

Obor 23-21-8

Stroje a zařízení pro chemický, potravinářský a spotřební
průmysl

Zaměření sklářské a keramické stroje

Katedra sklářských a keramických strojů

ZAPALOVÁNÍ KORUNKOVÉHO ÚSTÍ LAHVÍ

190/91

Jméno a příjmení : Zdeněk Jana

Vedoucí DP : Doc.ing. Jaroslav Belda CSc.

VŠST Liberec, kat. sklář. a keramických strojů

Konzultant : p. Eduard Rožec - SKLO UNION OBAS a.s. Záv.
Rudolfova huť Dubí u Teplic

Rozsah práce a příloh:

Počet stran	83
Počet příloh a tabulek	13
Počet obrázků	45
Počet výkresů	2
Počet modelů nebo jiných příloh	0

Fakulta strojní

Katedra

Školní rok: 1990/91

sklářských a keramických strojů

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Zdeňka J a n u

obor Stroje a zařízení pro chemický, potravinářský
a spotřební průmysl

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Zapalování korunkového ústí lahví

Zásady pro vypracování:

Na korunkových ústí exportních lahví - "Švédský standart" vyráběných na stroji AL 106 je třeba odstranit vady v podobě dostředných rysek zapálením.

1. Seznamte se se stávajícím stavem výroby těchto lahví a možnostmi odstranění uvedené vady.
2. Proveďte laboratorní zapalovací zkoušky a stanovte optimální zapalovací parametry.
3. Navrhněte a konstrukčně zpracujte návrh přídavného zapalovacího zařízení ke stroji AL 106 s rychlostí zapalování 100 - 120 ks lahví za minutu.
4. Proveďte technickoeconomické zhodnocení přídavného zapalovacího zařízení.

Místopřisežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

...*Jana Zelená*.....

V Liberci 3.5.1991

1.0	ÚVOD	11
2.0	TEORETICKÁ ČÁST	13
2.1	Technologie skla	13
2.1.1	Technologie zapalování	13
2.1.1.1	5 základních požadavků	13
2.1.1.2	Teorie zapalování	15
2.1.2	Stanovení viskozní křivky	19
2.1.2.1	Normované složení skloviny	19
2.1.2.2	Výpočet základních koeficientů	19
2.1.3	Výpočet základních parametrů skla	24
2.1.4	Stanovení množství tepla potřebného k zapá- ní výrobku	27
2.2	Plyn , hořáky	30
2.2.1	Návrh trubkového hořáku	30
2.2.2	Popis a funkce navrhovaných hořáků	33
2.2.3	Plyny	38
2.3	Výrobci zapalovacích strojů v zahraničí a v Československu	41
2.4	Ideové alternativní návrhy	44
2.4.1	Rozbor a aplikace původního řešení	47
2.4.1.1	Současný stav	47
2.4.1.2	Aplikace na původní řešení	50
2.4.2	Návrhy nových řešení	52
2.4.2.1	Zapalování uvnitř odnímače přenášejícího lahev	52
2.4.2.2	Zapalování na karuseli s přerušovaným kroko- vým pohybem	54
2.4.2.3	Oválná zapalovačka	55
2.4.2.4	Kruhová zapalovačka-konstrukčně zpracovaný návrh	56
2.4.3	Technické doplňky	56
3.0	KONSTRUKČNÍ ČÁST	60
3.1	Postup konstrukčního návrhu	60
3.2	Popis konstrukce	60
3.3	Princip práce stroje	61

3.4	Výpočty	61
3.4.1	Výpočet rozvodu vody a plynu pro krabicové hořáky typu Doškář-Melíšek	61
3.4.2	Výpočet a návrh pohonu	64
3.4.3	Výpočet součástí přenášejících točivý pohyb	71
4.0	LIST PARAMETRŮ STROJE	78
5.0	ZÁVĚR A TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	80
6.0	POUŽITÁ LITERATURA	82

