

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

nositelka Řádu práce

FAKULTA STROJNÍ

Obor 23-07-8

Strojírenská technologie

zaměření

Tváření kovů a plastických hmot

Katedra tváření a plastů

PROJEKT PRACOVNÍŠTĚ PRO SVAŘOVÁNÍ TRUBEK

AUTOMATEM FY HOBART TYP CT-300 DC-S

STUDIE

Petr Paldus

KPT 354

Vedoucí práce: Ing. Heinz Neumann, VŠST Liberec

Konzultant: Ing. Petr Vlach, FEROX n.p. Děčín

Rozsah práce a příloh:

Počet stran	47
Počet příloh	2
Počet tabulek	2
Počet obrázků	10
Počet výkresů	2
Počet modelů nebo jiných příloh	-

Datum 9. května 1988

Vysoká škola: **strojná a textilní**

Fakulta:

strojná

Katedra: **tváření a plastů**

Školní rok:

1987/88

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONŮ)

s. Petra P a l d u s e

pro

obor **23 07 - 8 Strojírenská technologie**

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Projekt pracoviště pro svařování trubek
automatem fy HOBART CT - 300 DSC.**

Zásady pro vypracování:

- 1) Seznamte se s technologií svařování trubek v podmínkách n.p. Ferox.
- 2) Seznamte se s technickou dokumentací svařovacího automatu CT - 300 DSC.
- 3) Proveďte návrh svařovacího pracoviště.
- 4) Proveďte ekonomické zhodnocení návrhu.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÁ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSČ 461 17

*Seznamováno -
- autorizováno*

Rozsah grafických prací: 40 - 50 stran textu - výkresy

Rozsah průvodní zprávy:

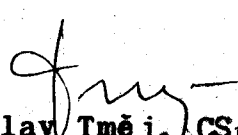
- Seznam odborné literatury:
- 1) Kuncipál, J. a kol.: Svařování pro konstruktéry a technology. SNTL, Praha 80
 - 2) Makovický, V., Michalec, V.: Zváření přípravky. SVTL, Bratislava 1966.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Heinz Neumann


Datum zadání diplomové práce: 11. 9. 1987

Termín odevzdání diplomové práce: 10. 5. 1988




Doc. Ing. Jaroslav Tměj, CSc.

Vedoucí katedry


Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc.

Děkan

v Liberci dne 12. 9. 19 87

"Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury"

V Liberci dne 10. května 1988.

Petr Čaloun

OBSAH

Titulní list	1
Zadání dip. práce VŠST	2
Místopřísežné prohlášení	3
Obsah	4
Seznam zkratek a symbolů	6
Úvod	7
Historie a char. výroby n.p. Ferox Děčín	9
Vyráběná zařízení	10
1. Svařování trubek v n.p. Ferox	13
1.1. Technickoekonomická situace	13
1.2. Svařování v ochr. atmosféře argonu (WIG)	13
1.3. Svařování impulsním proudem	15
2. Popis svařovacího zařízení Hobart CT-300 DC-S	17
2.1. Výkonový zdroj Hobart CT-300 DC-S	17
2.2. Programovací jednotka	17
2.3. Ovládací skříň	19
2.4. Svařovací hlava	20
2.5. Závěs dálkového ručního ovládní	21
2.6. Požadavky na umístění a bezpečný chod	21
2.6.1. Umístění	21
2.6.2. Větrání	21
2.6.3. Bezpečnost proti vyzařování radiových vln	21
2.6.4. Uzemnění	22
2.7. Používané materiály a přísl. příd. materiály	22
2.7.1. Druhy přídavných materiálů	22
2.7.2. Volba průměru přídavného drátu podle tloušťky stěny trubky	23
3. Návrh svařovacího pracoviště	24
3.1. Trubkové sekce výměníků	24
3.2. Vystředění trubek	24
3.2.1. alternativa A	24
3.2.2. alternativa B	26
3.3. Přípravek pro podfuk plynu	27
3.4. Společný přípravek pro podfuk plynu a středění trubek	28
3.5. Úprava svarových ploch před svařením	29
3.5.1. Dosavadní způsob	29
3.5.2. Navrhovaný nový způsob	30
3.6. Pracovní postup	30
alter. A	33
alter. B	35
3.7. Umístění svářecího pracoviště	36
3.8. Úprava trubek před svařováním	36

