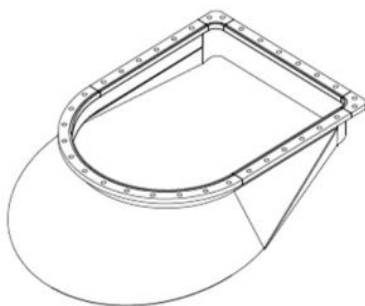
Obr. 27 Přivaření hrdla pro násypku

- Před umístěním násypky je potřeba provést montáž vstupních hrdel materiálového zásobníku. V první řadě jsou za pomoci kyslíkového hořáku vypáleny do pláště otvory. Hrany těchto otvorů jsou pak upraveny, aby bylo možné ustavit jednotlivá hrdla dle výkresové dokumentace. Po jejich ustavení a sestehování, jsou pak přivařeny pomocí metody 135 k plášti zásobníku a je provedena kontrola pomocí zkoušek NDT v rozsahu předepsaném v dokumentaci.



Obr. 28 Montáž hrdel

- Vstupní násypka je sestava tvořená vypálenými a zakruženými plechy, které jsou svařeny pomocí metody 135. Po sestavení je pak násypka pomocí jeřábu umístěna a správně ustavena na vrch materiálového zásobníku. Po správném ustavení je pak přistehována a následně svařována metodou 136 a je provedena kontrola pomocí zkoušek NDT v rozsahu předepsaném v dokumentaci.



Obr. 29 Montáž násypky

- Po upevnění všech hrdel a násypných systému je potřeba provést kompletaci zbylých prvků jako čepy, kola a víka. Jedná se hlavně tedy o sestavu pojezdových kolejničových kol, které jsou tvořeny plazmou pálenými deskami, stojnými trubkami, vzpěrami, soustruženými koly a čepy. Celá sestava je postupně skládána přímo na materiálový zásobník, kdy jsou samozřejmě prováděny rozměrové úpravy skrze správné dolehnutí na plášť a rozměrovou přesnost. Pro upevnění sestavy byla použita metoda 136 s následovnou kontrolou svarů pomocí NDT zkoušek.



Obr. 30 Kompletace zásobníku

- Potom co je celý díl sestaven se provede rozměrová kontrola. Dojde k odstranění všech pomocných ok a následné kontrole povrchu zkouškami NDT. Celý dílec je následovně očištěn od všech nečistot a nečistoty. Provede se odmaštění a lakování s následnou kontrolou nátěru. Jako nátěr byla předepsána barva Hempels silicone zinc 16900, což je tepelně odolný zinkem pigmentovaný silikonový nátěr odolný teplotám až 400°C. Nelakované plochy jsou zakonzervovány. Poslední v řadě je pak příprava na export k zákazníkovi.



Obr. 31 Zkompletovaný a nalakovaný materiálový zásobník

4 PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části se zaměřuji na svařování materiálového zásobníku, přesněji tedy na kombinace materiálu P265GH/P265GH svařované technologií FCAW. Dále pak na svařování kombinací otěruvzdorných materiálu s ocelí na tlakové nádoby XAR400/P265GH, Dillidur550/P265GH a Durostat400/P265GH pomocí technologií MAG a obalovanou elektrodou. Následně pak kontrolou svarů pomocí technologií NDT.

4.1 Použité svařovací zařízení

Ke svařování materiálového zásobníku technologií MAG/FCAW byla použita svářecí poloautomatická souprava od firmy Fronius model TPS 500i. Tato svařovací souprava je schopná svařovat jak technologií MAG, tak i technologií FCAW po přepnutí programu a následném upravení svařovacích parametrů dle WPS. Pro svařování obalovanou elektrodou byla použita svářečka Fronius Transpocket 1500 a to z důvodu její kompaktnosti, protože se s ní svařovalo vnitřní opláštění z otěruvzdorného materiálu.



Obr. 32 Svařovací zařízení

Tab. 9 Tabulka parametrů svářecího zařízení Transpocket 1500 [46]:

Svařovací proud MMA	15-140 A
Svařovací proud TIG	15-150 A
Napájení	230V
Jištění	16A
Zatěžovatel TIG 25 %	150A
Zatěžovatel MMA 30 %	140A
Zatěžovatel MMA 100 %	80A
Rozměry	315x110x200mm
Hmotnost	4,7Kg

Tab. 10 Tabulka parametrů svařovacího zařízení TPS 500i [47]:

Svařovací proud maximální	500,0 A
Svařovací proud minimální	3,0 A
Svařovací proud / dovolené zatížení [10min/40°C]	500A / 40 %
Svařovací proud / dovolené zatížení [10min/40°C]	430A / 60 %
Svařovací proud / dovolené zatížení [10min/40°C]	360A / 100 %
Rozsah pracovního napětí	14,2-39,0V
Napětí naprázdno	71,0 V
Síťová frekvence	50-60Hz
Síťové napětí	3 x 400V
Síťové jištění	35A
Rozměr / šířka	300,0 mm
Rozměr / délka	706,0 mm
Váha	38,0 kg
Krytí	IP23

Při svařování obalenou elektrodou je potřeba použít vysoušecí pec kvůli eliminaci nežádoucího vodíku, který by mohl vzniknout z důvodu navlhnutí obalených elektrod. Doba vysoušení elektrod je stanovena výrobcem, v případě použitého přídavného materiálu OK 48.00 je doba vysoušení 2h na teplotě 350°C. Po vysušení elektrod je použit přenosný tubus, který slouží k udržení teploty elektrod, aby nedošlo k jejich opakovanému navlhnutí a nemusel se celý proces vysoušení opakovat.



Obr. 33 Vysoušecí pec a tubus

4.2 Výpočet předeřevu

Výpočet předeřevu se skládá z několika operací, a to z výpočtu uhlíkového ekvivalentu, výpočtu vneseného tepla a volby metody, podle které se teplota předeřevu bude počítat.

4.2.1 Výpočet uhlíkového ekvivalentu

V první řadě pro vytvoření svařovacího postupu je potřeba spočítat zda bude daný materiál předeříván. Pro volbu metody výpočtu předeřevu je nutné znát tloušťku materiálu a spočítat uhlíkový ekvivalent CET[48]:

$$\text{CET} = \text{C} + \frac{\text{Mn} + \text{Mo}}{10} + \frac{\text{Cr} + \text{Cu}}{20} + \frac{\text{Ni}}{40} [\%]$$

Výpočet CET pro Dillidur 550:

d = 30mm

Tavba: 741113

Číslo certifikátu: 447701-001

$$\text{CET} = 0,344 + \frac{0,738 + 0,267}{10} + \frac{0,27 + 0,225}{20} + \frac{0,361}{40}$$

$$\text{CET} = 0,478 \%$$

Výpočet CET pro Xar 400:

d = 30mm

Tavba: 622616

Číslo certifikátu: 1809530001

$$\text{CET} = 0,152 + \frac{1,31 + 0,003}{10} + \frac{0,684 + 0,010}{20} + \frac{0,021}{40}$$

$$\text{CET} = 0,319 \%$$

Výpočet CET pro Durostat 400:

d = 10mm

Tavba: 735617

Číslo certifikátu: Q0492895

$$\text{CET} = 0,136 + \frac{1,49 + 0,008}{10} + \frac{0,49 + 0,012}{20} + \frac{0,045}{40}$$

$$\text{CET} = 0,312 \%$$

Z výsledků výpočtu uhlíkového ekvivalentu pro materiály Xar400, Durostat 400 a Dillidur 550 byl zvolen výpočet dle normy ČSN EN 1011-2 metoda B, tato metoda je vhodná pro parametry[48]:

CET = 0,2 – 0,5 %

D = 10 – 90mm

HD = 1 – 20ml × 100g⁻¹

Qs = 0,5 – 4,0kj × mm⁻¹

4.2.2 Výpočet vneseného tepla

Po volbě metody výpočtu uhlíkového ekvivalentu je potřeba také spočítat vnesené teplo Q_s od jednotlivých použitých přídavných materiálů, jehož hodnota bude následně použita pro výpočet teploty přehřevu. Vzorec pro výpočet vneseného tepla[48]:

$$Q_s = k \cdot \frac{U \cdot I}{v} \cdot 10^{-3} [\text{kJ} \cdot \text{mm}^{-1}]$$

Q_s – vnesené teplo

k – tepelná účinnost (pro MMA 0,8; MAG 0,8)

U – napětí [V]

I – proud [A]

v – rychlost svařování [$\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$]

Výpočet vneseného tepla pro přídavný materiál OK 48.00:

Klasifikace- EN ISO 2560-A

Obsah vodíku ve svarovém kovu - max. 5 ml/100g

Parametry pro metodu 111:

$$I = 168 [\text{A}]$$

$$U = 26 [\text{V}]$$

$k = 0,8$ (tepelná účinnost pro metodu 111)

$$v = 5,83 [\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}]$$

$$Q_s = 0,8 \cdot \frac{26 \cdot 168}{5,83} \cdot 10^{-3}$$

$$Q_s = 0,599 \text{ kJ} \cdot \text{mm}^{-1}$$

Výpočet vneseného tepla pro přídavný materiál OK ARISTOROD 12.50:

Klasifikace- EN ISO 14341-A

Obsah vodíku ve svarovém kovu - max. 5 ml/100g

Parametry pro metodu 135:

$$I = 276 [\text{A}]$$

$$U = 27 [\text{V}]$$

$k = 0,8$ (tepelná účinnost pro metodu 135)

$$v = 4,67 [\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}]$$

$$Q_s = 0,8 \cdot \frac{27 \cdot 276}{4,67} \cdot 10^{-3}$$

$$Q_s = 1,27 \text{ kJ} \cdot \text{mm}^{-1}$$

Jak je možné pozorovat z vypočítaných hodnot. Tak vnesené teplo od přídavného materiálu OK 48.00 bude $0,599 \text{ kJ} \cdot \text{mm}^{-1}$ a od materiálu OK Aristorod $1,27 \text{ kJ} \cdot \text{mm}^{-1}$.

4.2.3 Výpočet teploty předehřevu

Ve chvíli kdy máme spočítaný uhlíkový ekvivalent, zvolenou metodu výpočtu a dopočítané vnesené teplo od přídavných materiálů, tak je možné spočítat teplotu předehřevu

Výpočet teploty předehřevu T_p dle ČSN EN 1011-2 metoda B[48]:

$$T_p = 697 \cdot CET + 160 \cdot \tanh\left(\frac{d}{35}\right) + 62 \cdot HD^{0,35} + (53 \cdot CET - 32) \cdot Q_s - 328 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Q_s – vnesené teplo

CET – uhlíkový ekvivalent

HD – obsah difuzního vodíku v přídavném materiálu

Výpočet teploty předehřevu T_p pro Dillidur 550:

Metoda 111, přídavný materiál OK 48.00

$$T_p = 697 \cdot 0,478 + 160 \cdot \tanh\left(\frac{30}{35}\right) + 62 \cdot 5^{0,35} + (53 \cdot 0,478 - 32) \cdot 0,599 - 328$$

$$T_p = 221,24^\circ\text{C}$$

Metoda 135, přídavný materiál OK Aristorod

$$T_p = 697 \cdot 0,478 + 160 \cdot \tanh\left(\frac{30}{35}\right) + 62 \cdot 4^{0,35} + (53 \cdot 0,478 - 32) \cdot 1,27 - 328$$

$$T_p = 208^\circ\text{C}$$

Výpočet teploty předehřevu T_p pro Xar 400

Metoda 111, přídavný materiál OK 48.00

$$T_p = 697 \cdot 0,319 + 160 \cdot \tanh\left(\frac{30}{35}\right) + 62 \cdot 5^{0,35} + (53 \cdot 0,319 - 32) \cdot 0,599 - 328$$

$$T_p = 105,37^\circ\text{C}$$

Metoda 135, přídavný materiál OK Aristorod

$$T_p = 697 \cdot 0,319 + 160 \cdot \tanh\left(\frac{30}{35}\right) + 62 \cdot 4^{0,35} + (53 \cdot 0,319 - 32) \cdot 1,27 - 328$$

$$T_p = 87,06^\circ\text{C}$$

Výpočet teploty předehřevu T_p pro Durostat 400

Metoda 135, přídavný materiál OK Aristorod

$$T_p = 697 \cdot 0,312 + 160 \cdot \tanh\left(\frac{10}{35}\right) + 62 \cdot 4^{0,35} + (53 \cdot 0,312 - 32) \cdot 1,27 - 328$$

$$T_p = 15^\circ\text{C}$$

Z výpočtu teploty předehřevu pro materiál Durostat 400 bylo ověřeno, že tak tenký materiál není potřeba předehřívát. Co se týče materiálu XAR 400 pro svařování metodou 111 předehřev vyšel $105,37^\circ\text{C}$ a pro metodu 135 předehřev vyšel $87,06^\circ\text{C}$. U materiálu Dillidur předehřev pro metodu 111 vyšel $221,24^\circ\text{C}$ a pro metodu 135 vyšel 208°C . V praxi není možné udržet vypočtenou hodnotu předehřevu stále na stejné teplotě, proto byla zvolena minimální teplota předehřevu 200°C pro oba materiály dle doporučení výrobce. Ke kontrole předehřevu byl použit dotykový teploměr.

4.3 Svařovací postup

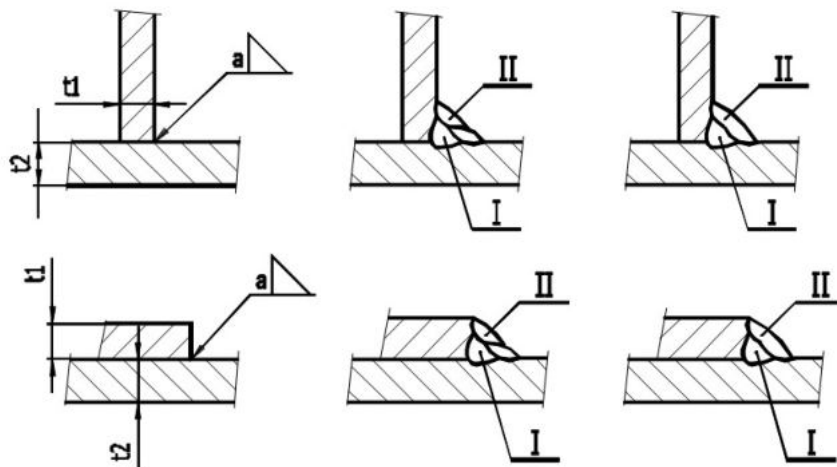
Celé svařování součásti má určitá specifika, která je potřeba v průběhu celého procesu svařování dodržovat. Tyhle specifikace jsou pak vypsány ve svařovacím plánu a plánu zkoušek, který je přiložen v příloze č.9. Tento dokument obsahuje:

- Číslo výkresu
- Číslo svaru
- Rozměr svaru
- Typ svaru
- Počet svarů
- Svařovaný materiál
- Číslo WPS
- Metodu svařování
- Přídavný materiál
- Rozsah NDT

Pro vytvoření svařovacího plánu součásti je potřeba vytvořit WPS, což je stanovený postup svařování daných svarů, který se zpracuje z ověřeného postupu svařování WPQR. WPS specifikuje jakou metodou a za jakých parametrů bude daný spoj svařován, dále pak uvádí typ svaru, techniku a polohu svařování, základní materiál a jeho tloušťku, přídavný materiál, teplotu předehřevu, tepelné zpracování po svařování a použitý ochranný plyn.