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

NÁZEV	ZNAČKA	ROZMĚR
hmotnost	m	kg
délka	l, L	m, mm
šířka	b	m, mm
tloušťka	t, s	mm
výška	v, h	m, mm
průměr	d, D	m, mm
rozteč	t	m, mm
osová vzdálenost	a	m, mm
rozteč mezi obaly	t	m, mm
rychlost	v	m sec
úhlová rychlost	ω	1 sec
výkon	P	W, kW
obvodová rychlost	v	m sec
moment setrvačnosti	I	kg.m ²
hustota	ρ	kg/m ³
otáčky	n	1/min
teplotní rozdíl	t	°C, K
krouticí moment	M _k	N.m
třecí síla	F _t	N
tíhová síla	G	N
čas	t, T,	sec, min
obvodová síla	F	N
axiální síla	F _a	N
radiální síla	F _r	N
fázový posun	D	nm
Brewsterova konst.	B	nm.cm/N
velikost napětí, dráhový rozdíl	P	N/cm ²
dynam. viskozita skloviny	ω, η	Pa.sec
účinnost	η	1
konst. regresních rovnic	a, b	1
transformační souřadnice	X ₁ ...X _n	1
hodnota jednotlivé složky skla	X _j	hmot. %
střední hodnota X	X _j	hmot. %
rozdíl mezních hodnot X	h _j	hmot. %
měrné teplo	c _p	J/g.K

měrné teplo při 0 C	c_0	J/g.K
podíly oxidů	$f_1 \dots f_n$	hmot. %
faktory oxidů	$a_1 - a_n, c_1 - c_n$	1
součinitel přestupu tepla		
-sáláním	α_s	W/m ² K
-prouděním	α_p	W/m ² K
souč. zářivosti dokonale černého tělesa	C_0	1
Stefan-Bolzmannova konst.	G_0	W/m ² K ⁴
souč. poměrné zářivosti	ϵ	1
tepelný tok jednotkový	$\dot{q}$	W/m ²
tepelný tok	$\dot{Q}$	W
tepelný výkon	Q	J
množství chladicí vody	Q	m ³ /hod
teplotní vodivost	a	m ² /sec
Biotovo kritérium	Bi	1
Fourierovo kritérium	Fo	1
bezrozměrná teplota	η	1
koeficient tvaru dýzy	k	1
tlak plynu	p	Pa, MPa
specifická hmotnost plynu	s	kg/m ³
množství protékající směsi	G_s	m ³ /h
množství protékajícího vzduchu	G_v	m ³ /h
tlak plynu	p	mm v.sl.
počet hořáků	n	ks
napětí v krutu	τ_K	MPa
dovolené napětí v krutu	τ_D	MPa
modul průřezu v krutu	W_K	m ³
počet šroubů	i	ks
převodové číslo	i	1
poloměr roztečné kružnice šroubů	R_s	m, mm
životnost ložiska	L_h	hod
základní dynamická únosnost ložiska	c	N
jmenovitý výkon	P_j	W
skutečný souč. výkonu	η	1
souč. výkonu	η_1	1
souč. rázů	Y	1
souč. mazání	μ	1
souč. provedení řetězu	φ	1
souč. vzdálenosti os řetěz. kol	ρ	1
korigovaný výkon	P_j	W

síla při přetržení	F_{pt}	N
hmotnost 1 m řetězu	m'	kg
počet zubů kol	Z	1
odstředivá síla	F_c	N
tažná síla	F_t	N
rychlost talířku	v_t	N
rychlost stolu	v_{st}	m/sec
bezpečnost proti		m/sec
- přetížení při statickém zatížení	k_s	1
- přetržení při dynamickém zatížení	k_d	1
směrný tlak v kloubu řetězu	p_p	MPa
dovolený tlak v kloubu řetězu	p_D	MPa
souč.tření	λ, λ_1	1
plocha kloubu	S_k	m ²
délka řetězu	L	m, mm
úhly opásání	α, β, γ	°
přímé délky řetězů	a, b, c	m, mm
výpočtové poloměry řetězových kol	r_a, r_b, r_c	m, mm
průměry řetězových kol	D_z	m, mm
modul	m	1
úhel záběru	α	°
počet zubů pastorku	Z	1
průměr roztečné kružnice pastorku	D	m, mm
úhel roztečného kužele	δ	°
výška hlavy pastorku	h_a	m, mm
průměr hlavové kružnice na vnějším obvodu věnce	D_{ac}	m, mm
délka povrchové přímky kužele	R_d	m, mm
šířka ozubení	b	m, mm
počet zubů porovnávacího kola	Z_n	1
úhel hlavy pastorku	γ_a	°
úhel paty pastorku	γ_f	°
úhel zubu	γ	°
úhel hlavového kužele	δ_a	°
úhel patního kužele	δ_f	°
úhel doplňkového kužele	δ_d	°
souč.normalizace	K_n	1
počet normalizovaných součástí	S_n	ks
počet všech součástí	S	ks
souč.unifikace	K_u	1