3.9.	Kontrola svarů (5)	37
3.10.	Manipulace s trubkami	37
3.11.	Bezpečnost a hygiena práce	38
3.11.1.	Zplodiny při svařování	38
3.11.2.	Ochrana zraku	38
3.11.3.	Úprava pracoviště	38
3.11.4.	Plocha svářecího pracoviště	38
3.11.5.	Osobní ochranné pracovní prostředky	38
4.	Ekonomické zhodnocení	40
4.1.	Základní strategie a koncepce	40
4.2.	Kapacitní propočty	40
4.3.	Stanovení počtu strojů a pracovníků	41
4.4.	Výpočet potřeby počtu strojů	41
4.5.	Součinitel využití stroje	42
4.6.	Technicko-ekonomické zhodnocení	42
4.6.1.	Svařování ruční	42
4.6.2.	Svařování automatem	42
4.6.3.	Úspora jednicových mezd	43
4.6.4.	Úspora zpracovatelských nákladů	43
4.6.5.	Úspora normohodin	43
4.6.6.	Přírůstek výroby zboží	43
4.6.7.	Ukazatelé souhrnné ekonomické efektivity	43
5.	Závěr	45
	Literatura	47

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Význam	Jednotka	Označení
Základní sv. proud	A	I_z
Impulsní sv. proud	A	I_i
Poloměr ohybu	mm	R
Vyosení	mm	e
Množství svarů za rok	-	Q
Počet sekcí za rok	-	s
Počet trubek v sekci	-	n
Délka svaru	mm	O
Čas strojní	min	t_{Al31}
Čas nepravidelné obsluhy	min	t_{AX}
Čas směnový	min	t_c
Čas na oddech	min	t_{201}
Čas na manipulaci s trubkami	min	t_m
Čas na svařování v argonu	min	t_{cA}
Koeficient obtížnosti	-	k
Celkový reálný čas 1 svaru	min	t_{cAR}
Výrobní efektivní čas	hod/rok	H_{ef}
Koeficient překračování norem	-	k_{PN}
Počet pracovníků	-	P
Časový fond pracovníka	hod/rok	$F_{\text{ČP}}$
Časový fond stroje	hod	$F_{\text{ČS}}$
Součinitel využití stroje	-	n_{to}
Mzda při ručním svařování	Kčs/hod	m_h
Čas na lbm svaru	min	t_{bma}
Čas na 1 svar	min	t_a
Mzda za 1 svar	Kčs/svar	m_a, m_b
Mzda za 1 bm svaru	Kčs/lbm	m_{bma}, m_{bmb}
Úspora mezd na lbm svaru	Kčs/lbm	U_{bm}
Úspora na 1 trubkové sekci	Kčs/sekci	U_s
Roční úspora	Kčs/rok	U_r
úspora zpracovatelských nákladů	Kčs/rok	U_{Zl}
Úspora normohodin	normohodin/rok	U_{jm}
Investiční náklady	Kčs	I_n
Doba úhrady investic	rok	D'_u
Ukazatel souhrnné ek. efektivity	Kčs/lKčs	E

ÚVOD

Ve zprávě ze XVII. sjezdu KSČ i v návrhu hlavních směrů hospodářského a sociálního rozvoje jsou obsaženy nejdůležitější cíle a záměry pro léta 1986 - 1990 a výhled do roku 2000.

Předložený návrh hlavních směrů vychází z kritického hodnocení výsledků dosažených v průběhu sedmé pětiletky. Opírá se dále o výsledky prací, které vyjadřují rámcové představy o dlouhodobé strategii sociálně ekonomického rozvoje naší společnosti. Jejím základním rysem je snaha vstoupit do třetího tisíciletí s ekonomikou intenzivního typu založenou na zvládnutí procesu vědeckotechnické revoluce, při technickém přezbrojení naší výrobní základny, zásadním pokroku ve zdokonalování socialistických výrobních vztahů, při podstatné změně řízení, plánování a hospodářského mechanismu.(1)

Na pořadu dne je úkol zavádět takový technologický způsob výroby, jehož základem bude věda a její poznatky materializované ve výrobním procesu. Nikdy v minulosti nebyla společlivá dlouhodobá strategie tak potřebná a závažná, jako je tomu nyní. Musí se posuzovat nejen kolik, na jaké technické úrovni, ale také za kolik a v jaké kvalitě se vyrábí, jak jsou uspokojovány potřeby exportu a vnitřního trhu, jak je zajišťována perspektiva.