4.3.1 WPS pro kombinaci materiálů P265GH/P265GH

Svařování bylo provedeno metodou FCAW neboli trubičkovým drátem dle normy EN ISO 4063, kdy byl použit z důvodu svařování polohových svarů přídavný materiál OUTERSHIELD 71E-H o průměru 1,2 mm. Obyčejný svařovací drát jako ESAB OK ARISTOROD by v případě svařování polohových svarů tvořil hrubou strukturu, která je nežádoucí. Jako ochranný plyn byl použit plyn od firmy Linde Corgon 18 se složením 82%Ar+18%CO₂ o množství 15-20 l/min. Povrch před svařováním musel být třískově obrobený a odmaštěný nebo pálený a broušením zbaven vrubu a nečistot. Jednalo se o svár vícevrstvý svařovaný polohou PB neboli housenkou rovnou bez rozkyvu specifikovanou normou EN ISO 6947. Tloušťka základního materiálu byla 12mm. Svařování proběhlo bez předehřevu a bez následného tepelného zpracování po svařování. Vyhotovená WPS je přiložena v příloze č.10. [49;50]



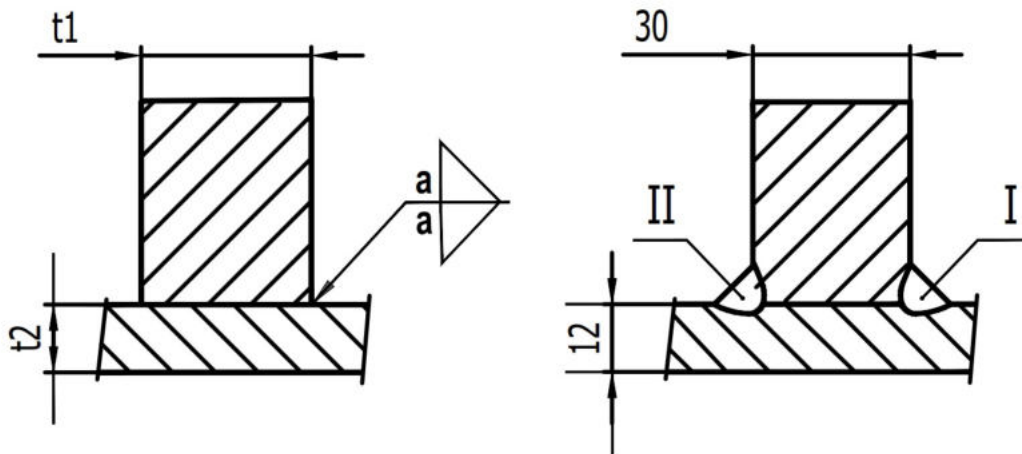
Obr. 34 Schéma svaru pro kombinaci svaru P265GH/P265GH

Tab. 11 Tabulka svařovacích parametrů:

Vrstva svaru		I	II	III
Počet housenek		1	1	1
Polohy svařování		PB	PB	PB
Svař. proces		136	136	136
Svařovací materiály	klasifikace	T 46 3 P M 1 H	T 46 3 P M 1 H	T 46 3 P M 1 H
	průměr	1,2	1,2	1,2
Svařovací proud	Typ polar.	DC/+	DC/+	DC/+
	rozsahy	185-200	210-220	195-205
Rozsah napětí (V)		22-23	22-23	22-23
Rozsah sv. rychl. (cm/min)		19-21	14-16	45-47
Roz. Rychl. Podávání (m/min)		5-7	7-10	5-7
Tepelný příkon (kJ/mm)		-	-	-

4.3.2 WPS pro kombinaci materiálů DILLIDUR 550 a XAR400/P265GH

Svařování otěruvzdorného opláštění z materiálů XAR400 a DILLIDUR 550 bylo provedeno pomocí metody svařování MAG a metody svařování obalenou elektrodou dle normy EN ISO 4063. Svar byl tvořen jednou housenkou bez podložky. Jednalo se o svar svařovaný v poloze PB, tedy housenkou rovnou bez rozkyvu dle EN ISO 6947. Jako přídatný materiál pro metodu 111 byl zvolen ESAB OK 48.00 a pro technologii 135 ESAB OK ARISTOROD 12.50. Tyto přídatné materiály byly voleny z důvodu upřednostnění houževnatosti svaru před jeho otěruvzdornými vlastnostmi, protože konstrukční řešení opláštění zamezuje přímému kontaktu svaru se vsázkou. Díky tomu nebylo potřeba svařovat otěruvzdornějšími materiály. Avšak při dopadu vsázky na opláštění dochází k vibracím a mohlo by dojít k praskání svaru. Proto byly zvoleny přídatné materiály měkčí a tažnější, který splňoval mechanické požadavky. Ochranný plyn byl použit od firmy Linde Corgon 18 se složením 82%Ar+18%CO₂ o množství 15-20 l/min. Svařování proběhlo s přehřevem o min. hodnotě 200°C bez následného tepelného zpracování po svařování. Povrch před svařováním musel být třískově obrobený a odmaštěný nebo pálený a broušením zbaveny vrubu a nečistot. Tloušťka materiálu P265GH byla 12 mm a u otěruvzdorných žebor 30 mm. Vyhotovená WPS je přiložena v příloze č.11. [49;50]



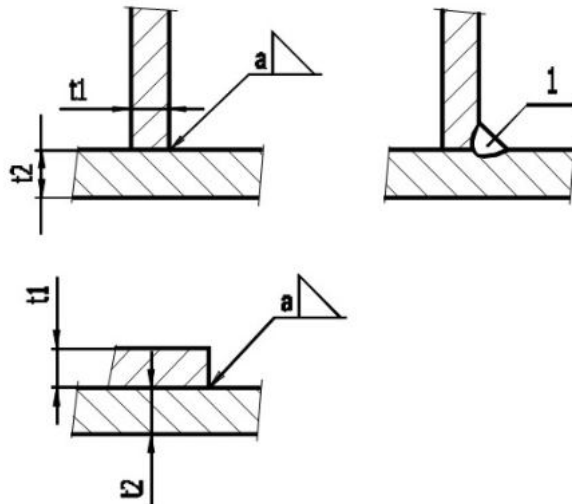
Obr. 35 Schéma svaru pro kombinaci svaru DILIIDUR550 a XAR400/P265GH

Tab. 12 Tabulka svařovacích parametrů:

Vrstva svaru		I	II
Počet housenek		1	1
Polohy svařování		PB	PB
Svař. proces		135	111
Svařovací materiály	klasifikace	G3 Si1	E 42 4 B 42 H 5
	průměr	1,2	4,0
Svařovací proud	Typ polar.	DC/+	DC/+
	rozsahy	250-300	125-210
Rozsah napětí (V)		26-28	25-27
Rozsah sv. rychl. (cm/min)		27-29	34-36
Roz. Rychl. Podávání (m/min)		9-12	-
Tepelný příkon (kJ/mm)		1,27	0,599

4.3.3 WPS pro kombinaci materiálů DUROSTAT 400/P265GH

Svařování ořezavzdorného opláštění z DUROSTAT400 bylo provedeno pomocí technologie MAG dle normy EN ISO 4063. Jednalo se o svar tvořený jednou housenkou bez podložky svařovaný technikou PB dle normy EN ISO 6947. Jako přídavný materiál byl použit ESAB OK ARISTOROD 12.50 o průměru 1,2 mm. Jeho použití bylo stejné jako u předchozí kombinace zvoleno z důvodu upřednostnění houževnatosti před ořezavzdorností, protože v tomto případě vsázka s touto částí opláštění je v minimálním kontaktu, ale dochází k vibracím při plnění zásobníku vsázkou a mohlo by dojít k prasknutí svaru. Jako ochranný plyn byl znovu použit od firmy Linde Corgon 18 se složením 82%Ar+18%CO₂ o množství 15-20 l/min. Povrch před svařováním musel být třískově obrobeneý a odmaštěný nebo pálený a broušením zbavený vrubu a nečistot. Svařování proběhlo bez předehřevu. Tloušťka pláště z P265GH byla 12mm a tloušťka ořezavzdorného opláštění z materiálu DUROSTAT 400 byla 10mm. Vyhotovená WPS je přiložena v příloze č.12. [49;50]



Obr. 36 Schéma svaru pro kombinaci svaru DUROSTAT400/P265GH

Tab. 13 Tabulka svařovacích parametrů:

Vrstva svaru		I
Počet housenek		1
Polohy svařování		PB
Svař. proces		135
Svařovací materiály	klasifikace	G3 Si1
	průměr	1,2
Svařovací proud	Typ polar.	DC/+
	rozsahy	250-300
Rozsah napětí (V)		27-32
Rozsah sv. rychl. (cm/min)		-
Roz. Rychl. Podávání (m/min)		9-12
Tepelný příkon (kJ/mm)		1,27

4.4 Vyhodnocení NDT zkoušek

Postup kontroly výrobku je sepsán v plánu kontrol a zkoušek, který je přiložen v příloze č.13. Kontrola výrobku je složena z několika částí, které jsou prováděny v průběhu celé výroby:

- Kontrola konstrukčních charakteristik
- Kontrola atestů
- Kontrola kvalifikace zaměstnanců
- Kontrola svařovacího procesu
- Kontrola po svaření
- Konečná kontrola

Pro test svarů a toho zda jsou vyhovující, byly konstruktérem stanoveny čtyři nedestruktivní zkoušky, které jsou předepsány v plánu kontrol a zkoušek:

- Vizuální zkouška
- Penetrační zkouška
- Magnetická prášková zkouška
- Ultrazvuková zkouška

Zkoušky musí být provedeny a vyhodnocovány certifikovaným pracovníkem a všechny přístroje, měřidla a použitá zařízení musí být řádně kalibrovány a pravidelně kontrolovány.

4.4.1 Vizuální kontrola

První zkouškou při vyhodnocení svarů NDT zkouškami byla vizuální zkouška, která byla prováděna průběžně po dobu celého svařování dílce. Zkouška měla odhalit všechny povrchové vady pozorovatelné pouhým okem nebo za pomoci zvětšovacího zařízení. Na zkoušku byly využity následující pomůcky:

- Luxmetr
- Lupa
- Víceúčelová měrka
- Aku svítilna

Proces zkoušení byl prováděn dle normy ČSN EN ISO 17637. Ke splnění podmínky minimální intenzity bylo použito umělé světlo. Rozsah zkoušky je vždy stanoven na 100%. [35]

Tab. 14 Příklad hledaných vad při vizuální zkoušce:

Vada	Referenční číslo
Nesouvislý svar	5012
Povrchový pór	2017
Koncová kráterová staženina	2025
Neprovařený kořen	4021
Nadměrné převýšení svaru	502, 503
Nadměrné převýšení kořene	504
Rozstřík	602
Dotyk elektrodou	603
Lineární přesadění	507
Nevyhovující napojení	517

Na celém rozsahu zkoušených svarů byly vyhodnocovány vady, které jsou klasifikované normou ČSN EN ISO 6520-1 a všechny kontrolované svary spadaly do přípustnosti dle normy ČSN EN ISO 5817 st. B nebo C. Z toho vyplývá, že svary byly vyhodnoceny jako vyhovující.[34;36]

4.4.2 Kapilární zkouška

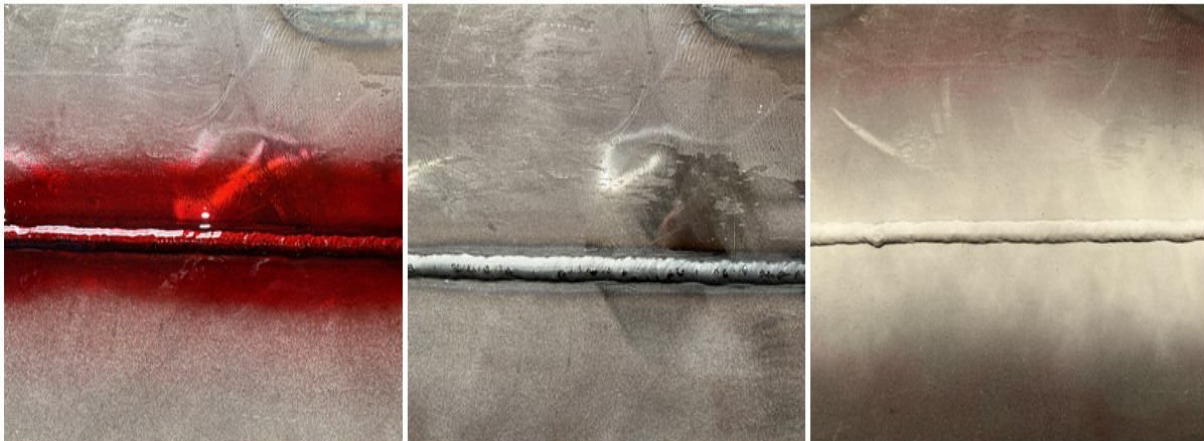
Druhou předepsanou zkouškou byla zkouška kapilární, nebo-li penetrační. Postup zkoušení byl složen z několika fází. Nejprve bylo provedeno očištění povrchu otryskáním, aby byl povrch zbaven okují a větších nečistot, následně místa zkoušení byly odmaštěny a po-té byl povrch osušen. Dále bylo provedeno měření teploty povrchu, kdy byla změřena teplota 22°C. Poté došlo na nanesení penetrantu. Nanášení penetrantu bylo provedeno nátěrem a předepsaná

doba působení byla 10 minut. Po uplynutí předepsané doby působení se odstranil přebytek penetrantu a nanasla se nástřikem vývojka, doba působení byla předepsána znovu na 10 minut. Po uplynutí dané doby působení vývojky, bylo možné vyhodnotit svary. Po vyhodnocení indikací byly za pomoci čističe odstraněny a očištěny všechny zbytky činidel. Celý proces zkoušení probíhal podle normy ČSN EN ISO 3452-1. Rozsah zkoušení byl předepsán na 5% z celkového objemu svarů. Na zkoušku byly použity činidla od firmy SPANJAARD[37]:

- Penetrant – SPANJAARD Penetrant
- Vývojka – SPANJAARD Developer
- Čistič – SPAANJARD Cleaner



Obr. 37 Použité činidla a luxmetr



Obr. 38 Průběh kapilární zkoušky

Na zkoušku byly využity tyto pomůcky:

- Luxmetr
- Lupa
- Akusvítlna
- Svinovací metr
- Posuvné měřidlo
- teploměr

4.4.3 Zkouška magnetická prášková

Další zkouškou provedenou k ověření kvality svaru byla magnetická prášková metoda. Stejně jako zkouška penetrační byla určena k zjištění vad na povrchu a uvnitř svaru. Nejprve byl povrch otryskán a kartáčován pro odstranění okují od svařování a následně odmaštěn od tuků a jiných nečistot. Před zkouškou byla naměřena teplota povrchu 22°C. Po-té bylo provedeno zmagnetizování podkovou proudem typu AC o velikosti větší než 2,6 kA/m. V průběhu magnetizování byl nanášen detekční prášek a kontrastní barva pro zjištění indikací. Pro lepší viditelnost bylo využito umělé světlo. Po vyhodnocení proběhlo změření zbytkového magnetizmu a detekční prášek včetně kontrastní barvy byly odstraněny pomocí čističe. Zkouška byla prováděna dle normy ČSN EN ISO 17638 a v technickém předpisu byla předepsána v rozsahu 5% u vybraných kombinací. Pro zkoušku byly zvoleny prostředky[39]:

- Detekční prášek – Pfinder 250
 - Způsob nanášení – nástřík
- Kontrastní barva – Pfinder 280
 - Způsob nanášení – nástřík
- Čistič – Pfinder 890
 - Způsob nanášení – nástřík+utěrka



Obr. 39 Použité vybavení na magnetickou práškovou zkoušku



Obr. 40 Průběh zkoušení

Ke zkoušce byly využity následující pomůcky:

- luxmetr,
- teploměr, závaží,
- měrka MTU č.3,
- Bertholdova měrka

4.4.4 Ultrazvuková zkouška

Poslední zkouška, která byla provedena při zkoušení kvality svaru byla zkouška ultrazvuková. Cílem zkoušení bylo zjistit a označit vnitřní vady svaru. Bylo provedeno otryskání a kartáčování skrze zbavení okují a nečistot. Byla naměřena teplota povrchu 22°C. Jako vazební prostředek byl zvolen VGT-FYr ver.H. Pro měření byl využit přístroj SIUI CTS 9006 na kterém byla nastavena citlivost a vzdálenosti podle měrek K1 a K2. Měřilo se pomocí dvou sond. První byla sonda UM4Z45 o měřicím úhlu 45° o rozměru 8x9 s použitou frekvencí 4 MHz, se zesílením 56dB a rozsahem časové brány 40. Druhou sondou byla sonda UM4Z60 o měřicím úhlu 60° s frekvencí 4 MHz, zesílením 58dB a rozsahem časové brány 60. Zkouška byla provedena dle normy ČSN EN ISO 17640-B a rozsah zkoušení byl 10%. [41]



Obr. 41 Použité vybavení na zkoušku



Obr. 42 Zkoušení svaru ultrazvukem

4.4.5 Vyhodnocení NDT zkoušek

Svary na materiálovém zásobníku byly vyhodnocovány dle plánu kontrol a zkoušek. Tento orazítkovaný dokument je přiložen v příloze č.13 a stanovuje druhy zkoušek, kterými bylo nutné jednotlivé svary vyhodnotit a zkontrolovat. Zároveň tento dokument potvrzuje a dokládá jejich provedení. V práci byly vyhodnocovány svary spojující segmenty pláště z materiálu P265GH, svary u vrchní části opláštění z materiálu DUROSTAT 400 a také svary spojující žebra opláštění z materiálu XAR400 a DILLIDUR550 a plášť zásobníku. Ke každé zkoušce je v příloze doložen také protokol o provedení dané zkoušky.