počet opakovaných součástí	Su	ks
souč.nakupovaných součástí	Kns	1
počet nakupovaných součástí	Sns	ks
souč.dědičnosti	Kd	1
poč.součástí převzatých z předchozího řešení	Sd	ks
souč.skupinové technologie	Kst	1
počet součástí při skupinovém opracování	Sst	ks
souhrnný souč. standardizace	Ks	1

plátno: nebezpečný výklus na který
upozornil Vance Packard

"To, co si myslíme, je většinou chybné, avšak to, co víme,
je správné."

slova Oskara Reischtha, přírodovědce
a učitele E. Lorenze

Z knihy Konrad Lorenz a sarkastických křížů
vydané v Mnichově 1973 a v Praze 1980

MOTTO:

" Každý výrobce se ze zřejmých důvodů snaží u spotřebitele vystupňovat potřebu právě toho zboží, které sám vyrábí. Řada "vědeckých" výzkumných ústavů se zabývá pouze tím, jakými prostředky nejlépe dosáhnout tohoto zvrhlého cíle. Z důvodů uváděných v 1. a 7. kapitole je obří masa konzumentů natolik nestoudná, že se nechá řídit metodami, které vycházejí z výsledků výzkumu reklamy a veřejného mínění."

působící nebezpečný cyklus na který
upozornil Vance Packard

" To, co si myslíme, je většinou chybné, avšak to, co víme, je správné."

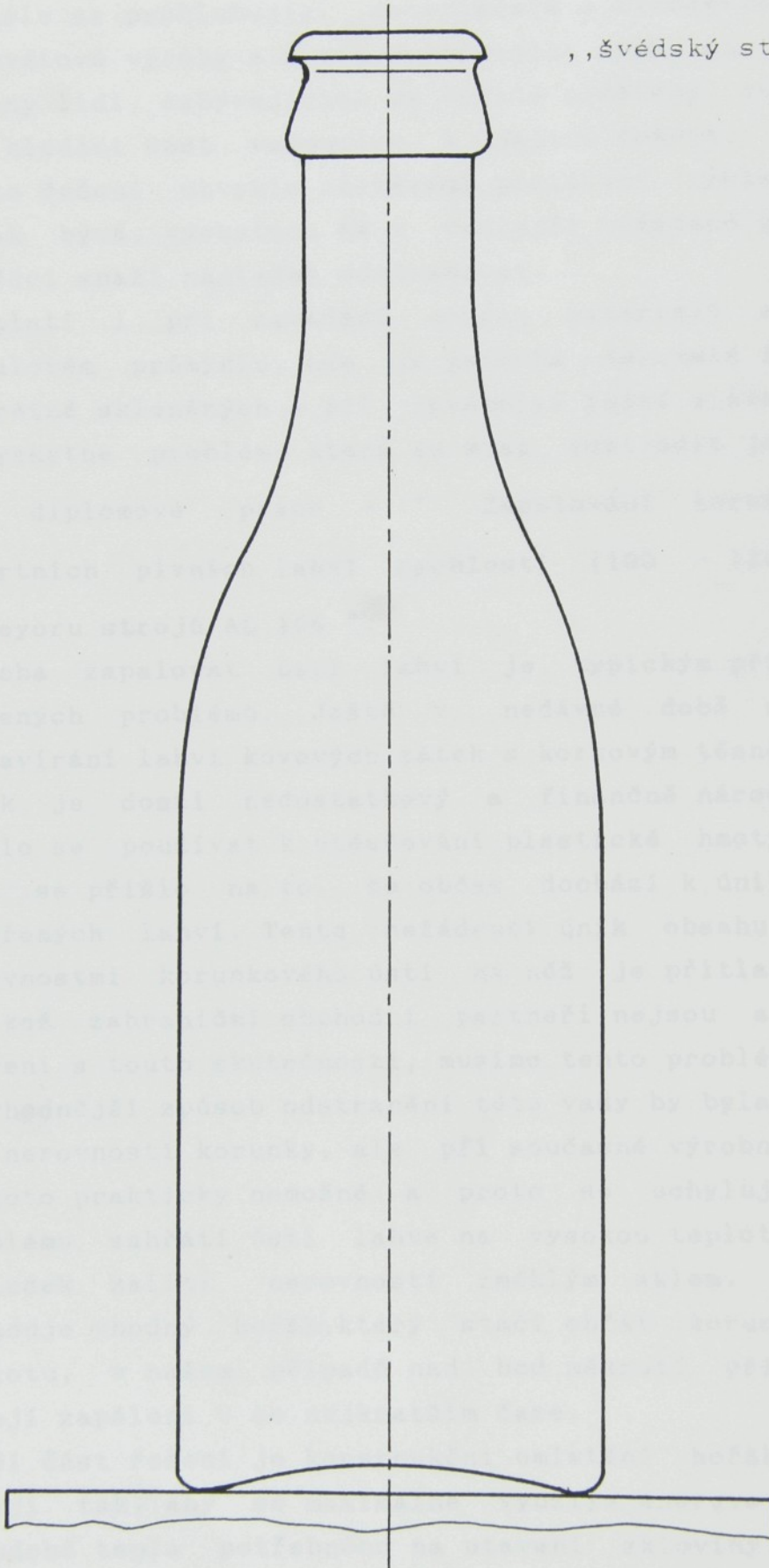
slova Oskara Heinrotha, přírodovědce
a učitele K. Lorenze