Rozhodující rozsah investičních prostředků v 8. pětiletce je směřován na pokračující přestavbu řady základních odvětví národního hospodářství a posilování perspektivně nadějných oborů, jako je především elektronika a strojírenství. Prostředky na stroje a zařízení se celkem zvýší zhruba o 117 miliard Kčs, což je téměř o 38 % více než v 7. pětiletce. Uvážlivě a koncepčně je nezbytné zajišťovat moderní a vysoce progresivní techniku dováženou ze socialistických i nesocialistických ze-

8

mí, pro kterou se vyčleňuje zhruba o 55 % více devizových prostředků než v pětiletce sedmé. (1)

To si vzal za své i n.p. Ferox Děčín, závod maršála Rybalka, kde na základě zvětšujících se množství vyráběných výměníků chlazených vzduchem a požadavků na:

- zvyšování kvality,
- snižování pracnosti,
- zvyšování stupně mechanizace,
- zlepšování hygieny pracoviště

vznikl požadavek změny technologie ručního svařování dvojic trubek a současně návrh nového vybavení a uspořádání svařovacího pracoviště.

HISTORIE A CHARAKTERISTIKA VÝROBY N.P. FEROX DĚČÍN

Závod byl vystavěn na začátku druhé světové války. V listopadu 1941 v něm byla zahájena výroba. Vyráběla se tu různá chemická zařízení, uskladňovací nádrže a součástky k turbínovým motorům. Po osvobození Československa Sovětskou armádou neměl v roce 1945 závod vyhraněný směr výrobního programu. Teprve po roce 1948 byl orientován na výrobu potravinářských strojů a chemických zařízení. Poněvadž zde tehdy nastala příznivá koncentrace odborných sil, zejména na zpracování barevných kovů, mohly být do výroby přijaty důležité zakázky. Zvládnutím tohoto úkolu se vytvořily podmínky pro výrobní program závodu, a to oboru nízkých teplot - kryogeniky. V roce 1958 byl závod začleněn do výrobní hospodářské jednotky Královopolská strojírna n. p. Brno a výroba byla orientována v plném rozsahu na specializaci v oboru chemických zařízení na čišťování vzduchu, vzduchové chladiče a výrobky z neželezných kovů.

Rozvoj výroby byl a je vysoce progresivní. Podstatnou částí výroby jsou dodávky do Sovětského svazu a do kapitalistických států. Svými výrobky se závod podílí na výstavbě řady rozhodujících investičních celků, především v rezortu chemie a hutí. V roce 1962 došlo k výraznému rozšíření výrobních ploch závodu - byla dokončena výstavba nové výrobní haly chemie a s tím souvisejících komplexů. Šlo o investici ve výši cca 90 milionů Kčs. Byly tím vytvořeny základní podmínky pro zvýšení výroby. Ruku v ruce s rozvojem výrobní základny šel i nárůst kvalifikace zaměstnanců. Dochází k tomu nejen trvalým náborem pracovníků ze středních a vysokých škol ale i podporováním všech forem dalšího vzdělávání a zvyšování kvalifikace.

VYRÁBĚNÁ ZAŘÍZENÍ:

Zařízení na dělení vzduchu - proces vychází z metody dělení vzduchu za hlubokých teplot. Po zkapalnění vzduchu dochází k jeho rozdělení na žádané složky.

Kryobiologické kontejnery (např. BK 200, BK 600) - jsou určeny ke skladování různých biologických materiálů chlazených kapalným dusíkem na teplotu -196°C .

Ležaté kontejnery na kapalné plyny - určeny ke skladování a přepravě kapalného dusíku, kyslíku a argonu při maximálním pracovním přetlaku 0,2 MPa.

Vysokotlaké odpařovací stanice - slouží ke skladování, stlačování a odpařování kapalného kyslíku za účelem jeho plnění do tlakových lahví, bateriových vozů, případně potrubních rozvodů pro závod.