Svar na plášti z materiálu P265GH, tedy svar označený v plánu svařování jako W6, měl předepsaný rozsah 10% ultrazvukem a 5% magnetickou práškovou metodou. Jednotlivé průběhy zkoušení jsou popsány v předchozích kapitolách. U zkoušky ultrazvukem byl použit pro vyhodnocení AVG diagram. Zkouška byla vyhodnocována podle normy ČSN EN ISO 11666 stupeň přípustnosti 2. Při vyhodnocování nebyla zjištěna žádná nepřipustná vada a svary byly vyhovující. Zkouška magnetická prášková byla vyhodnocována podle normy ČSN EN ISO 23278-2x. Zkoušené svary byly vyhodnoceny jako vyhovující bez indikací trhlin a dalších nepřipustných vad. Samozřejmě byl svár zkontrolován vizuálně, ale tato zkouška je vždy předepsána u každého svaru v rozsahu 100 %.[40;42]

Dále byly kontrolovány svary na žebrech opláštění z otěruvzdorných materiálů XAR400 a DILLIDUR550, přivařené k plášti z oceli P265GH. Ve svařovacím plánu jsou tyto svary označeny jako W106 a W107. Svary měli předepsány jednu zkoušku NDT a to zkoušku penetrační nebo-li zkoušku kapilární. Zkouška byla předepsána v rozsahu 5% a samozřejmě byla provedena zkouška vizuální v rozsahu 100%. Vyhodnocení kapilární zkoušky proběhlo po době určené k působení vývojky. Celé vyhodnocení vad bylo provedeno dle normy ČSN EN ISO 23277 st.2X. Na celém rozsahu zkoušených svarů nebyla nalezena žádná nepřipustná vada a zkouška byla vyhodnocena jako vyhovující.[38]

Poslední svary, které byly vyhodnocovány, jsou svary na opláštění z DUROSTAT400 v kombinaci s materiálem P265GH. Svary jsou v plánu svařování označeny jako W108. Pro test těchto svarů byla předepsána zkouška magnetická prášková a zkouška kapilární v rozsahu 5%. Zkouška magnetická prášková byla vyhodnocována podle normy ČSN EN ISO 23278-2x. Kapilární zkouška pak byla vyhodnocována dle normy ČSN EN ISO 23277 st.2X. Na celém rozsahu zkoušených svarů nebyla nalezena žádná nepřipustná vada a zkoušky byly vyhodnoceny jako vyhovující.[38;40]

5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Při výrobě materiálového zásobníku byly využity standartní materiály jakosti P265GH, S235JR, S355J2 a ořezovadlné materiály typu Dillidur 550, XAR 400, DUROSTAT 400. Společnost k výrobě využila vlastní strojní zařízení. V kooperaci bylo pouze provedeno pouze zakružení kuželových částí pláště. Svařovací procesy byly pokryty WPQR, které společnost běžně využívá. Materiálový zásobník byl vyroben zaměstnanci společnosti.

Pro ekonomické vyhodnocení této zakázky jsem bral v potaz přímé náklady, tedy nákup materiálu, vypracování dokumentace do výrobní podoby externím projektantem, dále pak kooperaci na zakružení plechů. Do přímých vstupních nákladů je taky zahrnuta také cena požadované povrchové úpravy tryskáním a lakováním.

Tab. 15 Nákupní cena materiálu:

Plech	1 880 000,- Kč
Profily	90 000,- Kč
Svařovací materiál	39 500,- Kč
Obráběcí materiál	10 000,- Kč
Pomocný materiál	16 500,- Kč
Spojovací materiál	16 550,- Kč
Materiál celkem	2 052 550,- Kč

Nákupní cena za materiál na výrobu obou materiálových zásobníků činila 2 052 550,- Kč.

Tab. 16 Cena povrchové úpravy:

Barva Hempel zink	28 000,- Kč
Tryskání materiálu	18 000,- Kč

Celková cena požadované povrchové úpravy činila 46000,- Kč.

Jelikož firma nemá strojní vybavení na provedení operace zakružení kuželových částí pláště, byla tato operace provedena u externí firmy MATEJA Třinec s.r.o.

Tab. 17 Cena kooperačních prací:

Zakružení plechů	50 000,- Kč
------------------	-------------

Tab. 18 Cena externího vypracování dokumentace do výrobní podoby:

Vypracování výrobní dokumentace	120 000,- Kč
---------------------------------	--------------

Celková cena přímých vstupních nákladů, tedy povrchových úprav a ostatních subdodávek na výrobu obou materiálových zásobníků činila 2 268 550,- korun.

Významnou položkou, která tvoří výrobní náklady na výrobu materiálového zásobníku je množství práce provedené pracovníky společnosti na jednotlivých výrobních procesech. Tato položka je měřena v odpracovaných hodinách na zakázce. Společnost má stanovenou sazbu výrobní hodiny, která zahrnuje jak přímé náklady na mzdy, tak i ostatní režijní a fixní náklady. Do těchto nákladů patří:

- Energie
- Svařovací plyny
- Opravy a opotřebení zařízení
- Náklady na certifikace a licence

Tab. 19 Délka výroby materiálových zásobníků v hodinách:

Zpracování výrobní dokumentace	175 h
Dělení materiálu	205 h
Obrábění	480 h
Zámečnická práce	1650 h
Svařování materiálu	1600 h
Pomocné práce	40 h
Lakování	60 h
Celkově	4210 h

Celkový čas na výrobu obou zásobníků se pohyboval okolo 4210 hodiny. Výrobní hodinová cena firmy je stanovena na 470,- Kč za hodinu práce. Jsou v ní zahrnuty přímé náklady na mzdu výrobních pracovníků včetně odvodů a náklady režijní a fixní.

$$4210 \cdot 470 = 1\,978\,700 \text{ Kč}$$

Za výrobu materiálových zásobníků ve firmě ENERGO IPT s.r.o. při délce výroby 4210 h činily mzdové a režijní náklady 1 988 700,- korun.

$$2\,268\,550 + 1\,978\,700 = 4\,247\,250, -\text{Kč}$$

Celkové výrobní náklady na výrobu materiálových zásobníků činí 4 247 250,- Kč. Smluvní cena zakázky za 2 materiálové zásobníky byla dohodnuta ve výši 5 600 000,- Kč.

$$5\,600\,000 - 4\,247\,250 = 1\,352\,750, -\text{Kč}$$

$$\frac{1\,352\,750}{5\,600\,000} \cdot 100 = 24,16\%$$

Při odečtení celkových výrobních nákladů společnosti ve výši 4 247 250,- Kč zisk společnosti činil 1 352 750,- Kč, to je 24,16% z celkové ceny zakázky.

ZÁVĚR

Diplomová práce předkládá postup výroby materiálového zásobníku pro vysokou pec se zaměřením především na svařování otěruvzdorných materiálů a kotlového materiálu metodou FCAW včetně následného zkoušení pomocí nedestruktivních zkoušek. V práci byla vypracována teoretická rešerše všech použitých technologií a materiálů. K tomu byl vypracován technologický postup výroby materiálového zásobníku včetně fotodokumentace celé výroby.

V praktické části byly představeny použítá zařízení ke svařování. Dále byla vypočtena teplota předehřevu potřebná ke svařování otěruvzdorných materiálů včetně vneseného tepla od přídavných materiálů. Následně byly předepsány svařovací postupy WPS pro vybrané kombinace svarů a odůvodněny volby jednotlivých přídavných materiálů.

Další bodem praktické části bylo vyhodnocení NDT zkoušek včetně popisu průběhu zkoušení a představení použitých zařízení a pomůcek. Byla provedena vizuální zkouška, kapilární zkouška, zkouška magnetická prášková a zkouška ultrazvukem pro vybrané kombinace materiálů. Všechny zkoušky byly vyhodnoceny jako vyhovující.

Poslední v řadě bylo provedeno technicko-ekonomické vyhodnocení, kdy byly vyčísleny všechny vstupní náklady na výrobu materiálových zásobníků, to je nákup materiálu, svařovacího materiálu, spojovacího materiálu, pomocného materiálu. Dále pak byly vyčísleny práce provedené v kooperaci, provedení požadované povrchové úpravy a vypracování výrobní dokumentace. Jelikož délka výroby patří mezi další podstatnou veličinu při technicko-ekonomickém vyhodnocení, bylo provedeno vyčíslení hodin odpracovaných na zakázce a následně byly přepočteny ve stanovené režijní sazbě na výrobní hodinu. Závěrem bylo provedeno zhodnocení celé výroby a vypočten zisk firmy. Zakázka byla pro společnost zisková a zákazník byl s výsledkem spokojen. Firma zakázku vyhodnotila pozitivně a zařadila ji mezi jednu ze svých referenčních zakázek.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. GEERDES, Maarten, Rénard CHAIGNEAU, Oscar LINGIARDI, Ron MOLENAAR, Rob VAN OPBERGEN, Yongzhi SHA a Peter WARREN. *Modern Blast Furnace Ironmaking an introduction*. Fourth edition. Amsterdam: IOS Press BV, 2020. ISBN 978-1-164368-122-1.
 2. Technická univerzita Ostrava fakulta materiálově technologická[online]. [cit.2022-01-03]. Dostupné z: https://www.fmfi.vsb.cz/export/sites/fmfi/modin/cs/studijni-opory/resitelsky-tym-2-metalurgie/zaklady-teorie-a-technologie-vyroby-zeleza-a-oceli-cast-i-zelezarstvi/Kret_Zaklady-teorie-a-technologie-vyroby-zeleza-a-oceli_castI.pdf
 3. *Vysoká pec*[online]. [cit.2022-01-03]. Dostupné z: <https://leporelo.info/pec-vysoka>
 4. Zařízení vysokopecních závodů *vypracované materiály ke zkoušce*[online]. [cit.2022-01-03]. Dostupné z: <https://adoc.pub/download/zaizeni-vysokopecnich-zavod.html>
 5. TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a. s. – MORAVIA STEEL a.s., *Profil společnosti Třinecké železářny, a. s.*, Ostrava: Graphic House s.r.o., 2010.
 6. PTÁČEK, Luděk. *Nauka o materiálu II*. 2. opr. a rozš. vyd. Brno: CERM, 2002. ISBN 80-720-4248-3.
 7. Linkun *Metal supermarkets*[online]. [cit.2022-01-07]. Dostupné z: <http://cz.lksteelpipe.com/news/what-s-p235gh-material-23497314.html>
 8. Flinkenberg *Wear Resistant Steel*[online]. [cit.2022-01-07]. Dostupné z: <https://www.flinkenberg.fi/wp-content/uploads/DATASHEET-XAR400.pdf>
 9. Voestalpine *datasheet durostat400 450 500*[online]. [cit.2022-01-07]. Dostupné z: https://www.voestalpine.com/division_stahl/content/download/39761/502875/file/voestalpine_datasheet_durostat400_450_500_CZ_20170623.pdf
 10. Dillinger *Dillidur 550 for maximum wear resistance*[online]. [cit.2022-01-07]. Dostupné z: <https://www.dillinger.de/d/en/news/press-releases/dillidur-550-for-maximum-wear-resistance-74236.shtml>
 11. ESAB *OK 48.00*[online]. [cit.2022-01-07]. Dostupné z: <https://www.esab.cz/cz/cz/products/filler-metals/covered-stick-electrodes-smaw/low-hydrogen-electrodes/ok-48-00.cfm>
 12. ESAB *OK ARISTOROD 12.50*[online]. [cit.2022-01-07]. Dostupné z: <https://www.esab.cz/cz/cz/products/filler-metals/mig-mag-wires-gmaw/mild-steel-wires/ok-aristorod-12-50.cfm>
 13. Lincolnelectric *OUTERSHIELD 71E-H*[online]. [cit.2022-01-07]. Dostupné z: https://www.lincolnelectric.com/assets/global/Products/ConsumableEU_Flux-CoredWires-Outershield-Outershield71E-H/OS71EH-de.pdf
 14. DILLINGER, Josef. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Srpen 2007. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.
 15. ČSN EN ISO 4063: *Svařování a příbuzné procesy - Přehled metod a jejich číslování*. Český svářečský ústav, 2011.
 16. Svařečky-elektrody.cz: *Pracovní polohy při svařování*[online]. [cit.2022-01-10]. Dostupné z: <https://www.svarecky-elektrody.cz/pracovni-polohy-pri-svarovani/t-99>
 17. ČSN EN ISO 9000: *Systémy managementu kvality - Základní principy a slovník*. České společnosti pro jakost, 2016.
-

-
18. Svářečí kukla.cz: *MMA svařování obalenou elektrodou* [online]. [cit.2022-01-10]. Dostupné z: <https://www.svarcikukla.cz/blog/mma-svarovani-obalenou-elektrodou/>
 19. Oneindustry: *Svařecka, svařovací zdroj* [online]. [cit.2022-01-10]. Dostupné z: <https://www.oneindustry.cz/lexikon/svarecka-svarovaci-zdroj/>
 20. Svařečky-elektrody.cz: *Obalená elektroda* [online]. [cit.2022-01-10]. Dostupné z: <https://www.svarecky-elektrody.cz/obalena-elektroda-co-je-a-k-cemu-slouzi/t-27/t-95>
 21. MATHERS, G. *Power source characteristics* [online]. In: . [cit. 2022-01-10]. Dostupné z: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/job-knowledge/power-source-characteristics-121>
 22. *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2001. Svařování. ISBN 80-857-7181-0.
 23. ČSN EN 499: *Svařovací materiály - Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí - Klasifikace*. CheVess v.o.s. Brno, 1997.
 24. Automig internetový magazín: *MIG/MAG* [online]. [cit.2022-01-15]. Dostupné z: <https://automig.cz/o-svarovani/metody/migmag-co2/>
 25. Weld guru: *Flux-core vs. MIG welding* [online]. [cit.2022-01-15]. Dostupné z: <https://weldguru.com/flux-core-vs-mig-welding/>
 26. Uh.cz: *Metrologie ve strojírenství* [online]. [cit.2022-01-15]. Dostupné z: <http://www.uh.cz/szesgsm/files/sblizovani/pdf/kontrola-svaru.pdf>
 27. Schinkmann svářečí technika: *Obloukové svařování plněnou elektrodou* [online]. [cit.2022-01-15]. Dostupné z: <http://www.schinkmann.cz/obloukove-svarovani-plnenou-trubickovou-elektrodou>
 28. KOUKAL, Jaroslav a Tomáš ZMYDLENÝ. *Svařování I*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2005. ISBN 80-248-0870-6.
 29. FOLDYNA, Václav. *Materiály a jejich svařitelnost: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. 2. upr. vyd. Ostrava: ZEROSS, 2001. Svařování. ISBN 80-857-7185-3.
 30. JANOVEC, Jiří, Jiří CEJP a Josef STEIDL. *Perspektivní materiály*. Vyd. 3., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04167-3.
 31. BARTÁK, Jiří. *Výroba a aplikované inženýrství ve svařování: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2000. Svařování. ISBN 80-857-7172-1.
 32. KOPEC, Bernard. *Nedestruktivní zkoušení materiálů a konstrukcí: (nauka o materiálu IV)*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 978-80-7204-591-4.
 33. BUMBÁLEK, Leoš. *Kontrola a měření: pro SPŠ strojní*. Praha: Informatorium, 2009. ISBN 978-80-7333-072-9.
 34. ČSN EN ISO 6520-1: *Svařování a příbuzné procesy - Klasifikace geometrických vad kovových materiálů - Část 1: Tavné svařování*. Česká agentura pro standardizaci, 2008.
 35. ČSN EN ISO 17637: *Nedestruktivní zkoušení svarů - Vizualní kontrola tavných svarů*. Česká agentura pro standardizaci, 2018.
-

-
36. ČSN EN ISO 5817: *Svařování: Svarové spoje oceli, niklu, titanu a jejich slitin zhotovené tavným svařováním (kromě elektronového a laserového svařování) - Určování stupňů kvality*. Česká agentura pro standardizaci, 2014.
 37. ČSN EN ISO 3452-1: *Nedestruktivní zkoušení: Kapilární zkouška*. Česká agentura pro standardizaci, 2015.
 38. ČSN EN ISO 23277: *Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení kapilární metodou - Stupně přípustnosti*. Česká agentura pro standardizaci, 2016.
 39. ČSN EN ISO 17638: *Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení magnetickou metodou práškovou*. Česká agentura pro standardizaci, 2017.
 40. ČSN EN ISO 23278: *Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení magnetickou práškovou metodou - Stupně přípustnosti*. Česká agentura pro standardizaci, 2016.
 41. ČSN EN ISO 17640: *Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení ultrazvukem - Techniky, třídy zkoušení a hodnocení*. Česká agentura pro standardizaci, 2020.
 42. ČSN EN ISO 11666: *Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení ultrazvukem - Úrovně přípustnosti*. Česká agentura pro standardizaci, 2019.
 43. SPŠ Zengrova: *Zkoušky bez porušení materiálu-nedestruktivní zkoušky*[online]. [cit.2022-01-25]. Dostupné z: https://www.spszengrova.cz/wp-content/uploads/2020/04/KOM_3_5_SPU-zkousky_bez_poruseni_materialu.pdf
 44. OVMT: *Zkoušky bez porušení materiálu*[online]. [cit.2022-01-25]. Dostupné z: <https://adoc.pub/ovmt-zkouky-bez-porueni-materialu54f6f4370b717fb4184e5d38cadb82869948.html>
 45. KREIDL, Marcel a Radislav ŠMÍD. *Technická diagnostika: senzory, metody, analýza signálu*. Praha: BEN - technická literatura, 2006. Senzory n30eelektrických veličin. ISBN 80-730-0158-6.
 46. Svařečky Chrudim: *Svařovací inventar Fronius transpocket 1500*[online]. [cit.2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.svarecky-chrudim.cz/detail/svarovaci-invertor-fronius-transpocket-1500-139>
 47. Fronius perfekt welding: *TPS/i*[online]. [cit.2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.fronius.com/cs-cz/czech-republic/perfect-welding/vyrobky/ru%C4%8Dn%C3%AD-sva%C5%99ov%C3%A1n%C3%AD/migmag/tpsi/tpsi/tps-500i>
 48. ČSN EN 1011-2: *Svařování - Doporučení pro svařování kovových materiálů - Část 2: Obloukové svařování feritických ocelí*. Česká agentura pro standardizaci, 2002.
 49. ČSN EN ISO 4063: *Svařování a příbuzné procesy - Přehled metod a jejich číslování*. Česká agentura pro standardizaci, 2011.
 50. ČSN EN ISO 6947: *Svařování a příbuzné procesy - Polohy svařování*. Česká agentura pro standardizaci, 2021.
-