Z knihy Konrada Lorenze "8 smrtelných hříchů"
vydané v Mnichově 1973 a v Praze 1990

Obr.1

exportní pивní lahev

„švédský standard 34.2



1.0 ÚVOD

Neustále se prohlubující materiálová a energetická náročnost celosvětové výroby a s tím související zvyšování cen klade na všechny lidi, zabývajícími se těmito problémy, zvýšené nároky při hledání cest vedoucích k jejich řešení. Při zavádění těchto řešení obvykle očekáváme pozitivní výsledky, ale jak to tak bývá, vyskytnou se i vedlejší nežádané účinky, které se vědci snaží následně odstraňovat.

To platí i při zavádění nových materiálů a technologií v obalovém průmyslu, kde je potřeba dokonalé funkce obalů, konkrétně skleněných a při jakékoliv změně stávajícího stavu se vyskytne problém, který se musí odstranit jako v případě této diplomové práce - " Zapalování korunkového ústí exportních pivních lahví rychlostí (100 - 120) ks/min na konveyorů strojů AL 106 ".

Potřeba zapalovat ústí lahví je typickým příkladem shora uvedených problémů. Ještě v nedávné době se používalo k uzavírání lahví kovových zátek s korkovým těsněním. Jelikož korek je dosti nedostatečný a finančně náročný materiál, začalo se používat k utěsňování plastické hmoty. S postupem času se přišlo na to, že občas dochází k úniku naplněných uzavřených lahví. Tento nežádoucí únik obsahu je způsoben nerovnostmi korunkového ústí na něž je přitlačeno těsnění. Jelikož zahraniční obchodní partneři nejsou a nechtějí být smířeni s touto skutečností, musíme tento problém řešit.

Nejvhodnější způsob odstranění této vady by byla výroba lahví bez nerovností korunky, ale při současné výrobní technologii je toto prakticky nemožné a proto se uchylujeme k řešení problému zahřátí ústí lahve na vysokou teplotu, což má za následek zalití nerovností změkklým sklem. Toto řešení vyžaduje vhodný hořák, který stačí ohřát korunku na vysokou teplotu, v našem případě nad bod měknutí příslušného skla a její zapálení v co nejkratším čase.

Další část řešení je konstrukční umístění hořáku na výrobním stroji tak, aby se maximálně využila energie dodaná lahvi v podobě tepla potřebného na utavení skloviny. Tímto směrem je vedeno i vypracování diplomové práce. Řešení vychází z kruhového zapalovacího stroje instalovaného na výrobní