Dewarovy nádoby na kapalné helium (He 25, -50, -100, -500) - určeny pro skladování a přepravu kapalného helia.

Supravodivý magnetický separátor kaolinu - k čištění kaolinu v magnetickém poli s minimálním příkonem elektrické energie.

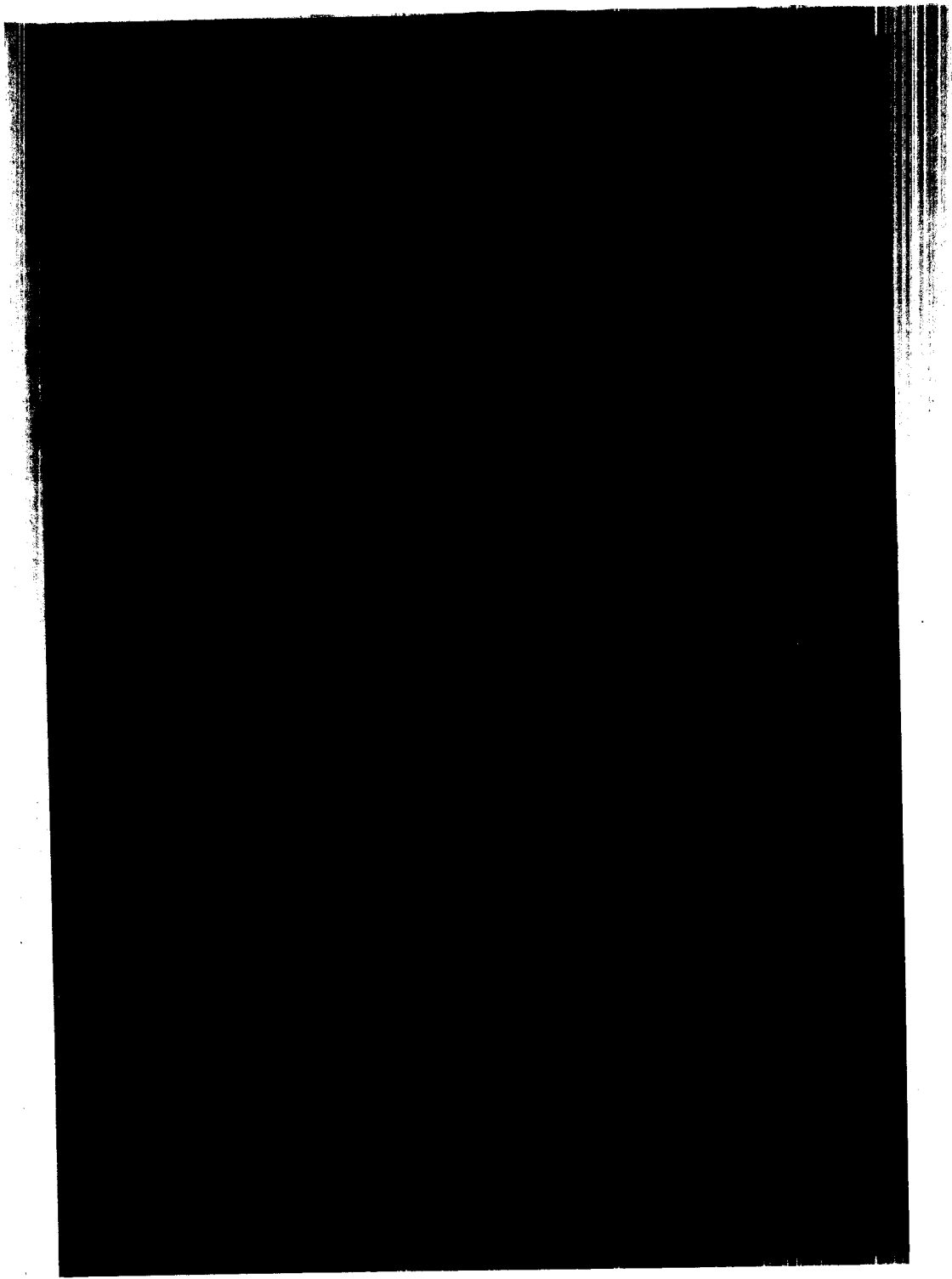
Transportní návěsová cisterna TN 15 pro dopravu kyslíku, dusíku nebo argonu od výrobce k uživateli.