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Symboly

Označení	Legenda	Jednotka
D	Tloušťka materiálu	[mm]
d	Průměr svařovací elektrody	[mm]
HD	Obsah vodíku v přídavném materiálu	[ml/g]
c	Rychlost šíření vln	[m/s]
f	frekvence	[Hz]
CET	Uhlíkový ekvivalent	[%]
I	Svařovací proud	[A]
U	Napětí od zdroje	[V]
k	Tepelná účinnost	[-]
Qs	Vnesené teplo	[kJ/mm]
p	Harmonický tlak	[-]
v	Akustická rychlost	[m/s]
z	Konstanta úměrnosti	[-]
λ	Délka vlny	[-]
ζ	Krajový úhel	[°]

Zkratky

Označení	Legenda
HB	Brinell hardness
TOO	Tepelně ovlivněná oblast
MAG	Metal active gas
FCAW	Flux-cored arc welding
WPQR	Welding Procedure Qualification Record
WPS	Welding Procedure Specification
NDT	Nondestructive testing

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Atest P265GH
Příloha 2	Atest DUROSTAT 400
Příloha 3	Atest XAR 400
Příloha 4	Atest DILLIDUR 550
Příloha 5	Atest ESAB OK 48.00
Příloha 6	Atest ESAB ARISTOROD 12.50
Příloha 7	Atest OUTERSHIELD 71E-H
Příloha 8	Technologický postup výroby
Příloha 9	Svařovací plán a plán zkoušek
Příloha 10	WPS pro kombinaci P265GH/P265GH
Příloha 11	WPS pro kombinaci DILLIDUR550 a XAR400/P265GH
Příloha 12	WPS pro kombinaci DUROSTAT400/P265GH
Příloha 13	Plán kontrol a zkoušek
Příloha 14	Protokol o vizuální zkoušce
Příloha 15	Protokol o kapilární zkoušce
Příloha 16	Protokol o ultrazvukové zkoušce
Příloha 17	Protokol o zkoušce magnetickou metodou práškovou

NLMK Europe – Plate		Inspection Certificate		Page 1 of 5						
EN 10204:2004/3.1		(A02)	Date of creation: (Z02) 15.04.2021	Certificate No.: (A03) 124147						
Order No.: (A06) 1351211	Your order No.: (A07) O21-00527	Order registration date: 18.02.2021	Date of dispatch: 15.04.2021 B							
Material requirements and customer information										
Product: (A03) Plate	Steel standard and grade: (B02) EN10028-2:2017 P265GH AD2000-W1	Surface tolerance: EN 10163-2 B3								
Delivery condition: (B04) Furnace normalized (N)		Length tolerance: EN 10029 Table 3								
Customer name and address (A06) 8701 Union Ocel, s.r.o BAVORSKÁ 2780/2 158 00 PRAHA Czech Republic	Certificate address 8701001 UnionOcel, s.r.o Certificates by e-mail PANSKA1444/74 742 21 KOPRVNICE Czech Republic STAHALIK@UNIONOCEL.CZ;znamackova@unionocel.cz	Width tolerance: EN 10029 Table 2								
		Thickness tolerance: EN 10029 Class B								
		Fatness tolerance: EN 10029 Table 4 Class N								
Supplementary information: (C04) Fully Killed and Fine Grain Plates <= 25mm are Normalised at 900°C for 3 minutes. Plates > 25mm are Normalised at 900°C for 5 minutes.										
Visual examination and dimensional checking: Satisfactory. The results of tests performed are in compliance with the requirements. (Z01)										
Details of supplied materials dimensions, weights and pieces										
Heat/Slab (B07)	Plate No. (B06)	Item	Thickness mm (B09)	Width mm (B10)	Length mm (B11)	Pieces (B08)	Gross kg (B12)	Hard stamp	Stamp location	Customer remark (B09)
58645F4	7814C	1	8.0	2000	12000	1	1 507	P265GH/SA516-60MTLTV	Head and Tail	O21-00527 G21-0270
58645D1	7812C	3	10.0	2000	12000	1	1 884	P265GH/SA516-60MTLTV	Head and Tail	O21-00527 G21-0270
58646I1	7823C	4	10.0	2500	14000	1	2 748	P265GH/SA516-60MTLTV	Head and Tail	O21-00527 G21-0270
59006J2	8745C	6	12.0	2000	12000	1	2 261	P265GH/SA516-60MTLTV	Head and Tail	O21-00527 G21-0270
						4	8 400			



Inspection representative NLMK DanSteel AIS (A05)
Zibrandt Greisen
Z. Svoboda

EN 10204:2004/3.1

Order registration date: 18.02.2021

Date of creation: (202) 15.04.2021

Page 2 of 5

Certificate No.: (A03) 124147

Order registration date: 18.02.2021

Date of dispatch: 15.04.2021

Order registration date: 18.02.2021

Date of dispatch: 15.04.2021

Chemical composition (heat analysis) all results in %

Heat No. (B07)	C	Mn	Si	P	S	Cr	Cu	Ni	Mo	Al	Nb	V	Ti	N	B
Set values:	min.	0.80	0.15							0.020	0.014				
	max.	1.40	0.40	0.025	0.010	0.300	0.300	0.300	0.080	0.100	0.020	0.020	0.030	0.0120	0.0008
58645	0.15	1.38	0.19	0.015	0.005	0.024	0.047	0.022	0.003	0.039	0.017	0.002	0.002	0.0050	0.0003
58646	0.15	1.38	0.19	0.016	0.006	0.024	0.038	0.019	0.003	0.042	0.017	0.002	0.001	0.0035	0.0002
59006	0.15	1.38	0.18	0.012	0.006	0.027	0.026	0.014	0.003	0.037	0.017	0.001	0.001	0.0040	0.0001

Heat No. (B07) CA3

Set values: min. 0.00 max. 0.41

58645 0.39
58646 0.39
59006 0.39

Supplementary information (C99)
CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15
CA3 = Cr+Cu+Mo+Ni

1 = Basic Oxygen Steel, 2 = Electric Arc Furnace, 3 = Ladle Refined, 4 = Calcium Treated, 5 = Vacuum Degassed, 6 = Continuous Cast, 7 = Ingot

Remark (C70)

1 3 4 5 6

1 3 4 6

1 3 4 6

1 3 4 6

1 3 4 6

1 3 4 6

1 3 4 6

1 3 4 6

(A01)

(A04)

(A05)

(A03)

(A01)

(A04)

(A05)

(A03)

(A01)

Inspection representative NLMK DanSteel A/S (A05)

Zibrandt Greisen

Zibrandt Greisen

Zibrandt Greisen

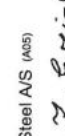
Zibrandt Greisen

Zibrandt Greisen

Zibrandt Greisen

Zibrandt Greisen

Zibrandt Greisen



Zibrandt Greisen

Zibrandt Greisen

Zibrandt Greisen

Zibrandt Greisen

Zibrandt Greisen

Zibrandt Greisen

Zibrandt Greisen

Zibrandt Greisen

Zibrandt Greisen

Inspection Certificate (A02)

EN 10204:2004/3.1

Our order No.: (A08) 1351211 Your order No.: (A07) O21-00527 Order registration date: 18.02.2021 Date of dispatch: 15.04.2021 B

Tensile testing

Tensile tests were performed in accordance with EN 10002/ISO 6892-1 with results as stated below:

Heat/slab (B07)	Plate ID (B06)	Thickness mm	Shape (C10)	Loc. (C01)	Dir. (C02)	Yield MPa (C11)	Yield type	UTS Rm MPa (C12)	Elong. type	Elongation % (C13)	Yield/UTS
58645D1	7812C-1-1	10.0	R	H	T	377	REH	507	A5	34	0.74
58645F4	7814C-1-1	8.0	R	H	T	373	REH	495	A5	38	0.75
5864811	7823C-1-1	10.0	R	H	T	366	REH	502	A5	34	0.73
59006J2	8745C-1-1	12.0	R	H	T	376	REH	518	A5	38	0.73

Supplementary information (C98)
 Loc.: (C01) H = head, T = tail
 Dir.: (C02) T = transversal, L = longitudinal
 Shape: (C10) Ø = round, R = rectangular
 Original gauge length: 200 mm

Hot tensile testing

Hot tensile tests were performed in accordance with EN 10002-5/ISO 6892-2 with results as stated below:

Heat/slab (B07)	Plate ID (B06)	Thickness mm	Shape (C10)	Loc. (C01)	Dir. (C02)	Temp. °C (C03)	Yield MPa (C11)	Yield type	UTS Rm MPa (C12)
58645D1	7812C-1-1	10.0	Ø	H	T	300	240	R02	487
58645F4	7814C-1-1	8.0	Ø	H	T	300	240	R02	487
5864811	7823C-1-1	10.0	Ø	H	T	300	246	REH	499
59006J2	8745C-1-1	12.0	Ø	H	T	300	258	R02	505

Supplementary information (C98)
 Loc.: (C01) H = head, T = tail
 Dir.: (C02) T = transversal, L = longitudinal
 Shape: (C10) Ø = round, R = rectangular




Inspection representative NLMK DanSteel A/S (A05)
 Zibrandt Greisen
Z. Greisen

Impact testing Impact tests were performed in accordance with EN 10045/ISO 148-1 with results as stated below:

Heat/slab (B07)	Plate ID (B06)	Position (C01)	Notch (C40)	Shape (C41)	Loc. (C01)	Dir. (C02)	Temp. °C (C03)	SV (C42)		AV (C43)	
								J	J	J	J
58645D1	7812C-1-1	1	CV	7,5x10	H	T	-20	68	73	68	71
58645F4	7814C-1-1	1	CV	5x10	H	T	-20	47	56	47	52
58646I1	7823C-1-1	1	CV	7,5x10	H	T	-20	58	65	58	64
59006J2	8745C-1-1	1	CV	10x10	H	T	-20	66	67	66	67

Supplementary information (C09)
 Position: (C01) 1 = surface, 2 = middle, 3 = 1/3 of thickness, 4 = 1/4 of thickness
 Notch: (C40) CU = Charpy U-notch, CV = Charpy V-notch, CVA = Charpy V-notch (ASTM)
 Loc.: (C01) H = head, T = tail
 Dir.: (C02) T = transversal, L = longitudinal

We hereby certify that the material has been made and tested in accordance with the mentioned specification(s).
 Certified according to the Pressure Equipment Directive (2014/68/EC) by TÜV NORD Systems GmbH (Notified Body Reg. No. 0045).
 Überprüft nach AD-W0/TRD 100 durch TÜV e. V. Hamburg, mit Verzicht auf Gegenzeichnung AZ:121W158126.
 Tested according to AD-W0/TRD 100 by TÜV e. V. Hamburg, with renouance of countersignment AZ:121W158126.


 Zibrandt Greisen
 Weirksachverständiger

Our products are Cobalt, Gold, Mercury free and are free of radioactive substances and do not exceed the clearing limit value of 100 Bq/kg, which guarantees the compliance with limit values given in the Radiation Protection Ordinance (StriSchV) for the unrestricted clearance of solid material (StriSchV Annex III, Section 5) for ferrous nuclides.
 Manufactured in Denmark



Inspection representative NLMK DanSteel AIS (A05)
 Zibrandt Greisen 

Information description

acc. to EN 10168

- A Commercial transactions and parties involved
 - A01 Manufacturer's works
 - A02 Type of inspection document
 - A03 Document number
 - A04 Manufacturer's mark
 - A05 Originator of the inspection document
 - A06 Customer consignee
 - A07 Purchaser's order number and, where applicable, item number
 - A08 Manufacturer's works order number
 - A09 Customer article number
 - A10 to A99 Supplementary information
 - B Description of Products
 - B01 Product
 - B02 Steel designation
 - B03 Any supplementary requirements
 - B04 Product delivery condition
 - B05 Reference (heat) treatment of samples
 - B06 Marking of the product
 - B07 Identification of the product
 - B08 Number of pieces
 - B09 to B11 Product dimensions
 - B12 Theoretical mass
 - B13 Actual mass
 - B14 to B99 Supplementary information
 - C Inspection
 - C00 Identification of the sample
 - C01 Location of the sample
 - C02 Direction of the test pieces
 - C03 Test temperature
 - C04 to C09 Supplementary information
 - D Other tests
 - D01 Marking and identification, surface appearance, shape and dimensional properties
 - D02 to D50 Non-destructive tests
 - D51 to D99 Supplementary information
 - Z Validation
 - Z01 Statement of compliance
 - Z02 Date of issue and validation
 - Z03 Stamp of the inspection representative
 - Z04 CE marking
 - Z05 to Z99 Supplementary information
- C10 Shape of the test piece
 - C11 Yield or proof strength
 - C12 Tensile strength
 - C13 Elongation after fracture
 - C14 to C29 Supplementary information
 - C30 Method of test
 - C31 Individual values
 - C32 Mean value
 - C33 to C39 Supplementary information
 - C40 Type of test piece
 - C41 Width of test piece
 - C42 Individual values
 - C43 Mean value
 - C44 to C49 Supplementary information
 - C50 to C69 Supplementary information
 - C70 Steelmaking process
 - C71 to C92 Chemical composition
 - C93 to C99 Supplementary information

voestalpine Grobblech GmbH
A02
Abnahmeprüfzeugnis
Inspection certificate
EN 10204 - 3.1

voestalpine-SträÙe 3
4020 Linz, Austria
www.voestalpine.com/grobblech

Seite 1 von 3
Page of
Z02 23-05-2021
Date
Date

Versedandatum: 25-05-2021
Date of dispatch 400F

A03 Bezeichnung-Nr.: Document number	Q0492895	A08 Auftrag-Nr.: Order-No.:	1500320	A07 Bestell-Dat.: Order Dat.	03-03-2021	Versedandatum: Date of dispatch	25-05-2021	400F
A06 Besteller Customer	Unionocel s.r.o. Bavorska 2780/2 CZ-15500 PRAHA 5 STODULKY	B01 Fabrikat Product	Tafelblech Plate					
A07 Best-Nr.: OrderNo.	021-00632	B02 Werkstoff Material	DUROSTAT 400					
A06 Empfänger Consignee	Union Ocel S.R.O. SKladovaci A Servisni CZ-74221 KOPRIVNICE	B04 Lieferzustand Delivery condition	beschleunigt abgekuehlt accelerated cooled					

D01 - Bestätigung und Maßprüfung: keine Beanstandung. Die Ergebnisse der durchgeführten Prüfungen entsprechen den Vorschriften.
D01 - Visual Examination and dimensional checking: satisfactory. The results of tests performed are in compliance with the requirements.

Umfang der Lieferung - Detail of supply

B07 Schmelze Heat No.	B06 Blech-Nr Plate No	Dimensionen - Dimensions			B08 Stück Piece	B12 theor. Masse theor. Mass kg	B13 A09 Ist Masse act. Mass kg	Sachnummer reference no.
		B09 Pos Dicke Item Thickness mm	B10 Breite Width mm	B11 Länge Length mm				
735617_283152/2		70	12,00	2500,0	1	2.863	52872	
735617_283152/1		70	12,00	2500,0	1	2.864	52872	
735617_283225/2		40	10,00	2000,0	1	1.913	52872	
735617_283226/2		40	10,00	2000,0	1	1.932	52872	
735617_283227/2		40	10,00	2000,0	1	1.933	52872	
735617_283228/1		40	10,00	2000,0	1	1.932	52872	
735617_283228/2		40	10,00	2000,0	1	1.933	52872	
735617_283231/11		40	10,00	2000,0	1	1.952	52872	
735617_283232/21		40	10,00	2000,0	1	1.933	52872	
735617_283236/2		40	10,00	2000,0	1	1.933	52872	
928791_283148/1		90	15,00	2500,0	1	3.594	52872	
Summen - Sum						11	24.782	

A04
Herstellerzeichen
Symbol of the manufacturer's
work
voestalpine

Z02
Abnahmebeauftragter voestalpine
Grobblech
Inspection representative voestalpine
Grobblech
EIFRIED Michaele



B14 - Ergänzende Angaben - Supplementary information
 Normaleben nach EN 10029/11 Klasse N / Flatness acc. EN 10029/11 class N
 Toleranz n. EN 10029/11 / Dimensional tolerances acc. EN 10029/11
 Dicketol. n. EN 10029/11 Tabelle 1 Klasse B / Thickness tolerance acc. EN 10029/11 tab.1 class B
 EN10163-2: Klasse B3 - Reparaturschweißung nicht erlaubt / EN10163-2: Class B3 - Repair-welding not permitted

Chemische Zusammensetzung (Schmelzanalyse) - Chemical composition (Heat analysis)

Schmelze		C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ni	Mo	Cu	V	Nb	Ti	N	B	Cae	CET
Heat No.		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Sollwerte	>=	.180	.600	2.100	.025	.0100	.020	1.000	.500	.0050	.0050	.52	.35					
Set values	<=	.136	.402	1.490	.012	.0007	.041	.490	.045	.008	.012	.006	.002	.017	.0031	.0012	.49	.31
735617		.134	.395	1.480	.011	.0012	.038	.470	.057	.007	.011	.006	.002	.017	.0027	.0015	.48	.31

C99 - Ergänzende Angaben - Supplementary information
 CET: C+ (Mn+Mo) / 10+ (Cr+Cu) / 20+Ni / 40
 Cae: C+ (Mn/6) + (Cr+Mo+V) / 5+ (Ni+Cu) / 15

Ergebnisse der Prüfungen - Test results: C30-C39 Härte Test Brinell - C30-C39 Hardness Test Brinell

B07		C01	C31	C31	C31
Schmelze		HB	HB	HB	HB
Heat No.		loc.	HB	HB	HB
Sollwerte	>=	360	360	360	360
Set values	<=	440	440	440	440
735617		F	409	405	408
		F	415	416	415
928791		F	416	414	417
		F	414	416	414

C01;Prlage;loc.:
 F: Fuss;Bottom

A03
Bescheinigungs-Nr.:
Document number
Anmerkungen - Remarks

Q0492895

A08
Auftrags-Nr.:
Order-No.:

1500320

Z02
Datum
Date

23-05-2021

Seite
Page

3

von
of

3

Wir bestätigen, dass die oben angeführte Lieferung den Bestellvorschriften (Normvorschriften) entspricht.