lince LINKUŽ v podniku Crystalex - Nový Bor. Hlavní rozdíl při uvažované výrobě obalového skla oproti výrobě na lince LINKUŽ je daleko větší výrobní rychlost, což je nevýhodou, ale také vyšší teplota výrobků při umístění zapalovačky mezi výrobní stroj a chladicí pec, což je zase výhoda. Toto se promítá do technologie zapalování. Tedy je potřeba delší zapalovací dráha. Tuto skutečnost navíc komplikuje fakt, že při umístění zapalovačky mezi výrobní stroj a chladicí pec má každá lahev jinou teplotu v závislosti na tom, v které sekci je lahev vyrobena. Pro zapálení každé lahve je potřeba vždy jiný zapalovací čas, resp. výkon hořáku a množství plyné směsi. Jinak totiž může dojít k situaci, že některé lahve budou přepáleny a některé nezapáleny. To by se dalo vyřešit pomocí hořáku řízených elektromagnetickými ventily impulsy z teplotního snímače reagujícího na okamžitou teplotu lahve. Jelikož by takovéto řešení bylo technicky velmi náročné, zůstává řešení práce u klasického kontinuálního zapalování. Ve zprávě jsou uvedeny základní informace o teorii technologie zapalování v závislosti na viskozní křivce, návrh viskozní křivky pro daný typ složení skloviny a s tím spojený výpočet dalších parametrů skla jako je měrné teplo, tepelná vodivost atd., informace o firmách, které v zahraničí i v Československu vyrábí zapalovací stroje. Součástí teoretické části jsou ideové návrhy, které jsou určeny pro čtenáře, kteří by se chtěli ubírat jinou cestou, než která je zde rozpracována. V páté kapitole je zachycen "List parametrů" obsahující veškeré hlavní údaje a fakta týkající se stroje, použitého hořáku a zapalované lahve.

2.0 Teoretická část

2.1 Technologie skla

2.1.1 Technologie zapalování

2.1.1.1 Pět základních požadavků

Zapalování může být definováno jako proces, ve kterém je výrobek zahříván až do okamžiku, kdy se natavený povrch mění pouze působením povrchového napětí. Dle zkušeností je tato metoda vhodná pro zvyšování mechanické pevnosti a kvality povrchu sklářských výrobků, odolnosti proti tepelnému rázu, zapalování vznikavších puklin a štěrbin, vypalování jemných ornamentů a listů (lesklý měňavý povlak na skle) a kromě toho se snižuje dodatečné praskání výrobků při manipulaci, rafinaci, broušení, rytí apod.

Přestože použití atmosferického vzduchu je jako součástí hořlavé směsi pro zapalování je dobré, používá se ke splnění speciálních požadavků kyslík a ostatní plyny včetně vodíku. Například při použití kyslíku se zvyšuje zapalovací rychlost díky vyšší teplotě plamene a intenzitě hoření.

Optimální teplotní rozsah výrobku pro zapalování je mezi vyjmutím výrobku z formy a jeho schladnutím na horní chladicí teplotu, což odpovídá teplotě viskozity skla $\log_{12}$ Pa.s.

Některé typy zpracování vyžadují zapalování až po průchodu chladicí pecí. V takovýchto případech je nezbytné sklo znovu ohřívát nad teploty chladicího intervalu před vlastním zapálením a to proto, aby mohlo být spolehlivě provedeno.

Bez ohledu na to, kdy je během pracovního cyklu zapalování prováděno, vyžaduje jeho optimální provedení splnění těchto pěti základních kritérií:

1/ Zapalovací zařízení musí být vybráno dle toho, zda jím chceme zahřívát celý výrobek, anebo potřebujeme pouze natavovat hrany či dílčí povrchy. Kromě toho je potřeba znát typ výrobku, který pohlcuje energii a též je potřeba kontroly tepelného ohřevu při předhřevu a chlazení.

Při zapalování totiž může, a často tomu tak je, přebytečná tepelná energie způsobit změkklý tvar výrobku a tím deformaci tvaru.

Závěrem výzkumných laboratoří i ověřených zkušeností jsou naznačené typy hořáků, jejichž hlavní funkcí je vyrobit natavený povrch s minimem vyzařené energie. Tepelná záření nataveného povrchu a jasné svítivých plamenů by se totiž vzájemně omezovala při předehřevu nebo při chlazení. Ostré modré plameny vyzařují relativně málo zářivé energie ale zapalují až při správném dotyku.

2/ Musí být umožněna kontrola plamene, jeho vazba a kvalita na hořácích. Plamen se totiž musí "držet" mezi průchodem jednoho a druhého výrobku a to s určitým kompromisem poměru plyn/vzduch. To proto, že vyžadujeme hořák s vybavením pro rychlejší hoření paliva a hoření přírodního plynu je pomalejší.

Kromě požadavku rychlejšího hoření směsi a kompromisu v úpravě poměru plyn/vzduch je potřeba zabránit zpětnému šlehnutí, které vzniká díky pomalejšímu hoření způsobeného úpravou poměru směsi.