Zásobníky nízkotlaké a středotlaké - pro skladování zkapalněných kryogenních plynů O_2 , N_2 , Ar a odpařovací stanice těchto plynů.

Ležatý zásobník MZ 5 - též k přepravě kapalného dusíku, kyslíku a argonu od výrobce k uživateli a navíc k jeho dlouhodobému uskladnění u uživatele.

Vinuté výměníky tepla - uplatňují se v technologických procesech dělení vzduchu a zkapalnění plynů ve specializovaných oborech chemie, biochemie a farmacie.

Výměníky chlazené vzduchem: Použitím vlastní technologie intenzifikace přestupu tepla u ožebrovaných trubek na rozdíl od chlazení vodou bylo dosaženo značných energetických a materiálových úspor. Výměníky ze žebrovaných trubek pomáhají ochlazovat mazací systémy turbokompresorů na tranzitním plynovodu zemního plynu v SSSR. Do Sovětského svazu směřuje převážná část těchto výměníků, ale velkými odběrateli jsou též např. Irák, Egypt a další kapitalistické státy. Aplikace vzduchem chlazených výměníků (chladičů) umožňuje jejich použití při rafinerii ropy v těžkých klimatických podmínkách.



Obr. 1 Výměník chlazený vzduchem

1. SVAŘOVÁNÍ TRUBEK V N.P. FEROX

1.1. TECHNICKO-EKONOMICKÁ SITUACE

Nárůst objemu výroby vzduchových chladičů předpokládá proto také výrazný nárůst svářečských prací u spojů trubka - trubka. Pro zvyšování mechanizace, snižování pracnosti a zvýšení svařovacího součinitele bylo nutné nahradit dosavadní způsoby ručního svařování (plamenem, obalenou elektrodou, metodou WIG (svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu), popř. kombinací těchto metod) způsobem produktivnějším, který by zároveň zajistil kvalitu svarových spojů při mnohonásobné opakovatelnosti. Nároky na kvalitu a kontrolu těchto svarů jsou ze strany zákazníků vysoké, neboť se jedná o bezporuchový provoz kompresních stanic tranzitních plynovodů, naftových rafinerií, chemických provozů, atd..

Z uvedených důvodů byl do podniku zakoupen svařovací automat Hobart CT-300 DC se svařovací hlavou M 2, která umožňuje svařovat trubky v rozsahu vnějších průměrů 18 až 60 mm s tloušťkou 2 až 6 mm.

Tato diplomová práce se zabývá řešením problémů souvisejících se svarovými spoji trubka - trubka u výměníků chlazených vzduchem, protože výrobce trubek není schopen dosud dodávat trubky 12 m dlouhé.

1.2. SVAŘOVÁNÍ V OCHRANNÉ ATMOSFÉŘE ARGONU NETAVÍCÍ SE ELEKTRODOU (WIG)

Při této technologii svařování je tavná lázeň chráněna před účinky vzduchu argonem. Oblouk hoří mezi neodtavující se elektrodou a svařovaným materiálem. Přídavný materiál se dodává do oblouku ve formě drátu, tyčinky nebo pásu.

Protože je argon velmi drahý, používá se tohoto způsobu

na svařování neželezných kovů a jejich slitin a vysoce legovaných ocelí tam, kde se vyžaduje kvalitní, dobře provařený kořen svaru (vysokotlaká potrubí, tlakové nádoby, jaderná energetika a pod.). Se zřetelem na t. zv. čistící účinek argonu se tento způsob velmi dobře uplatňuje při svařování hliníku a jeho slitin.

Pro snadnější zapalování a udržování dobré stability oblouku je zdroj proudu tvořen celou soupravou obsahující svařovací transformátor, vysokofrekvenční zdroj a kondenzátorovou baterii. Vysokofrekvenční ionizátor (napětí až 5 000 V) zajišťuje klidné hoření oblouku a umožňuje jeho zapálení bez dotyku wolframové elektrody se základním materiálem. Elektrodu stačí pouze přiblížit na vzdálenost 5 až 6 mm k povrchu svařovaných součástí. Kondenzátorová baterie zabráňuje vzniku škodlivé stejnosměrné složky t. zv. nevyvážené vlny. Ochranný plyn argon se používá o čistotě 99,96 % a nesmí být vlhký.