We confirm that the above-mentioned delivery corresponds to the order (and standard).

C70 - Stahlherstellung: LD-Verfahren, Strangguss, Stahl ist voll beruhigt, vakuum entgast und feinkornerschmolzen, Austenitkorngröße 5 oder feiner gemäß Pkt. 8.3. ASME SA 20/SA 20M

C70 - Method of steelmaking: Basic oxygen furnace (BOF) steelmaking, continuous casting, steel is fully killed, vacuum degassed and melted by fine grain practice, austenitic grain size 5 or finer acc. to para. 8.3. of ASME SA 20/SA 20M

Die Unterschrift des Abnahmebeauftragten der voestalpine Grobblech GmbH wird durch eine elektronische Unterschrift ersetzt, da die Atteste bei voestalpine Grobblech GmbH mittels eines geeigneten Datenverarbeitungssystems erstellt werden (EN 10204, Pkt.5).

The signature of the inspection representative from voestalpine Grobblech GmbH is substituted by a electronic signature, because the certificates of voestalpine Grobblech GmbH are prepared by a suitable data processing system (EN 10204, Pt.5).

voestalpine

Z02
Abnahmebeauftragter voestalpine
Grobblech
Inspection representative voestalpine
Grobblech
EIFRIED Michacla

voestalpine

thyssenkrupp Steel Europe



Werks-Nr. Works-No. No de l'usine	A08 4292517	Zeugnis-Nr. Certificate-No. No de certificat	A03 1809968001	Sendungs-Nr. Shipment-No. No de envoi	46737396	Seite-Nr. Page-No. Page-No.	1
thyssenkrupp Steel Europe AG · 47161 Duisburg A01				BESCHEINIGUNG ÜBER MATERIALPRÜFUNGEN DOCUMENT ON MATERIAL TESTS DOCUMENT DE CONTROL DES MATERIAUX			
A06				EN 10204			
UNIONOCEL S.R.O.				A02			
BAVORSKA 2780/2				ABNAHMEPRUEFZEUGNIS 3.1			
CZ 155 00 PRAHA 5 - STODULKY				INSPECTION CERTIFICATE 3.1			
Bestell-Nr. Order-No. No de commande	O17-00002			📅	29.03.2017		
A07.1-A07.5		☎	0203 52 75220	📠	0203 52 75213		
		✉	abnahme_zeugnisse.grobblech@thyssenkrupp.com				A05
Werkstoff ; Quality ; Matériau / Lieferbedingungen ; Specification ; Conditions de livraison				B02/B03			
XAR400 TKS-WBL 703 06.14							
TOL.EN10029 KL.B/N OB EN 10163 KL.B/3							
Kennzeichnung: Marking: Marque:	WERKSTOFF; SCHMELZ-NR.; FERTIGUNGS-/PROBE-NR. MATERIAL, HEAT-NO., MANUFACTURING/SAMPLE-NO.					Zeichen des Lieferwerkes: Supplier's mark: Marque d'usine:	
	B06					A04	
B01 ERZEUGNISFORM TYPE OF PRODUCT GROBBLECH, BESAEUMTE KANTEN, GESTRAHLT/GEPRIMERT, BEIDSEITIG HEAVY PLATES, TRIMMED EDGES, SHOT BLASTED/COATED, BOTH SIDES							
LISTE DER MATERIALIDENTEN LIST OF MATERIAL IDENTENTS							
POS.	B07	B07	B07	B08	B13		
ITEM	PAKET	BLECH-NR.	SCHMELZ-NR.	STUECK	GEWICHT		
	BUNDLE	PLATE-NO.	HEAT-NO.	ZAHL	GEWOG.		
				NUMBER	WEIGHT		
				PIECES			
001	B09 x B10 x B11				Kg		
	35,0 x 1570,0 x 6300 [mm]						
		87814102	622616	1	2.913		
				*	1	2.913	
004	30,0 x 1520,0 x 7100 [mm]						
		87865101	622616	1	2.671		
		87858203	622618	1	2.671		
		87854203	622621	1	2.671		
				*	3	8.013	
				**	4	10.926	
TRANSPORT-NR. TRANSPORT-NO. 318048644310							

thyssenkrupp Steel Europe AG

Abnahme

-FOLGESEITE-

CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG DER SCHMELZE IN % C71-C99
 CHEMICAL COMPOSITION OF THE LADLE SAMPLES %

B07	SCHMELZ-NR	C	SI	MN	P	S	AL-G	B-G	CR	CU	MO	NB
	622616	,152	,199	1,310	,011	,0005	,091	,0023	,684	,010	,003	,024
	622618	,142	,217	1,340	,009	,0006	,090	,0023	,676	,041	,012	,025
	622621	,156	,215	1,330	,011	,0005	,079	,0024	,714	,023	,006	,021
		NI	TI	V	CE1	CE2						
	622616	,021	,004	,002	,51	,32						
	622618	,063	,005	,002	,51	,31						
	622621	,036	,004	,003	,53	,33						

CE1 = C+MN/6+(CR+MO+V)/5+(NI+CU)/15
 CE2 = C+(MN+MO)/10+(CR+CU)/20+NI/40

C70 SCHMELZVERFAHREN OXYGENSTAHL
 C70 HEAT PROCESS OXYGEN STEEL

MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN KERBSCHLAG BIEGEVERUCH
 MECHANICAL CHARACTERISTICS IMPACT TEST

B07	C00	C01/02	B05	C40	C41	C03	C42	C42	C42	C43	
SCHM.-NR.	PROBE-NR.	LAGE	ZUST.	FORM	B mm	ALTER	PRUEF-TEMP. °C	ARBEIT [Joule]			
								1	2	3	M
622616	*87833	0401	0016	0007	10,00	0006	-20	47	64	42	51
622616	*87837	0401	0016	0007	10,00	0006	-20	53	48	45	49
622618	*87815	0401	0016	0007	10,00	0006	-20	46	49	51	49
622621	*87834	0401	0016	0007	10,00	0006	-20	39	55	50	48

MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN HAERTEPRUEFUNG
 MECHANICAL CHARACTERISTICS HARDNESS TEST

B07	C00	B05	C30	C32
SCHM.-NR.	PROBE-NR.	ZUST.	VERFAHREN	MITTEL- WERT
				MITTELWERT- DICKE mm
622616	*87833	0016	HAERTEPRUEFUNG BRINELL	397,0
622616	*87837	0016	HAERTEPRUEFUNG BRINELL	398,0
622618	*87815	0016	HAERTEPRUEFUNG BRINELL	425,0
622621	*87834	0016	HAERTEPRUEFUNG BRINELL	417,0

* PROBLEBLECH NICHT IN LIEFERUNG ENTHALTEN
 * SAMPLE PLATE NOT INCLUDED IN DELIVERY

LEGENDEN
 LEGENDS

MITTELWERT- DICKE AVERAGE THICKNESS
 ALTER AGED

PROBENZUSTAND STAT.
 0016 = GEHAERTET HARDENED

ALTERUNG AGED
 0006 = UNGEALERT NOT AGED

PROBENLAGE (IST) POSIT (IST)
 0401 = QUER KOPF OBERFLAECHE TRANS. TOP S.

PROBENFORM KERBSCHLAG TYPE IMPACT TEST
 0007 = CHARPY- V CHARPY- V

LIEFERZUSTAND PRODUKT
 STATUS PRODUCT

001, GEHAERTET
 004 HARDENED

Werks-Nr. Works-No. No de l'usine	A08 4292517	Zeugnis-Nr. Certificate-No. No de certificat	A03 1809968001	Sendungs-Nr. Shipment-No. No de envoi	46737396	Seite-Nr. Page-No. Page-No.	3
---	-----------------------	--	--------------------------	---	-----------------	-----------------------------------	----------

Z02
 ABNAHMEBEAUFTRAGTER DES HERSTELLERS
 THE MANUFACTURER'S AUTHORIZED INSPECTION REPRESENTATIVE
 LE REPRÉSENTANT AUTORISÉ DU CONTRÔLEUR DU PRODUCTEUR

Kern

Z03 Prof. Dr.-Ing. Kern

thyssenkrupp Steel Europe AG

Abnahme

Es wird bestätigt, dass die Lieferung
den Vereinbarungen bei der Bestellung entspricht.
 We hereby certify that the above mentioned materials
have been delivered in accordance with the terms of order.
 Nous attestons que les produits livrés sont conformes
aux stipulations de la commande.

Z01



QM-System: Certification as per ISO 9001

Erläuterungen siehe Rückseite/Explications voir au verso/See reverse for explanations (www.dillinger.de/certificate)

A02 INSPECTION CERTIFICATE 3.1 AS PER EN 10204:2004

INSPECTION CERTIFICATE 3.1 AS PER ISO 10474:2013

MATERIAL TEST REPORT (MTR)

DH A05 Established inspecting body

A06 Purchaser UNIONOCEL, PRAHA A07.1 No. 019-01276

Final receiver UNIONOCEL, KOPRIVNIC A07.2 No.

B02/ Steel design. **DILLIDUR550**

B03 Any suppl. DILLING-D04:16 requirements

DILLINGER

A08/ Manufacturer's order/ A03 Certificate No. 447701-001

B01 Product HEAVY PLATES

A10 Advice of dispatch No./ Date of dispatch 683546-12.07.19

Sheet 1/...

B01-B99 Description of the product

B14 Item No.	B08 Number of pieces	B09 Thickness	B10 Width	B11 Length	B12 Theoretical mass	B04 Product delivery condition	B07.2 Heat No.	B07.1 Rolplate No./ Test No.	A09 Purchaser article number
04	1	20,00	X 2000	X 12000	3768 Q	Q	471113	88692-02	
04	1	20,00	X 2000	X 12000	3768 Q	Q	471113	88692-03	
04	1	20,00	X 2000	X 12000	3768 Q	Q	471113	88697-01	
**	4	20,00	X 2000	X 12000	3768 Q	Q	471113	88697-02	
05	1	30,00	X 2000	X 12000	5652 Q	Q	471113	88701-03	
06	1	30,00	X 2000	X 12000	5652 Q	Q	471113	88701-01	
06	1	30,00	X 2000	X 12000	5652 Q	Q	471113	88701-02	
**	2				11304				
***	7				32028				

B06 Marking of the product

ITEM NO.: 04-06


STEEL DESIGNATION DILLIDUR550

HEAT NO. / TRADEMARK / ROLLED PLATE NO. - TEST NO. / INSPECTOR'S STAMP

C30-C39 Hardness test on the product

B14 Item No.	B07.2 Heat No.	B07.1 Rolplate No./ Test No.	C01 CO2CO1	C03 Temp. GRC	C30 Method of test	C35 Individual values	C32 Mean value
04	471113	88692	F7	RT	HBW 10/3000	HB 550 545 545	547
05	471113	88701	F7	RT	HBW 10/3000	HB 555 555 555	555
06	471113	88701	F7	RT	HBW 10/3000	HB 555 555 555	555

A04



Manufacturer's mark

Z01/Z02/Z03 We hereby certify, that the above mentioned materials have been delivered in accordance with the terms of order.

B. Baldauf

B. BALDAUF
Test House Manager

AG der Dillinger Hüttenwerke
Postfach 1580, D-66748 Dillingen/Saar
Inspection department

AHB

Inspector's stamp Date 12.07.19 PP 1

QM-System: Certification as per ISO 9001



Erläuterungen siehe Rückseite/Explications voir au verso/See reverse for explanations (www.dillinger.de/certificate)

A02 INSPECTION CERTIFICATE 3.1 AS PER EN 10204:2004
 INSPECTION CERTIFICATE 3.1 AS PER ISO 10474:2013
 MATERIAL TEST REPORT (MTR)

A05 Established inspecting body A06 Purchaser A07.1 No. A07.2 No.
 DH UNIONOCEL, PRAHA UNIONOCEL, KOPRIVNIC

B02/ Steel design. DILLIDUR550

B03 Any suppl. requirements DILLING-D04:16

A10 Advice of dispatch No./ Date of dispatch

683546-12.07.19

A08/ Manufacturer's order/ A03 Certificate No.

447701-001

B01 Product
 HEAVY PLATES

Sheet

2

C70-C99 Chemical composition % - Heat analysis

B07.2 C70

Heat

471113	Y	C	0,344	SI	0,222	MN	0,738	P	0,013	S	0,0006	CU	0,225	MO	0,267	NI	0,361	CR	0,270	V	0,001	NB	0,022	TI	0,013	B	0,0017	AL-T	0,031
--------	---	---	-------	----	-------	----	-------	---	-------	---	--------	----	-------	----	-------	----	-------	----	-------	---	-------	----	-------	----	-------	---	--------	------	-------

D01 Marking and identification, surface appearance, shape and dimensional properties

ITEM NO.: 04-06

EXAMINATION OF MARKING, SURFACE, SHAPE AND DIMENSIONS: THE RESULTS MEET THE REQUIREMENTS.

SURFACE AS PER EN-10163-2 CLASS B SUBCLASS 3

THICKNESS AS PER EN-10029:10-B

LENGTH AND WIDTH AS PER EN-10029:10

FLATNESS AS PER EN-10029:10-T4H

A04



Z017Z02Z03 We hereby certify, that the above mentioned materials have been delivered in accordance with the terms of order.

B. Baldauf



AG der Dillinger Hüttenwerke
 Postfach 1580, D-66748 Dillingen/Saar
 Inspection department

B. BALDAUF
 Test House Manager

Inspector's stamp

Date 12.07.19

PP 1



ZKUŠEBNÍ ZPRÁVA / TEST REPORT

v souladu s/acc to EN 10204 - 2.2

Datum/Date: 2021-06-01

Číslo certifikátu/Cert no: EC26447691 rev. 0

Naše objednávka/Our order: 0100276816
Naše reference/Our ref: HYBRIS PRD account
Číslo zákazníka/Cust no: CZB00082
Datum obj. zákazníka/Your date: 20210526

Vaše objednávka/Your order: E679359
Vaše reference/Your ref:
Vaše faxové číslo/Your fax:
Váš e-mail/Your e-mail:

Fakturační adresa/Invoice address
FERONA, A.S.

Příjemce certifikátu/Cert receiver

Dodací adresa/Delivery address
FERONA, A.S. 0031

HÁVLICKOVA CP.1043/11
111 82 PRAHA 1
Czechia

VELKA BYSTRICE
772 30 OLOMOUC
Czechia

DODÁVKA/DELIVERY

LOT číslo/Lot no:

SFV17116

Množství/Quantity:

130.2 KGM

VÝROBEK/PRODUCT

Značka/Brand: ESAB
Popis/Desc: OK 48.00 4.0x450mm
Číslo výrobku/Item no: 4800404000

KLASIFIKACE/CLASSIFICATIONS

SFA/AWS A5.1: E7018 H4 R
EN ISO 2560-A: E 42 4 B 42 H5

CHEMICKÉ SLOŽENÍ/ CHEMICAL COMPOSITION

All weld metal

Ostatní/Auxiliary:

C	0.06%
Si	0.5%
Mn	1.1%
P	0.011%
S	0.010%
Cr	< 0.05%
Ni	< 0.05%
Mo	0.01%
Nb	0.01%
Cu	< 0.05%
V	0.02%

MECHANICKÉ VLASTNOSTI/MECHANICAL PROPS

Standard/norma/Standard:

Ostatní/Auxiliary:

Stav/podmínky/Condition:

PEVNOST/TENSILE

Rel. Rm A5
475 MPa 565 MPa 29 %

ZKOUŠKA RÁZEM/IMPACT

Temp -30 °C -40 °C

KV 130 J 115 J

KOMENTÁŘ/COMMENTS

Tested according to NACE TM0177 and TM0284.

Výrobek je dodán podle programu QA, který splňuje normu EN ISO 9001.

Tento certifikát je zhotoven elektronicky a je platný bez podpisu.

Veškeré dotazy prosím adresujte na:

ESAB VAMBERK, s.r.o., Smetanovo náb. 334, Vamberk 517 54, tel. +420 494 501 476, order@esab.cz

Product supplied under a QA Programme fulfilling the EN ISO 9001 standard.

This certificate is produced electronically and is valid without signature.