Jak je vidět, tento energeticky nutný kompromis může snížit kvalitu, rychlost a efektivitu prováděné teplotní operace.

3/ Kontrola geometrie plamene

Hořáky se rozlišují dle toho, jaké plameny stabilizovaného tvaru vytváří, aby nedocházelo k roztavení hran výrobků. Vyjimku tvoří to, že tavení je zamýšleno pro růst lesku.

Tvar plamene může být stejný jako u standardního hořáku, nebo může mít speciální tvar a to podle druhu výrobku. Uzavřený plamen umožňuje větší kontrolu průběhu zapalování a rovněž zlepšuje a zdokonaluje okolní podmínky prostředí a může velice snížit spotřebo plynu.

4/ Plamen musí zůstat chemicky konstantní

Tento požadavek se nevztahuje na četné a složité reakce v plamenu, ale průměrné složení myšleného místa spalování se musí držet na zadané linii.

Je dobře známo, že zkrácený změněný plamen často změní barvu skla oxidací základních kovů obsažených ve skle (olovnaté a opálové sklo, titanové zárodky). Přístroje, jako je např. QUAL - O - RIMETER používaný k zjišťování změn poměru vzduchu a plynu ve směsi, dokáží rychle a včas indikovat jakoukoliv

změnu od optimálního zapalovacího poměru v přívodních hadicích nestlačené směsi k hořákům.

5/ Poměr zapalování a hoření musí zůstat konstantní pro jakékoli typy výrobků. Jestliže výrobky ubíhají po zapalovací stanici, je zde větší teplotní přestup než u shora zapalovaného zboží a také odchází daleko méně nedokončených výrobků.

2.1.1.2 "TEORIE" Zapalování

O tom, že zapalování je skutečná věda svědčí různost názorů, pohledů, teorií i praktického provádění. Jak to skutečně vypadá se dá ilustrovat na následujícím příkladu v podniku Crystalex Nový Bor, kde existuje 5 základních teorií z kterých se následně vyvinula práce publikovaná v podobě vynálezu. Tyto jsou zde částečně uvedeny a popsány.

A - 5 teorií technologie zapalování (Crystalex s.p. N.Bor)

- 1/ teorie J. Doškář - Ing. T. Dokoupil
- 2/ t. M. Elich - P. Nývlt - J. Šrůta
- 3/ t. Ing. J. Kašpar - Ing. J. Novotný - J. Šrůta
- 4/ t. Ing. F. Voldřich - Ing. T. Mrkvička
- 5/ t. RNDr. J. Špaček - Ing. K. Pešek

- teorie 1 - 3 vycházejí z teplotní homogenizace a stabilizace
- teorie 4,5 vycházejí z teorie chlazení

B - Vynález, jehož číslo autorského osvědčení je 272 346 a byl přihlášen 18.5.1989, vychází z uvedených 5 teorií a podali jej autoři teorie 1 a 2, kteří se k tomuto úkolu spojili.

Název vynálezu: Způsob zapalování horních okrajů dutých skleněných předmětů

Popis týkající se vynálezu

(skleněné předměty - dále jen předměty)

Předměty postupují při současném otáčení kolem vlastní osy do oblasti ohřevu, kde se předehtřívají v širokém pásmu od zapalovaného okraje na hodnotu blízkou teplotě transformace skla. Horní okraj předmětu se při zapalování ohřívá na teplotu vysoko nad teplotou měknutí skla.

Podstata vynálezu

Předměty se ve svém technologickém pásmu, které sahá nejméně 10 mm pod horní okraj předmětu a zahrnuje tento horní okraj, v počáteční fázi předehtřívají a v konečné fázi tepelně homogenizují v rozmezí teplot o 10°C vyšší a o 20°C nižší, než je teplota transformace skla. Před teplotní homogenizací se provádí zapalování horního okraje předmětu, při kterém je teplota v technologickém pásmu maximálně 40°C pod transformační teplotou skla. Po zapalování se předměty v technologickém pásmu ochlazují v rozmezí teplot o 10°C vyšší a o 60°C nižší, než je teplota transformace skla.

Doporučení:

Z hlediska zkrácení technologických časů a technologické dráhy předmětu je výhodné, když se předměty předehtřívají a zapalují současně a ochlazují a tepelně homogenizují také současně.