Metodou WIG lze svařovat

- ručně - svařeč vede rukou svařovací držák, ke kterému je přiváděn ručně i přídavný materiál,
- poloautomaticky - svařeč vede rukou svařovací držák, ke kterému je přiváděn automaticky bowdenem přídavný materiál,
- automaticky - svařovací hořák s wolframovou elektrodou je uchycen na vozíku, který pojíždí po svařované součásti a svařovací drát je automaticky přiváděn do oblasti mezi wolframovou elektrodou a svařovaný materiál. Vyžaduje to však dokonalou a přesnou přípravu návarových ploch a dodržení předepsaných mezer a parametrů.

Automatický způsob se používá u speciálních svařovacích hlav pro svařování obvodových svarů potrubí nebo jen kořenové partie, kdy u slabých tloušťek stěn se svařuje způsobem WIG bez přídavného materiálu, pouhým roztavením stykových hran, u sil-

nějších s přídavným materiálem.

Sada svařovacích hlav pro určité průměrové rozsahy zajišťuje současně středění obou svařovaných trubek navzájem přesně proti sobě. Svařuje se bez otáčení trubek, pohyb vykonává kolem trubky automat - t. zv. orbitální svařování. (3)

1.3. SVAŘOVÁNÍ IMPULSNÍM PROUDEM (4)

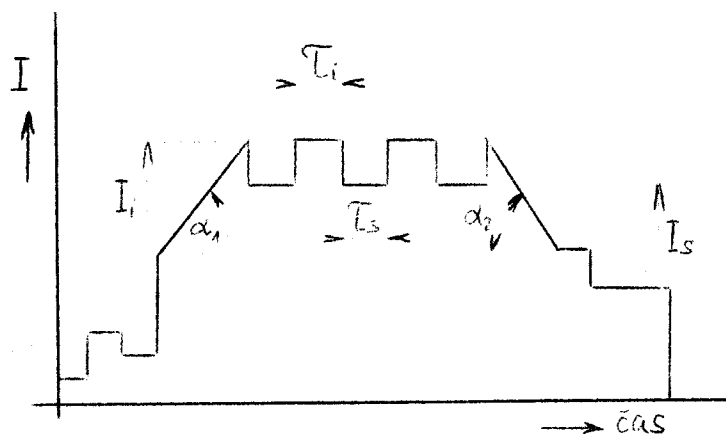
Při svařování v ochranných atmosférách vysokými proudy se dosahuje při dlouhém oblouku t. zv. sprchového přenosu roztaveného kovu z přídavného drátu. Ovšem příliš vysoký svařovací proud může mít za následek zvýšení rozstříku, vruby na přechodu svaru do základního materiálu, horší jakost povrchu svaru, pórovitost a propálení (protečení) kořene svaru. Proto se tato metoda používá pro svařování materiálu větších tloušťek ve vodorovné poloze a nehodí se příliš na svařování v polohách.

Naopak při nízkých svařovacích proudcích dochází k přechodu kovu ve velkých kapkách při nízkém počtu kapek za časovou jednotku. I zde nejsou vytvořeny příznivé podmínky pro kvalitní spoje v polohách a ve vodorovné poloze je zase nekvalitní, nepravidelný povrch svarových housenek. Rozstřík je značný, protože kinetická energie letících kapek je malá a kapky jsou špatně usměrněny k povrchu vznikajícího svaru.

Aby bylo dosaženo optimálních podmínek sprchového přenosu kapek kovu při nízkých proudcích, využívá se t. zv. impulsního způsobu svařování. Při této technologii se používá stejnosměrný proud, který se mění mezi dvěma hladinami. Na obr. 2 je naznačen průběh svařovacího proudu v závislosti na čase, mezi t. zv. základním proudem, který musí ještě zajišťovat ionizaci prostředí, a impulsním proudem, při němž vzrostou síly pinch-efektu, takže se vytvářejí malé kapičky roztaveného kovu, které se dobře usměrní (vymršťují) do tavné lázně.