Please refer any queries to: (see above)

Za správnost/Validation

J-P Ernoult

Product Manager



ZKOUŠEBNÍ ZPRÁVA /
TEST REPORT

Datum/Date: 2020-11-03

v souladu s/acc to EN 10204 - 2.2

Číslo certifikátu/Cert no: EC26208719 rev. 0

Naše objednávka/Our order: 0100130250
Naše reference/Our ref: HYBRIS PRD account
Číslo zákazníka/Cust no: CZB00082
Datum obj. zákazníka/Your date: 20201019

Vaše objednávka/Your order: E669369
Vaše reference/Your ref:
Vaše faxové číslo/Your fax:
Váš e-mail/Your e-mail:

Fakturační adresa/Invoice address
FERONA, A.S.

Příjemce certifikátu/Cert receiver

Dodací adresa/Delivery address
FERONA, A.S. 0030

HAVLICKOVA CP.1043/11
111 82 PRAHA 1
Czechia

VELKA BYSTRICE
772 30 OLOMOUC
Czechia

DODÁVKA/DELIVERY

LOT číslo/Lot no:

PVU41046739B

Množství/Quantity: 5040 KGM

VÝROBEK/PRODUCT

Značka/Brand: ESAB
Popis/Desc: OK AristoRod 12.50 1.2mm 18kg
Číslo výrobku/Item no: 1A50126910

CHEMICKÉ SLOŽENÍ/
CHEMICAL COMPOSITION

Wire/strip

Ostatní/Auxiliary:

C	0.08%
Si	0.85%
Mn	1.46%
P	0.013%
S	0.012%
Cr	0.03%
Ni	0.04%
Mo	0.01%
Cu	0.07%
V	0.004%
Al	0.004%
Ti+Zr	< 0.01%

KLASIFIKACE/CLASSIFICATIONS

EN ISO 14341-A: G 3Si1
EN ISO 14341-A: G 38 3 C1 3Si1
EN ISO 14341-A: G 42 4 M20 3Si1
EN ISO 14341-A: G 42 4 M21 3Si1
SFA/AWS A5.18: ER70S-6
CSA W48: B-G 49A 3 C1 S6
JIS Z 3312: YGW 12 (C1)

MECHANICKÉ VLASTNOSTI/MECHANICAL PROPS

Standard/norma/Standard: EN
Ostatní/Auxiliary: M21
Stav/podmínky/Condition:

PEVNOST/TENSILE

ReL	Rm	A4-A5
470 MPa	560 MPa	26 %

ZKOUŠKA RÁZEM/IMPACT

Temp	-30 °C	-40 °C	-50 °C
KV	100 J	90 J	70 J

KOMENTÁŘ/COMMENTS

Certificate complies with requirements specified in ASME Sec II C, ed. 2017 Schedule F

Výrobek je dodán podle programu QA, který splňuje normu EN ISO 9001.

Tento certifikát je zhotoven elektronicky a je platný bez podpisu.

Veškeré dotazy prosím adresujte na:

ESAB VAMBERK, s.r.o., Smetanovo náb. 334, Vamberk 517 54, tel. +420 494 501 476, order@esab.cz

Product supplied under a QA Programme fulfilling the EN ISO 9001 standard.
This certificate is produced electronically and is valid without signature.

Please refer any queries to: (see above)

Za správnost/Validation

Jose Abal Lopez, H. Rasmuson Product Manager,

Příloha 7
Atest OUTERSHIELD 71E-H
Test Report

7/17



Product Line **FCAW Wire**
Product **OUTERSHIELD 71E-H**
Size(s) mm **1,2**
Item No. **900156N**
Lot/Batch **P1FC200444**

Class **AWS A5.20/A5.20M E71T-1C-H4 / E71T-1M-J H4**
ISO 17632-A : T42 0 P C 1 H5/T46 3 P M 1 H5
CSA W48-06: E491T-9M-H8

Customer Ref **673765/V**
Our Reference
Quantity **896.000 KG**
Customer **FERONA A.S.**
CSA 730
783 53 VELKA BYSTRICE
CZECH REPUBLIC

Chemical analysis (%) According to EN10204 2.2

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Nb	Cu	V	Ti	B
0.050	0.53	1.50	0.020	0.010	0.02	0.03	<0.01	0.02	<0.01	0.01	0.050	0.0047
N												
0.005												

Mechanical tests, all weld metal According to EN10204 2.2

Tensile testing					Impact testing						
Cond.	Temp. °C	ReL MPa	Rm MPa	A5 %	Cond.	Temp. °C	KV J	Temp. °C	KV J	Temp. °C	KV J
AW	21	571	630	23	AW	-20	104	-30	81	-40	60

Diffusible hydrogen According to EN10204 2.2
HDM as Manufactured
4.0 ml/100g

Remarks

The product identified above has been manufactured, tested and supplied in compliance with a certified ISO 9001 Quality Assurance Programme.

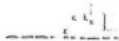
Company
HARRIS CALORIFIC INTERNATIONAL
Sp.z o.o.
UL. STREFOWA 8
58-200 DZIERŻONIÓW
Polska

Właściciel: HARRIS CALORIFIC INTERNATIONAL Sp. z o.o.
Kierownik: Remigiusz Polaczek

Remigiusz Polaczek

Printed
By **e-Commerce**
Function **WebApp.**
Date **FEB/18/2021**

Cert. No.
01302844
ZEU_CMA_FCW_1



Energio IPT s.r.o.		TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY	
<i>provozovna Měrovice nad Hanou</i>		Materiálového zásobníku(obecný)	
Název výrobku: Materiálový zásobník pro vysokou pec	Císlo zakázky:	Materiál:	Císlo výrobního výkresu:
Význam a účel výrobních postupů:		Císlo: _____	
Plán výrobního procesu, který dává stručný přehled zpracování hmot a polotovárů(týčí, pásů, pechnů, trubek, výkrovků, odlítků atd.) v součást nebo hotový výrobek. Při navrhovaném sledu operací přihlížet k tomu, aby aby jednotlivé operace na sebe navazovaly.		Počet stran: 11	
Vysvětlivky:		Rev: 1	
Operace - část výrobního procesu (technologická činnost), která je nepřetržitě prováděná a ukončená na jednom pracovišti a charakterizovaná jedním výrobním cílem			
Úsek - část operace, která je vykonávána příbuzně za stejných technologických podmínek			
Úkon - ucelená jednoduší pracovní činnost			
PKZ - plán kontrol a zkoušek			
TDP - technické dodací podmínky			
WPS - specifikace postupu svařování			
VT - vizuální kontrola			
PT - kapilární zkouška			
MT - zkouška magnetickou metodou práškovou			
UT - ultrazvuková zkouška			
SD - svářecí dozor			
BEZPEČNOSTNÍ USTANOVENÍ:			
Při provádění všech výrobních činností a zkoušek dodržovat zásady BOZP a používat osobní ochranné pomůcky.			
Dodržovat podmínky požární bezpečnosti při svařování a souvisejících činnostech.			
Před použitím přístrojů a prostředků se seznámit s bezpečnostními pokyny a návody pro jejich správné používání.			
Používané přístroje a prostředky musí splňovat požadavky na zdraví, bezpečnost a ochranu životního prostředí.			
Poznámky:			
Detailní technologický návod výroby je majetkem společnosti Energio IPT s.r.o. Poskytování tohoto dokumentu třetím osobám bez písemného souhlasu není dovoleno.			
Vypracoval:	Schválil:	Datum:	

Energo IPT s.r.o.

provozovna Měrovice nad Hanou

Číslo zakázky:

TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY
Materiálového zásobníku (obecný)

Materiál:

Číslo výrobního systému:

Číslo

Počet stran
11Rev.
Strana
2

Operace	Úsek-úkon	Výkres, kusovník, pozice, část	Kontrola
1. DĚLENÍ	- pálení ^{?)} - páliči stroj (kyslík-acetylen, plazma) - zakružování ^{?)} - řezání ^{?)} - pásová píla - tváření ^{?)} - ořzaňovací lis - obrábění ^{?)} - CNC horizontální vyřtařačka soustruh	(páličí a řzačí plán)	-jakost -rozměr -var -počet
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz ^{?)} .	Výkres, kusovník, pozice, část	Kontrola
Operace	Úsek-úkon		
2. PŘÍPRAVA SVAROVÝCH PLOCH	- pálení úkosů ^{?)} a broušení úkosů: - segmenty pláště - segmenty přírub - výpalky opláštění - výpalky jeřábových ok - výpalky k hrdlu - výpalky k násypce - tiskání plechů		-velikost-rozměr, úhel -počet -pozice-rozmištění
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz ^{?)} .		

Energo IPT s.r.o. provozovna Měrovice nad Hanou		TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY Materiálového zásobníku (obecný)	
Název výrobku:	Číslo zakázky:	Materiál:	Číslo výrobního výkresu:
		Číslo: _____ Počet stran: 11 Strana: 3 Rev: _____	
Operace	Úsek-úkon	Výkres, kusovník, pozice část	Kontrola
3.SESTAVENÍ PLAŠTĚ	-úprava svarových ploch ? -tvorba platformy -ustavení segmentů -stehování ? -vztlužení proti deformaci ?		-WPS -rozměr -tvar
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz 1).		
Operace	Úsek-úkon	Výkres, kusovník, pozice část	Kontrola
4.SVAROVÁNÍ PLAŠTĚ	-svařování-předehřev, polohování ? _____ _____ _____		-WPS -VT
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz 1).		

Energo IPT s.r.o.		TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY		Materiálového zásobníku (obecný)	
Název výrobku:		Číslo zakázky:		Materiál:	
provozovna Měrovice nad Hanou					
				Číslo výrobního výkresu:	
				Číslo: 11	
				Počet stran: 11	
				Strana: 4	
				Rev: 4	
Operace	Úsek-úkon	Výkres, kusovník, pozice, část	Kontrola		
5.SESTAVENÍ VÁZACÍHO SYSTÉMU	-úprava svarových ploch ? -stehování ?		-WPS -rozměr -var -počet		
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz 1).				
Operace	Úsek-úkon	Výkres, kusovník, pozice, část	Kontrola		
6.SVAROVÁNÍ VÁZACÍHO SYSTÉMU	-svarování-předřev, polohování ?	-WPS	-WPS -VT -UT		
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz 1).				

Energo IPT s.r.o.		TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY		Číslo: _____	
provozovna Měrovice nad Hanou		Materiálového zásobníku (obecný)		Rev. _____	
Název výrobku:		Číslo zakázky:		Počet stran	
				11	
		Materiál:		Strana	
				4	
		Číslo výrobního výkresu:			
Operace	Úsek-úkon	Výkres, kusovník, pozice, část	Kontrola		
5.SESTAVENÍ VÁZACÍHO SYSTÉMU	-úprava svarových ploch ? -stehování ?		-WPS -rozměr -var -počet		
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz 1).				
Operace	Úsek-úkon	Výkres, kusovník, pozice, část	Kontrola		
6.SVAROVÁNÍ VÁZACÍHO SYSTÉMU	-svarování-předřev, polohování ?	-WPS	-WPS -VT -UT		
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz 1).				

Energo IPT s.r.o.

provozovna Měrovice nad Hanou

TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY
Materiálového zásobníku(obecný)

Název výrobku:

Číslo zakázky:

Materiál:

Číslo výrobního výkresu :

Číslo:

Počet stran

11

Rev.

Strana

6

Operace	Úsek-úkon	Výkres, kusovník, pozice část	Kontrola
9. SVARENÍ OPLÁŠTĚNÍ	-svařování 2-předehřev, polohování svarku	-WPS	-WPS -VT -MT -PT
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz 1).		
Operace	Úsek-úkon	Výkres, kusovník, pozice část	Kontrola
10. SEŠTAVENÍ NÁŠYPKY	-úprava svarových ploch 3) -usazení hrdla nášypky -sestavení nášypky -usazení nášypky -sestehování 2)		-WPS -rozměr -lvar
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz 1).		

Energo IPT s.r.o. <i>provozovna Měrovice nad Hanou</i>		TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY Materiálového zásobníku(obecny)		<i>Číslo:</i> Počet stran 11	<i>Rev.:</i> Strana 7
<i>Název výrobku:</i>		<i>Číslo zakázky:</i>		<i>Číslo výrobního výkresu:</i>	
<i>Materiál:</i>					
Operace	Úsek-úkon	Výkres, kusovník, pozice, část	Kontrola		
11.SVĚŘENÍ NÁŠPKY	-svařování-předehřev, polohování ?)		-WPS -VT -VT		
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz 1).				
Operace	Úsek-úkon	Výkres, pozice, část	Kontrola		
12.SESTAVENÍ HRDEL	-úprava svarových ploch ?) -sestavení sestavy hrdla -vypálení děr do pláště -usazení hrdla -sestehování ?)		-WPS -rozměr -Var		
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz 1).				

Energo IPT s.r.o.

provozovna Měrovice nad Hanou

Číslo zakázky:

TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY**Materiálového zásobníku (obecný)**

Materiál:

Číslo výrobního výkresu:

Číslo: Rev.

Počet stran

11

Strana

8

Operace	Úsek-úkon	Výkres, pozice, část	Kontrola
13.SVAŘOVÁNÍ HRDEL	-svařování-předehřev, polohování ?	-WPS	-WPS -VT -PT
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz ?). Po svaření odvoz na tepelné zpracování		
Operace	Úsek-úkon	Výkres, pozice, část	Kontrola
14.SESTAVENÍ POJEZDOVÝCH KOLEJNICOVÝCH KOL	-úprava svařových ploch ? -sestavení pojezdových kolejnicových kol -ustavení k pláští -nastehování ?		-WPS -rozměr -var
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz ?).		

Energo IPT s.r.o.		TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY		Materiálového zásobníku (obecný)	
Provozovna Měrovice nad Hanou Číslo zakázky:		Materiál:		Číslo výrobního výkresu:	
Název výrobku:		Číslo:		Rev.	
		Počet stran 11		Strana 9	
Operace 15 SVAŘOVÁNÍ POJEZDOVÝCH KOLEJNICOVÝCH KOL	Úsek-úkon -svařování ?-předehřev, polohování svarku	Výkres, kusovník, pozice, část	Kontrola - čistota - drsnost -VT		
16 KOMPLETEJE	Úsek-úkon - montáž zbylých prvků - odstranění pomocného materiálu - kompletní svaření ? - kontrola povrchu po pomocném materiálu	Výkres, kusovník, pozice, část	Kontrola - čistota - drsnost -VT -UT		
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz ?).				
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz ?).				

Energo IPT s.r.o.

provozovna Merovice nad Hanou

TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY
Materiálového zásobníku(obecny)

Číslo: _____ Rev: _____

Počet stran: 11 Strana: 10

Název výrobku:

Číslo zakázky:

Materiál:

Číslo výrobního výkresu:

Operace	Úsek-úkon	Výkres, pozice, část	Kontrola
17.KONEČNÁ KONTROLA	-nedestruktivní zkoušení -rozměrová kontrola		- rozměr - VT - PT - MT - UT
Poznámka:	Úsek-úkon	Výkres, pozice, část	Kontrola
Operace			
18.LAKOVÁNÍ	- ochrana nelakovaných ploch - konzervace nelakovaných ploch	- objednávka - TDP - interní předpisy - výkresová dokumentace - kusovník	- čistota - počet a kompletnost - volné díly
Poznámka:	Manipulace se svarkem a jeho jednotlivými díly viz 3).		