Cíl řešení

Snížit měrný dráhový rozdíl neboli vnitřní pnutí konečných výrobků pod hodnotu 250 nm.cm^{-1} při zásadním nezvyšování energetické náročnosti a bez nároků na nová zařízení a kromě toho docílit stejné nebo lepší vlastnosti, které se vyžadují u výrobků jež jsou zapalovány.

Resumé resp. sled operací

technologické pásmo - min. 10 mm pod okraj včetně tohoto okraje

a/ předehtřev pásma - od $+10^{\circ}\text{C}$ do -20°C vůči transf. teplotě

b/ zapalování horního okraje - vysoko nad bod měknutí

teplota technolog. pásma max. 40°C pod transformační teplotou

c/ ochlazování technolog. pásma - od $+10^{\circ}\text{C}$ do -60°C vůči

transf. teplotě

d/ teplotní homogenizace - od $+10^{\circ}\text{C}$ do -20°C vůči transf.t.

nejlépe dělat současně pásma a/ a b/

c/ a d/

Závěr

Další konkrétní údaje uvedené ve vynálezu jako výsledky experimentu jsou pro případ této práce použitelné pouze jako informativní a to z těchto důvodů:

- lahve mají svou dosti vysokou teplotu, takže dochází ke značné redukci předeřhřivacího pásma, jinak řečeno teplota lahví je velice blízká zapalovací teplotě, kdežto v případech uváděných ve vynálezu se výrobky ohřívají z "pokojové" teploty

- každá lahev má jinou teplotu tzn., že v případě konstantního přívodu tepla může u lahví s vyšší teplotou dojít k poškození vzniklého důsledkem přebytku tepla a naopak u studenějších lahví nemusí dojít k zapálení vůbec

- též se může prakticky odstranit pásmo teplotní homogenizace a částečné ochlazování technologického pásma, protože ihned několik sekund odchodu ze zapalovačky jde lahev do chladicí pece

- může se sloučit minimální předeřev se zapalováním do jednoho celku a to tak, že instalují horní i boční hořáky a zapalovací hořáky najednou

C/ Hodnocení kvality zapálení

Při správném zapalování, tj. nastavení plamene a rychlosti pohybu výrobků se zakulatí hrany, ale tloušťka stěny nedosáhne teploty deformace. K zakulacení hran dochází účinkem povrchového napětí skloviny v tekutém stavu, kdy má sklo snahu zaujmout minimální povrch tzn. zakulatí ostré hrany okrajů.

Nedostatečně zapálené výrobky

- ve středu plošky jsou rozeznatelné nerovnosti

Silně zapálené výrobky

- na okraji se objeví "sval" podobný vzniklému při odtavování

D/ Měření hodnot pnutí v technologickém pásmu

metoda měření - ČSN 70 0534

Kontrola vychlazení skleněných výrobků

polarimetrem

základní vzorec pro výpočet velikosti napětí

D

$$P = \frac{D}{B \cdot t} [N \cdot cm^{-2}] \quad (1)$$

B . t

kde D.....fázový posun [nm]

B.....Brewsterova konst.[nm.cm.N⁻¹]

t.....tlošťka [cm]

Přístroje : Polariskop PS 250 Meopta

Pracoviště: katedra sklářských a keramických strojů VŠST
LIBEREC

technologická kancelář strojové výroby CRYSTALEX 02

- Nový Bor

Laboratoř VÚUS

Rozdělení napětí ve výrobku : 3 pruhy-celková šíře 15-30 mm

1) v těsné blízkosti povrchu horního okraje -TAH

2) široký 5-10 mm dle intenzity zapálení a vzdálený asi 5 mm
od horního okraje -TLAK

3) široký 5-10 mm -TAH

Mezi těmito pruhy úzké pruhy s nulovým pnutím.Velikost pnutí
v jedné vrstevnici po obvodu se mění.Šířka pruhů a velikost
napětí se dá ovlivňovat intenzitou zapalování.Teplejším
a kratším zapalováním dochází k zúžení 2. a 3. pruhu
a současně

k jejich posuvu směrem k hornímu okraji a současně vzrůstá
velikost pnutí.