Pinch-efekt (3) je elektromagnetická síla: Okolo každého vodiče elektrického proudu vzniká magnetické pole se silovými složkami v radiálním směru. Působením těchto sil vznikají tlakové síly, které způsobí seškrcení tekutého kovu z přídatného drátu. Tím se v místě zúžení zvýší proudová hustota, což se zpětně projeví zvýšením uvedených tlakových sil a tím dochází k intenzivnímu oddělování kapek. Vliv pinch-efektu se zvětšuje se čtvercem intenzity svařovacího proudu.

Při impulsním svařování by vlivem nízké hodnoty základního proudu nedošlo k oddělení kapky, to zajišťuje pinch-efekt, který se výrazně zvyšuje v průběhu působení impulsní složky svařovacího proudu. Nastává impulsní řízený přenos, t.j. při každém impulsu se odděluje jedna kapka.



Obr.2. Průběh svařovacího proudu při impulsním svařování

I_z - hodnoty základního svařovacího proudu

I_i - hodnota impulsního svařovacího proudu

T_s - doby trvání základního proudu

T_i - doby trvání impulsního proudu

2. POPIS SVAŘOVACÍHO ZAŘÍZENÍ HOBART CT-300DC-S

Svařovací zařízení fy Hobart typ CT-300 DC-S (viz obr. 3) se skládá ze

- 2.1. stejnosměrného zdroje (A)
- 2.2. výměnné programovací jednotky (B)
- 2.3. kontrolní ovládací skříň (C)
- 2.4. dálkového ovládání (E)
- 2.5. svařovací hlavy (D).

2.1. VÝKONOVÝ ZDROJ HOBART CT-300 DC-S (obr. 3 - (A))

Je hlavní částí systému sváření trubka-trubka. Je polovodičového principu, může být používán se sedmi různými vzájemně zaměnnými programovými moduly. Další výhodou je rychlá odezva pro přesné řízení pulsace a sklonu charakteristiky. Řízení výkonu oblouku je volitelné charakteristikou oblouku i pro elektrodové sváření bez ovlivnění svářecího proudu.

Hlavní údaje CT-300 DC-S:

Jmenovitý výstup 300 A; 32 V; zatěžovatel 100 %

Jednoduchý proudový rozsah 3 až 399 A

Max. napětí naprázdno 80 V

Vstup:	jmenovité zatížení:	naprázdno:
	230/460 V	230/460 V
	65/33 A	5,0/2,5 A
	25,9 kVA	2,0 kVA
	14,5 kW	1,0 kW