Název výrobku:

Číslo zakázky:

Materiál:

Číslo výrobního výkresu:

Poznámky k jednotlivým operacím

1)	<p>Manipulace s břemenem - smí provádět pouze osoba seznámená s obsluhou, řádně proškolená a s platným oprávněním(řádní pracovník a vazácký průkaz). Při manipulaci s břemenem používat pouze vazací prostředky k tomu určené s odpovídající nosností. Břemeno uložit, ustavit a zajistit proti samovolnému pohybu vhodnými a schválenými prostředky. Dopravu dílů na pracoviště VZV smí pouze osoba s platným průkazem obsluhy motorového vozíku.</p>
2)	<p>Svařování (vč.stehování) -smí provádět pouze svářeč : a) s platným oprávněním (ji certifikátem svářeče dle ČSN EN ISO 9606-1 potvrzený od SD), b) s platným potvrzením zdravotní způsobilosti ve svářecím průkazu c) s platným dokladem o pravidelném doškolení a přezkoušení o bezpečnostních ustanovení podle ČSN 050705 a vyhl.č.87/2000 Sb.</p>
3)	<p>Dělení - pálení - smí provádět pouze osoba s platným průkazem nebo zaškolený pracovník pro daný způsob dělení s platným potvrzením zdravotní způsobilosti a s platným dokladem o pravidelném doškolení a přezkoušení o bezpečnostních ustanovení podle ČSN 050705 a vyhl.č.87/2000 Sb.</p>
4)	<p>Dělení - stříhání, řezání, tváření, obrábění - smí pouze osoba seznámená s platnými právními a bezpečnostními požadavky pro práci na obráběcích a tvářecích stojích na kov a seznámená s návodem k obsluze stroje.</p>

Příloha 9
Svařovací plán a plán zkoušek

Energo IPT s.r.o.		Svařovací plán a plán zkoušek/Welding plan and test plan		Číslo dokumentu/Document No.:														
Název výrobku/Product name : ZASOBNIK MATERIÁLU 20m ³		Číslo zakázky/Number of contract : 2021-028		Datum/Date : 15.6.2021														
Číslo sestavy výkresu/Assembly drawing number : TK 2104-S01		Zásahník č.1		Vypřacoval/Prepared :														
Číslo výkresu	Číslo svaru	Roomer	Typ svaru	Podla	Stavovaný materiál	Číslo WPS	Metoda	Přísavý materiál	VT %	Číslo protokolu	RT %	Číslo protokolu	UT %	Číslo protokolu	MT %	Číslo protokolu	PT %	Číslo protokolu
Drawing No.	Weld No.	Dimension	Type of weld	Number	Welded material	WPS No.	Method	Filler material		Protocol No.		Protocol No.		Protocol No.		Protocol No.		Protocol No.
TK 2104-01A	W1	10	X	1	P265GH	003	135	EN ISO 14341-A CS801	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W2	7	D	1	P265GH	107	135	EN ISO 14341-A CS801	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W3	7	D	4	P265GH	143	136	EN ISO 17824-A T48.3 P.M.1.HS	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W4	12	I	1	P265GH	003	135	EN ISO 14341-A CS801	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W5	10	K	1	P265GH	003	135	EN ISO 17824-A T48.3 P.M.1.HS	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W6	6	X	1	P265GH	143	136	EN ISO 17824-A T48.3 P.M.1.HS	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W7	7	D	1	P265GH	107	135	EN ISO 14341-A CS801	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W8	12	I	1	P265GH	142	136	EN ISO 17824-A T48.3 P.M.1.HS	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W9	12	I	1	P265GH	142	136	EN ISO 17824-A T48.3 P.M.1.HS	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W10	12	I	1	P265GH	142	136	EN ISO 17824-A T48.3 P.M.1.HS	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W11	12	I	1	P265GH	142	136	EN ISO 17824-A T48.3 P.M.1.HS	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W12	6	X	1	P265GH	142	136	EN ISO 17824-A T48.3 P.M.1.HS	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W13	7	D	1	P265GH	107	135	EN ISO 14341-A CS801	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W14	6	X	1	P265GH	142	136	EN ISO 17824-A T48.3 P.M.1.HS	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W15	5	D	4	P265GH	004	135	EN ISO 14341-A CS801	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W16	6	X	1	P265GH	142	136	EN ISO 17824-A T48.3 P.M.1.HS	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W17-W19	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TK 2104-01A	W18	30	I	4	P265GH	109	135	EN ISO 14341-A CS801	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W19	30	I	3	P265GH	109	135	EN ISO 14341-A CS801	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W20	12	I	1	P265GH	003	135	EN ISO 14341-A CS801	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W21	7	D	1	P265GH	107	135	EN ISO 14341-A CS801	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W22	7	D	2	P265GH	107	135	EN ISO 14341-A CS801	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W23	5	D	1	P265GH	143	136	EN ISO 17824-A T48.3 P.M.1.HS	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...
TK 2104-01A	W24	6	I	1	P265GH	041	135	EN ISO 14341-A CS801	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	MT2021/028/1	...	...

Energo IPT s.r.o.

Svařovací plán a plán zkoušek/Welding plan and test plan

Číslo dokumentu/Document No.: WK52021/028/1

Název výrobku/Product name: ZÁSOBNÍK MATERIÁLU 20m³

Číslo zakázky/Number of contract: 2021-028

Datum/Date: 15.6.2021

Číslo sestavy výkresu/assembly drawing number: TK 2104-S01

Základní k.1

Výrobce/Prepared:

Číslo výkresu Drawing No.	Číslo svaru Welding No.	Rozměr Dimension	Typ svaru Type of weld	Počet Number	Svařovací materiál Welded material	Číslo WPS WPS No.	Metoda Method	Přísady Filler material	Rozsah měření/rozhodnutí zkoušek/Range of non-destructive testing						
									VT % Product No.	RT % Product No.	Číslo produktu UT % Product No.	Číslo produktu MT % Product No.	Číslo produktu FT % Product No.	Číslo produktu PT % Product No.	
TK 2104-06	W46	15	X	1	S355L2	023	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	10	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-06	W47	6	▷	5	S235LR	004	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-06	W48	15	X	1	S355L2	023	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	100	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-06	W49	10	▷	3	S235LR	109	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-06	W50	3,5	▷	1	S355L2	004	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-06	W51	14	▷	3	S235LR	109	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-06	W52	14	▷	3	S235LR	109	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-06	W53	6	▷	10	S235LR	004	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-06	W54	10	▷	2	S235LR	109	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-06	W55	6	▷	4	S235LR	004	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-07	W56	6	▷	10	S235LR	004	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-07	W57	6	▷	1	S235LR	004	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-07	W58	6	▷	2	S235LR	004	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-07	W59	6	▷	10	S235LR	004	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-07	W60	6	▷	10	S235LR	004	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-07	W61	6	▷	1	S235LR	004	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-07	W62	6	▷	1	S235LR	004	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-07	W63	5	▷	5	S235LR	041	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-07	W64	5	▷	5	S235LR	004	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-12	W65	2,6	▷	6	S235LR	141	141	EN ISO 656-A W451	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-12	W66	6	▷	4	S235LR	023	141	EN ISO 656-A W451	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1
TK 2104-12	W67	5	▷	10	S235LR	004	135	EN ISO 14341-A G351	100	100	UT2021/028/1	5	MT2021/028/1	5	PT2021/028/1

Energo IPT s.r.o.

Svarovací plán a plán zkoušek/Welding plan and test plan

Číslo dokumentu/Document No.:
WKF2021/028/1

Název výrobku/Product name: ZASOBNÍK MATERIÁLU 20m³

Číslo zakázky/Number of contract: 2021-028

Datum/Date: 15.6.2021

Číslo sestavy výkresu/assembly drawing number: TK 2104-S01

Základní čí

Vypisováno/Prepared:

Číslo výkresu Drawing No.	Číslo seznam Weld No.	Rozměr Dimension	Typ svaru Type of weld	Počet Number	Svarovací materiál Welding material	Číslo WPS WPS No.	Metoda Method	Přidání materiálu Filler material	VT %	Rozsah nedestructivních zkoušek/The range of non-destructive testing							
										Číslo protokolu Protocol No.	RT %	Číslo protokolu Protocol No.	UT %	Číslo protokolu Protocol No.	MT %	Číslo protokolu Protocol No.	PT %
TK 2104-12	W88	2,6	∇	6	S235LR S235LR	141	141	W451 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-12	W89	5	∇	4	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-12	W70	5	∇	2	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-12	W71	8	∇	2	S235LR S235LR	041	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-12	W72	5	∇	8	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-12	W73	5	∇	4	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-12	W74	6	∇	8	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-12	W75	5	∇	10	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-12	W76	4	X	4	S235LR S235LR	028	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-12	W77	5	∇	1	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-12	W78	5	∇	1	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-12	W79	5	∇	1	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-12	W80	5	∇	1	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-12	W81	5	∇	1	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-12	W82	6	∇	4	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-14	W83	5	∇	3	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-14	W84	5	∇	4	S235LR S235LR	023	141	W451 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-14	W85	5	∇	3	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-14	W86	2,6	∇	1	S235LR S235LR	141	141	W451 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-14	W87	2,6	∇	1	S235LR S235LR	141	141	W451 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-14	W88	5	∇	9	S235LR S235LR	004	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-14	W89	20	∇	8	S235LR S235LR	109	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1
TK 2104-14	W90	3	K	2	S235LR S235LR	028	135	G381 EN ISO 14341-A	100	VT2021/028/1	...	...	...	...	...	...	PT2021/028/1

Energo IPT s.r.o.

Svarčovací plán a plán zkoušek/Welding plan and test plan

Číslo dokumentu/Document No.:

WKE2021/028/1

Název výrobku/Product name : ZASOBNÍK MATERIÁLU 20m³

Číslo zakázky/Number of contract : 2021-028

Datum/Date: 15.6.2021

Číslo sestavy výkresu/assembly drawing number : TK 2104-S01

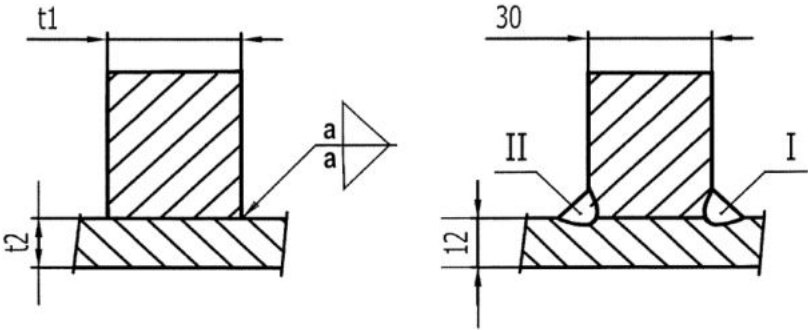
Značebník č.1

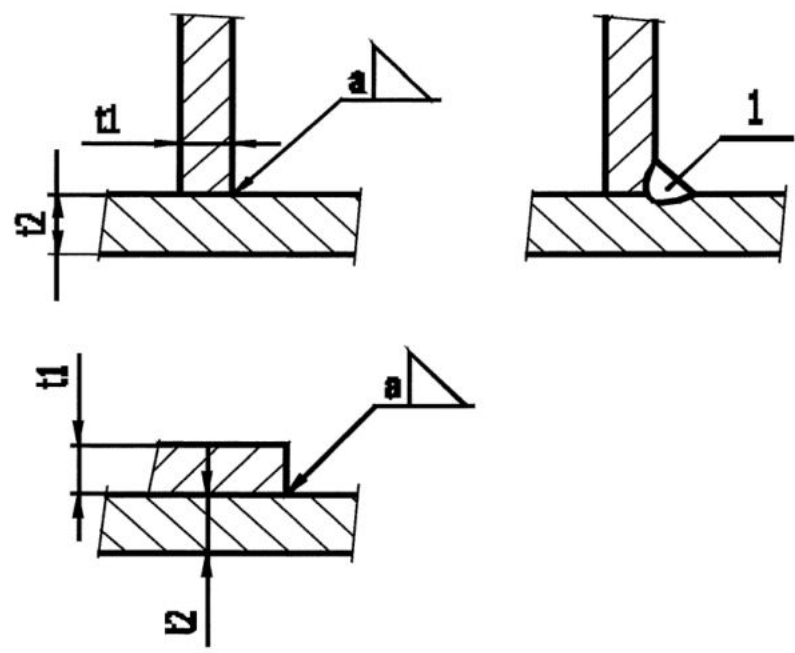
Vypracoval/Prepared :

Číslo výkresu Drawing No.	Číslo svaru Weld No.	Rozměr Dimension	Typ svaru Type of weld	Počet Number	Svarčovací materiál Welded material	Číslo WPS WPS No.	Metoda Method	Přidávkový materiál Filler material	Rozsah nedestructivních zkoušek/The range of non-destructive testing							
									VT % Cislo protokolu Protocol No.	RT % Cislo protokolu Protocol No.	UT % Cislo protokolu Protocol No.	MT % Cislo protokolu Protocol No.	PT % Cislo protokolu Protocol No.			
TK 2104-13	W91	2	▽	2	S235JR S235JH	001	135 G381	EN ISO 14341-A	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-13	W92	2	▽	2	S235JR S235JH	001	135 G381	EN ISO 14341-A	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-13	W93	7	▽	4	S235JR S235JH	107	135 G381	EN ISO 14341-A	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-13	W94	7	▽	2	S235JR S235JH	107	135 G381	EN ISO 14341-A	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-13	W95	7	▽	2	S235JR S235JH	107	135 G381	EN ISO 14341-A	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-13	W96	7	▽	4	S235JR S235JH	107	135 G381	EN ISO 14341-A	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-13	W97	7	▽	2	S235JR S235JH	107	135 G381	EN ISO 14341-A	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-13	W98	5	▽	2	S235JR S235JH	023	141 W451	EN ISO 698-A	5	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-13	W99	6	▽	4	S235JR S235JH	004	135 G381	EN ISO 14341-A	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-13	W100	5	▽	2	S235JR S235JH	023	141 W451	EN ISO 698-A	5	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-13	W101	6	▽	4	S235JR S235JH	004	135 G381	EN ISO 14341-A	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-13	W102	7	▽	2	S235JR S235JH	107	135 G381	EN ISO 14341-A	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-13	W103	7	▽	4	S235JR S235JH	107	135 G381	EN ISO 14341-A	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-13	W104	7	▽	2	S235JR S235JH	107	135 G381	EN ISO 14341-A	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-13	W105	7	▽	4	S235JR S235JH	107	135 G381	EN ISO 14341-A	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	PT202/1028/1
TK 2104-5	W106	5	▽	1	P285GH P285GH	149	135/111	EN ISO 14341-A, G381, EN ISO 15018-2, EN ISO 15017-2	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	5
TK 2104-5	W107	5	▽	1	P285GH P285GH	149	135/111	EN ISO 14341-A, G381, EN ISO 15018-2, EN ISO 15017-2	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	5
TK 2104-5	W108	5	▽	9	P285GH DIPROSA 1490	150	135 G381	EN ISO 14341-A	100	VT202/1028/1	...	...	...	...	...	5

Energio IPT s.r.o. Měřovice n. H.		Postup svařování, EN ISO 15609-1 Welding procedure				strana (page) 1 / 2	WPS č.(no.) : 143				
WPS revize č. : WPS rev. No. :		03/21		Datum : Date:		02/16		Související WPQR č. : Supporting WPQR No. :		2602-2015	
Specifikace svařovacího postupu : Welding procedure specification :											
136 P FW FM1 1.2 t = 3 - 20 PB/PF											
Bezpečnost (Security) : ČSN 05 0601, ČSN 05 0610, ČSN 05 0630						Rozměry jsou v mm / Dimensions are in mm					
Metoda svařování Welding proces :				136 - EN ISO 1) 4063 2) --				Typ, druh svaru (weld type) : FW - vícevrstvý		Podložka-ano/ne(Backing) (yes/no) : ne	
Technika svařování (Technique) Pro polohy PA/PB/PC hosenka rovná bez rozkyvu Pro polohu PF hosenka s rozkyvem do max. šířky 20mm String of weave bead and max. weld bead width :						Drážkovat kořen -ano/ne (backgouging-yes/no) : ne V případě, že ano- drážkovat ze strany kořene vybrošením nebo uhlíkovou elektrodou s následným vybrošením Metod of backgouging :					
Základní materiál / Base metals, Materiál A : S235JR/S355J2/ Material A : P265GH Materiál B : S235JR/S355J2/ Material B : P265GH						CR ISO 15608 Skupina A : 1.1/1.2 Group A : Skupina B : 1.1/1.2 Group B :					
Přidavný materiál / Filler metal Označení / Výrobce : Klasifikace, typ : 1) Classification, type : Výrobce, označení : Klasifikace, typ : 2) Classification, type :						OUTERSHIELD 71E-H/EN ISO 17632-A:T46 3 P M 1 H5/ LINCOLN ELECTRIC --					
Rozsah tloušťky mat. A : Thickness range mat. B :						t = 3-20					
Rozsah průměrů trubek : Diameter range pipe :						--					
Polohy svařování : 1) Weld. positions : 2)						PB - EN ISO 6947 PF - EN ISO 6947					
Příprava svarové plochy : Prep. weld. surface :						třiskově obrobít a odmastit nebo pálit a obrousit vruby a nečistoty					
Druh / průměr wolfram. elektrody : Tungsten electrode size and type :						--					
Předehřev / Preheat Minimální teplota A : +5 °C Preheat temp. min. B : -- °C Max. tep. mezivrstev A : -- °C Preheat temp. max. B : -- °C Způsob kontroly teploty : dotykový Temperature control. : teploměr				Tepelné zpracování po svaření / Postweld. heat treatment Rychlost ohřevu : -- Heating rate : °C / h Rychlost ochlazení (Colling rate) : -- °C Rozsah žíhací teploty : -- Temperature range : °C Způsob ochlazení : Colling mode : Doba výdrže : -- min Holding time : --							
Ochranný plyn / Gas, Shielding gas : % složení : Procent composition. : Množství plynu : Flow rate :						Výrobce / Označení / Složení Ochrana kořene : Trating shiel. gas : % složení : Procent composition. : Množství plynu Flow rate :					
Linde / Corgon 18 / EN ISO 14175 : M21-ArC-18 / 82%Ar+18%CO2 15-20 l / min						-- -- l / min					
Tabulka svařovacích parametrů / Welding parameters table											
Vrstva svaru Weld. sequen.	Počet hous. Numb. of bead.	Polohy svařování Welding positions	Svař. proces Weld. Process	Svařovací materiály Filler metals		Svařovací proud Current (A)		Rozsah napětí Volt. range (V)	Rozsah sv. rychl. Tr. speed (cm/min)	Roz. rychl. podávání W. feed sp. (m/min)	Tepelný příkon Heat input (kJ/mm)
				Klasifik. Classific.	Průměr Diam.	Typ polar. Type polar.	Rozsahy Rangers				
I	1	PB	136	T46 3 P M 1 H	1,2	DC/+	185-200	22-23	19-21	5-7	---
II	1	PB	136	T46 3 P M 1 H	1,2	DC/+	210-220	22-23	14-16	7-10	---
III	1	PB	136	T46 3 P M 1 H	1,2	DC/+	195-205	22-23	45-47	5-7	---

<p>Energo IPT s.r.o. Měřovice n. H.</p>	<p>Postup svařování, EN ISO 15609-1 Welding procedure</p>	<p>strana (page) 2 / 2</p>	<p>WPS č.(no.) : 143</p>
<p>Nákres spoje - rozsah rozměru svaru, materiál A : t = 3 - 20 Details - size weld, material A : a = 5 - 8</p>		<p>materiál B : material B :</p>	
<p style="text-align: right;">Rozměry jsou v mm / dimensions are in mm</p> <p>Poznámky (annotation) :</p>			
<p>Zkontroloval - Klvač Miloslav Vypracoval - Netopil Lubomír</p>			

Energ IPT s.r.o. Měrovice n. H.	Postup svařování, EN ISO 15609-1 Welding procedure	strana (page) 2 / 2	WPS č.(no.) : 149
Nákres spoje - rozsah rozměru svaru, materiál A : Details - size weld, material A :		t1 = 30	materiál B : material B : t2 = 12
<p>a = 5</p>  <p style="text-align: right;">Rozměry jsou v mm / dimensions are in mm</p>			
Poznámky (annotation) : <p style="text-align: center;">Teplota přesušení elektrod : 350°C/2h</p>			
<p style="text-align: center;">Zkontroloval - Klvač Miloslav Vypracoval - Netopil Lubomír</p>			

Energ IPT s.r.o. Měrovice n. H.	Postup svařování, EN ISO 15609-1 Welding procedure	strana (page) 2 / 2	WPS č.(no.) : 150
Nákres spoje - rozsah rozměru svaru, materiál A : Details - size weld, material A :		t1 = 10	materiál B : material B : t2 = 12
a = 5			
			
Rozměry jsou v mm / dimensions are in mm			
Poznámky (annotation) :			
Zkontroloval - Klvač Miloslav Vypracoval - Netopil Lubomír			

Energo IPT s.r.o. provozovna Měrovice nad Hanou		Plán kontrol a zkoušek				PKZ2021/028	
Název výrobku/Product name		INSPECTION AND TEST PLAN		Počet stran/Pages		Strana/Page	
ZÁSOBNÍK MATERIÁLU 20m ³ 2KS		2021-028		3		2	
Název části/Part name:		Císlo zakázky/Order number:		Material/Material			
TK 2104-S01		2021-028		SVAREK / WELDMENT			
Císlo výrobního výkresu : Number of production drawings:		TK2104-01A, TK 2104-05		N - neprovádí se/Not applicable W - ověřovací bod /Witness point Z - Zákazník/Customer E - Externí znalec/External expert J - záznam o jakosti a vystavením protokolu R - kontrolní bod/checkpoint		V - ano N - ne	
Císlo výrobního výkresu : Number of production drawings:		TK2104-01A, TK 2104-05		SW - ověřovací namátkový bod/Verification with J - záznam o jakosti a vystavením protokolu R - kontrolní bod/checkpoint		Y - yes N - no	
Císlo výrobního výkresu : Number of production drawings:		TK2104-01A, TK 2104-05		H - zábrnný bod /hold point		record of quality exposure protocol	
Císlo výrobního výkresu : Number of production drawings:		TK2104-01A, TK 2104-05		Hodnocení Acceptance criteria		Kontrola Control	
Císlo výrobního výkresu : Number of production drawings:		TK2104-01A, TK 2104-05		V Z E V Z E V Z E		Ověření stupně kontroly, jméno, datum, zn. Verification level of control, name, date	
Císlo výrobního výkresu : Number of production drawings:		TK2104-01A, TK 2104-05		V Z E V Z E V Z E		Císlo protokolu Record No.	
4	Welding process Svařovací proces						
4.1	Control of welding procedures Kontrola postupů svařování		WPS/WPQR	X			WPS
4.2	Inspection of transferring the mater. marks Kontrola přenesení značek materiálu			S			PZ2021/028/1-12
4.3	Inspection of putting together the weldment before welding Kontrola sestavení svarů před svařením		Drawing Výkres	(X)			
4.4	Inspection of welding process Kontrola svařovacího procesu			S			
5	Inspection after welding Kontrola po svaření						
5.1	Visual inspection of weld Vizuální kontrola svarů		ČSN EN ISO 17637 ČSN EN 5917-BIC	X			VT2021/028/1 VT2021/028/2
5.2	Penetration inspection of welds Penetrační (kapilární) kontrola svarů		ČSN EN ISO 3452-1 ČSN EN ISO 23277 st.2X	(X)			PT2021/028/1 PT2021/028/2
5.3	Electromagnetic test of welds Elektromagnetická kontrola svarů		ČSN EN ISO 17638 ČSN EN ISO 23278 st.2X	(X)			MT2021/028/1 MT2021/028/2
5.4	Ultrasonic inspection of welds Ultrazvuková kontrola svarů		ČSN EN ISO 17540 - B ČSN EN ISO 11666 st.2	(X)			UT2021/028/1 UT2021/028/2
5.5	Ultrasonic inspection of basic material Ultrazvuková kontrola základního materiálu		ČSN EN ISO 16810 ČSN EN ISO 10160	N			---

Energo IPT s.r.o. provozovna Měrovice nad Hanou
 IČO 25583026 DIČ CZ25583026

Energo IPT s.r.o.	Protokol o vizuální kontrole Protocol of visual inspection Inspekční certifikát 3.1 dle EN 10204 /Inspection certificate according to EN 10204/	Číslo protokolu: Recod No. : VT2021/028/1
Zařízení /Komponent/: ZÁSOBNÍK MATERIÁLU 20m³ Zásobník č.1	Postup svařování/welding procedure/: WKF2021/028/1	
Číslo výkresu /Drawing No./: TK 2104-S01	Zakázka č./Order No/: 2021-028	
Jakost materiálu/Material duality/: Kusovník/Parts list	Počet kusů/Pieces/: 1	
Zkušební rozsah/Testing scope/: 100%	Způsob svařování/Welding way/: El.oblouk/Arc welding/135,136,141,111	
Specifikace/Specification/: ČSN EN ISO 17637 Klasifikace vad/ classification of defects/: ČSN EN ISO 6520-1	Přípustnost dle/Akceptace to/: ČSN EN ISO 5817 st. –viz pozn.	
Zdroj osvětlení/ source of illumination/: umělé/artificial		
Intenzita osvětlení/ illuminance/: 580-930 lx		
Pomůcky/ working aids/: luxmetr/luxmeter/, lupa/ magnifier/, víceúčelová měrka/ multipurpose dipstick, aku svítilna/ battery flashlight/		
Poznámky/notes: Přípustné indikace ve svarech-5214,502,512		
TK 2104-01A ČSN EN ISO 5817 st.B	TK 2104-12 ČSN EN ISO 5817 st.C	
TK 2104-04 ČSN EN ISO 5817 st.B	TK 2104-14 ČSN EN ISO 5817 st.C	
TK 2104-10 ČSN EN ISO 5817 st.B	TK 2104-13 ČSN EN ISO 5817 st.C	
TK 2104-06 ČSN EN ISO 5817 st.B	TK 2104-05 ČSN EN ISO 5817 st.B	
TK 2104-07 ČSN EN ISO 5817 st.B		
Výsledek kontroly/Result of inspection/: Vyhovuje/Comply		
Číslo certifikátu/Numer of certificate:		
Kontrolu provedl/Inspektor/:	Datum/Date/: 13.9.2021	Podpis/Signature/:

1/1

Tiskopis-změna rok 2012

Obchodní společnost zapsaná v obchodním rejstříku, vedeném Krajským soudem v Brně, oddíl C vložka 35755

Energo IPT s.r.o.
 751 42 Měrovice nad Hanou 230
 Česká republika

tel. : 00420 581 290321
 00420 581 290322
 fax : 00420 581 767012

Energo IPT s.r.o. provozovna Měrovice nad Hanou
IČO 25583026 DIČ CZ25583026

Energo IPT s.r.o.		Protokol o kapilární zkoušce Liquid Penetrant Testing Report Inspekční certifikát 3.1 dle EN 10204 /Inspection certificate according to EN 10204/		Protokol č./Report No.: PT2021/028/1	
Zákazník/ Customer /: MORAVIA STEEL a.s.			Výrobek / Product /: ZÁSOBNÍK MATERIÁLU 20m³ Zásobník č.1		
Číslo výkresu/ Drawing No./: TK 2104-S01					
Materiál/Material: svarek/weldment		Teplota povrchu /Surface temperature 22 °C		Rozměr/ Dimension/: -----	
Metoda svařování/ Welding method: 135,136,111,		Stav povrchu/ Surface preparing/: otryskaný/blasting			
Specifikace/Specification/: ČSN EN ISO 3452-1				Osvětlení/ Illumination/: umělé/artificial 580-930Lx	
Hodnocení dle/Evaluation acc.to/: ČSN EN ISO 23277 st.2X					
Objem zkoušek/ Extent of Testing/: viz pozn.				Zkušební prostředky/ test means/: barevný penetrant/colored penetrant IIE-2	
Penetrant/Penetrant/: SPANJAARD PENETRANT		Vývojka/ Developer/: SPANJAARD DEVELOPER		Čistič/ Cleaner/: SPANJAARD CLEANER	
Číslo šarže/Charge Nr./: ---		Číslo šarže/Charge Nr./: ---		Číslo šarže/Charge Nr./: ---	
Způsob nanášení/ method of application/: nátěr/ coating		Způsob nanášení/ method of application/: nástřik/ injection		Způsob nanášení/ method of application/: nástřik/ injection utěrka/cloth	
Čas/Time/: 10 min.		Čas/Time/: 10 min.			
Poznámky/Remarks: Č.výkr. TK 2104-5 W106 5% TK 2104-5 W107 5% TK 2104-5 W108 5%					
Pomůcky a měřidla/ Tools and measuring instruments /: luxmetr/luxmeter,lupa/ magnifier,aku svítilna/ battery flashlight,svinovací metr/ tape measure,posuvné měřítko/vernier caliper, teploměr/ thermometer					
Identifikace-pozice,číslo svaru,svareč / Identification -position, Nr. of weld, welding		Indikace/ indications			Vyhovuje/ Accepted ano-ne/yes-no
		Typ/Type	Poloha/ Position	Rozměr/ Dimension	
Svařecí IPT02,IPT08,IPT10,IPT14,IPT15,IPT18,IPT21		---	---	---	ANO/YES
Výsledek kontroly/Result of inspection/: Vyhovuje/ Accepted					
Zkoušku provedl/ Test /: Netopil Lubomír			Vyhodnotil/ Evaluated/: Klvač Miloslav		
Číslo certifikátu/Certificate Nr./:			Číslo certifikátu/Certificate Nr./: TESYDO-COP-461-PT2		
Podpis/ Signature/:			Podpis/ Signature/:		
Datum/Date/: 14.9.2021			Datum/Date/: 16.9.2021		

Energo IPT s.r.o. provozovna Měrovice nad Hanou
 IČO 25583026 DIČ CZ25583026

Energo IPT s.r.o.		Protokol o ultrazvukové zkoušce Ultrasonic test report Inspekční certifikát 3.1 dle EN 10204 /Inspection certificate according to EN 10204/			Protokol č./Report No.: UT2021/028/1	
Zákazník/ Customer /: MORAVIA STEEL a.s.			Výrobek / Product / : ZÁSOBNÍK MATERIÁLU 20m³ Zásobník č.1			
Číslo výkresu/ Drawing No.: TK 2104-S01			Zakázka č./Forder No/: 2021/028			
Materiál/Material/: SVAREK/WELDMENT		Teplota povrchu /Surface temperature/: 22 °C	Rozměr/ Dimension/: ---	Počet kusů/Quantity: 1		
Metoda svařování/ Welding method/: 136			Stav povrchu/ Surface preparing/: KARTÁČOVANÝ-OTRYSKANÝ/BRUSCHED-BLASTING			
Specifikace/Specification/: ČSN EN ISO 17640-B			Přístroj/Equipment/: SIUI CTS 9006			
Hodnocení dle/Evaluation acc.to/: ČSN EN ISO 11666 st.2			Vazební prostředek/Couplant/: VGT-FYr ver.H			
Objem zkoušek/ Extent of Testing/: svarý v T-spojích			Kalibrační měrka/ Calibration block/: K1/K2			
Sonda/Probe/	Typ/Type/	Frekvence/Frequency/	Rozměr/ dimension/	Úhel/Angle/	Zesílení/amplification/	Rozsah/Time base/
UM4Z45	Single/Angle	4 MHz	8x9	45°	56dB	40
UM4Z60	Single/Angle	4 MHz	8x9	60°	58dB	60
Nastavení/Setting/: Ploché dno-Dosa = 1,5 mm			Hodnocení/ Evaluation/: AVG diagram/DGS diagram/			
Poznámky/Remarks/:						
Identifikace-police, číslo svaru, svařec / Identification -position, Nr. of weld, welding/			Indikace/ Indications/			Vyhovuje/ Accepted ano-ne/yes-no/
			Poloha/ Position/		Rozměr/ Dimension/	
TK 2104-01A W6 10% IPT10			-----		-----	ANO/YES
Výsledek kontroly/Result of inspection/:						
			Vyhovuje/ Accepted/			
Zkoušku provedl/ Test /: Netopil Lubomír			Vyhodnotil/ Evaluated/: Klvač Miroslav			
Číslo certifikátu/Certificate Nr.:			Číslo certifikátu/Certificate Nr.: 3197-CERT-NDT-0162-15			
Podpis/ Signature/:			Podpis/ Signature/:			
Datum/Date/: 14.9.2021			Datum/Date/: 16.9.2021			

Energo IPT s.r.o. provozovna Měrovice nad Hanou
 IČO 25583026 DIČ CZ25583026

Energo IPT s.r.o.		Protokol o zkoušce magnetickou metodou práškovou Magnetic Particle Testing Report Inspekční certifikát 3.1 dle EN 10204 /Inspection certificate according to EN 10204/		Protokol č./Report No.: MT2021/028/1	
Zákazník/ Customer /: MORAVIA STEEL a.s.			Výrobek / Product / : ZÁSOBNÍK MATERIÁLU 20m³ Zásobník č.1		
Číslo výkresu/ Drawing No.:/ TK 2104-S01					
Materiál/Material/: SVAREK/WELDMENT		Teplota povrchu /Surface temperature/: 22 °C	Rozměr/ Dimension/: ---	Počet kusů/Quantity: 1	
Metoda svařování/ Welding method/: 135,136,			Stav povrchu/ Surface preparing/: KARTÁČOVANÝ-OTRYSKANÝ/BRUSCHED-BLASTING		
Specifikace/Specification/: ČSN EN ISO 17638			Osvětlení/ Illumination/: 650-920 Lx		
Hodnocení dle/Evaluation acc.to/: ČSN EN ISO 23278 -2X					
Objem zkoušek/ Extent of Testing/: Viz pozn.			Detekční prášek/ Detection Powder/: BAREVNÝ-SUSPENZE/COLOR-SUSPENSION		
Typ detekčního prášku/ Type Detection Powder/: PFINDER 250		Kontrastní barva/ Contrasting Color/: PFINDER 280	Čistič/Cleaner/: PFINDER 890		
Číslo šarže/Charge Nrn./: 81125034510/745		Číslo šarže/Charge Nrn./: 81128044510	Číslo šarže/Charge Nrn./: 81189024510		
Způsob nanášení/ method of application/: nástrík/ injection		Způsob nanášení/ method of application/: nástrík/ injection	Způsob nanášení/ method of application/: Nástrík+utěrka/ injection+ cloth		
Zařízení/ Equipment/: PICO MAG-PTS		Magnetizace/Magnetization/: Podkova/Yoke	Proud/Current/: >2,6kA/m	Druh proudu/Current Type/: AC	
Poznámky/Remarks/: Č.v. TK 2104-01A W6 5% TK 2104-05 W108 5%					
Pomůcky a měřidla/ Tools and measuring instruments /: luxmetr/luxmeter/, lupa/ magnifier, aku svítilna/ battery flashlight/, svinovací metr/ tape measure, posuvné měřítko/vernier caliper, teploměr/ thermometer, závaží/weight, měrka MTUČ.3/dipstick MTU No.3, Bertholdova měrka/Berthold dipstick					
Identifikace-pozice, číslo svaru, svařec / Identification -position, Nr. of weld, welding		Indikace/ Indications			Vyhovuje/ Accepted ano-ne/yes-no
		Typ/Type	Poloha/ Position	Rozměr/ Dimmension	
Svařecí IPT02,IPT8,IPT10,IPT14,IPT15,IPT18,IPT21		---	---	---	ANO/YES
Výsledek kontroly/Result of inspection/: Vyhovuje/ Accepted					
Zkoušku provedl/ Test /: Netopil Lubomír			Vyhodnotil/ Evaluated/: Kvač Miloslav		
Číslo certifikátu/Certificate Nr./:			Číslo certifikátu/Certificate Nr./: TESYDO-COP-461-MT2		
Podpis/ Signature/:			Podpis/ Signature/:		
Datum/Date/: 14.9.2021			Datum/Date/: 16.9.2021		

1/1

Tiskopis- rok 2014

Obchodní společnost zapsaná v obchodním rejstříku, vedeném Krajským soudem v Brně, oddíl C vložka 35755
Energo IPT s.r.o. tel. : 00420 581 290321
 751 42 Měrovice nad Hanou 230 00420 581 290322
 Česká republika fax : 00420 581 767012