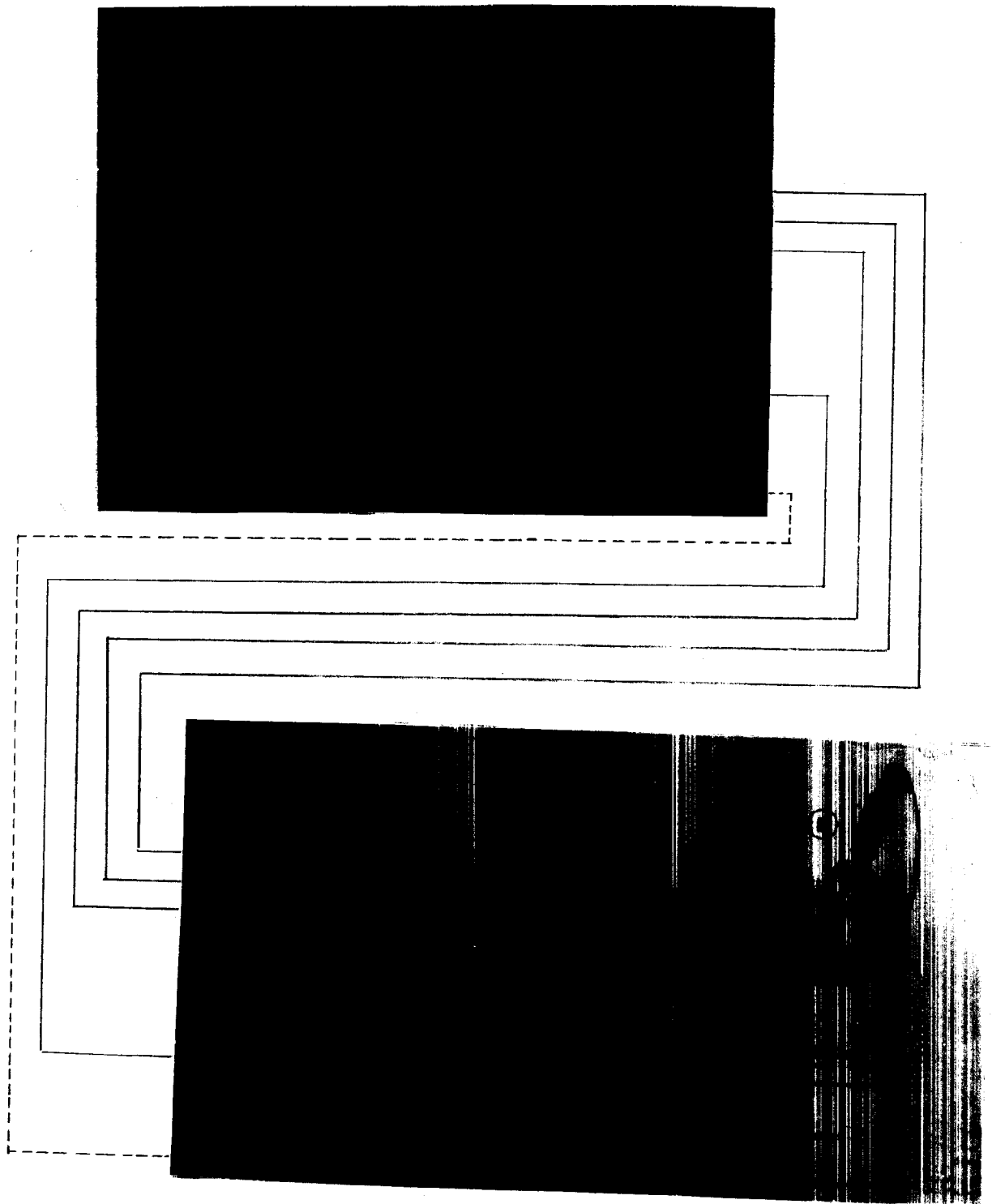
Přídavný výkon 1 kVA

Rozměry: délka 984 mm
šířka 616 mm
výška 978 mm

Hmotnost netto 245 kg

Primární napětí (230/460 V, 60 Hz standard) volitelné objednávkou - pro ČSSR: 220/380/415 V, 50 Hz.

2.2. PROGRAMOVACÍ JEDNOTKA (obr. 3 - (B))



Obr.3 Svařovací automat fy Hobart typ CT-300 DC-S

- je výměnná, proto může být např. program pro ruční sváření nahrazen během několika minut programem pro plnoautomatické sváření jednoduchou výměnou programové skříně.

N.p. Ferox má k dispozici pouze jednu programovací jednotku a to: HOBART CYBER-TIG II Series Programmer (dále PGMR). Je navržena na použití s třífázovým výkonovým zdrojem. PGMR vyrovnává síťové napěťové odchylky $\pm 15\%$ a svařovací proud je udržován $\pm 1\%$ od údaje digitálního měřidla. Svařovací proud je v podstatě konstantní při změnách délky svařovacího oblouku. PGMR má vestavěno

- časové řízení strmosti svařovacího proudu
- volbu strmosti
- pulsaci s řízením vysokých a nízkých pulsů
- volbu pulsace
- volbu procenta svařovacího proudu
- řízení dodatečného ohřevu
- řízení svařovacího proudu
- volbu druhu svařování
- přípojku dálkového ovládní.

2.3. OVLÁDACÍ SKŘÍŇ (viz obr. 3 - (C))

spojuje PGMR, upínací přípravek a podavač svařovacího drátu pro přesnou spolupráci všech tří jednotek.

Ovládací skříň řídí:

- podavač drátu
- rychlost posuvu drátu
- dálkově - svařovací proud
- dobu sváření.

Rozměry: výška 319 mm
šířka 353 mm
hloubka 546 mm