2.1.2. Stanovení viskozní křivky

2.1.2.1 Normované složení skloviny

tab.1 Složení skloviny pro Švédský standard 34,2" v %

SiO ₂	-	77.330	MgO	-	4.730
Al ₂ O ₃	-	1.650	Na ₂ O	-	13.350
Fe ₂ O ₃	-	0.046	K ₂ O	-	0.880
CaO	-	6.900	SO ₃	-	0.110

2.1.2.2 Výpočet základních koeficientů

Viskozní křivka, neboli závislost dynamické viskozity skloviny na teplotě t resp. absolutní teplotě T

$$\eta = f(T)$$

Viskozní křivku má každá sklovina různou a její tvar je závislý na chemickém složení této skloviny. Tato skutečnost tedy musí být zákonitě obsažena ve výpočtu směřujícím ke stanovení tvaru křivky. Základní postup výpočtu je podle lit. [2].

Stanovení křivky vychází z Andrienova vztahu

$$\log (\log \eta) = a + b \cdot \log T \quad (2)$$

* Vyjádřím si $\log(T)$ a dosazením základních bodů křivky za hodnotu a a následným odlogaritmováním získám příslušné teploty.

Ještě zbývá vypočítat konstanty a , b z regresivních rovnic jež pro oblast obalových a plochých skel vypadají takto:

$$a = 7,96858 - 0,01659 x_1 + 0,10862 x_2 + 0,02281 x_3 + 0,10541 x_4 + 0,02352 x_5 + 0,00136 x_6 \quad (3)$$

$$b = -2,36040 + 0,0069 x_1 - 0,03618 x_2 - 0,04162 x_3 - 0,04061 x_4 - 0,00734 x_5 - 0,00082 x_6 \quad (4)$$

Symbole x_1 až x_6 jsou transformační souřadnice, které slouží pro jednodušší výpočet regresivních koeficientů a , b a charakterizují jednotlivé složky chemického složení skloviny.

$$x_j = \frac{x_j - \bar{x}_j}{k_j} \quad (5)$$

kde

x_j - hodnota j -tého faktoru před transformací (hodnota jednotlivé složky skla ve hmot. %) - z tab.1

$\bar{x}_j$ - základní úroveň j -tého faktoru (střední hodnota faktoru před transformací - střední hodnota uvažovaného rozpětí obsahu j -té složky skla) - z tab.2

k_j - krok úrovně j -tého faktoru před transformací (vzdálenost mezních hodnot obsahu složky skla od její střední hodnoty) - dle tab.2

Vlastní výpočet

tab.2 Hodnoty možného procentuálního zastoupení jednotlivých složek ve sklovině.

$x_1 = 0.5 - 3.0$	$x_2 = 2.5 - 4.5$	$x_3 = 7.0 - 8.5$
$x_4 = 13.0 - 16.0$	$x_5 = 0.0 - 0.5$	$x_6 = 0.05 - 0.50$

Příklad výpočtu transformační souřadnice dle vztahu (5) a tab.2

$$X_{1-Al_2O_3} = \frac{x_1 - \bar{x}_1}{h_1} \quad h_1 = \frac{x_{1-max} - x_{1-min}}{2} = \frac{3.0 - 0.5}{2} = 1.250$$

$$X_1 = h_1 + X_{1-min} = X_{1-max} - h_1 = 3.0 - 1.25 = 1.75$$

$$x_{1-Al_2O_3} = \frac{1.65 - 1.75}{1.25} = -0.080$$

tab.3 Hodnoty vypočtených transformačních souřadnic

$X_1 - \text{Al}_2\text{O}_3 = 0.080$	$X_2 - \text{MgO} = 1.230$
$X_3 - \text{CaO} = -1.130$	$X_4 - \text{Na}_2\text{O} = -0.260$
$X_5 - \text{K}_2\text{O} = 2.250$	$X_6 - \text{Fe}_2\text{O}_3 = -1.017$

Obsah SiO_2 jako závisle proměnné je dán doplnkem do 100%

Dosazením hodnot z tab.3 do regresivních rovnic (3),(4) vyjdou tyto koeficienty

$$a = 7.941397 \quad b = -2.346325$$

a následným dosazením koeficientů a, b do upraveného Andrienova vztahu (2) vyjde tab.4

upravený Andrienův vztah

$$\log T = \frac{\log(\log \eta) - a}{b} = \frac{\log(\log \eta) - 7.941393}{-2.3463248}$$

příklad výpočtu - pro $\log \eta = 1$

$$\log T = \frac{\log 1 - 7.941393}{-2.3463248} = 3.38461$$

$$T = 2424.43 \text{ K}$$

$$t = 2424.43 - 273.16 = 2151.27 \text{ } ^\circ\text{C}$$

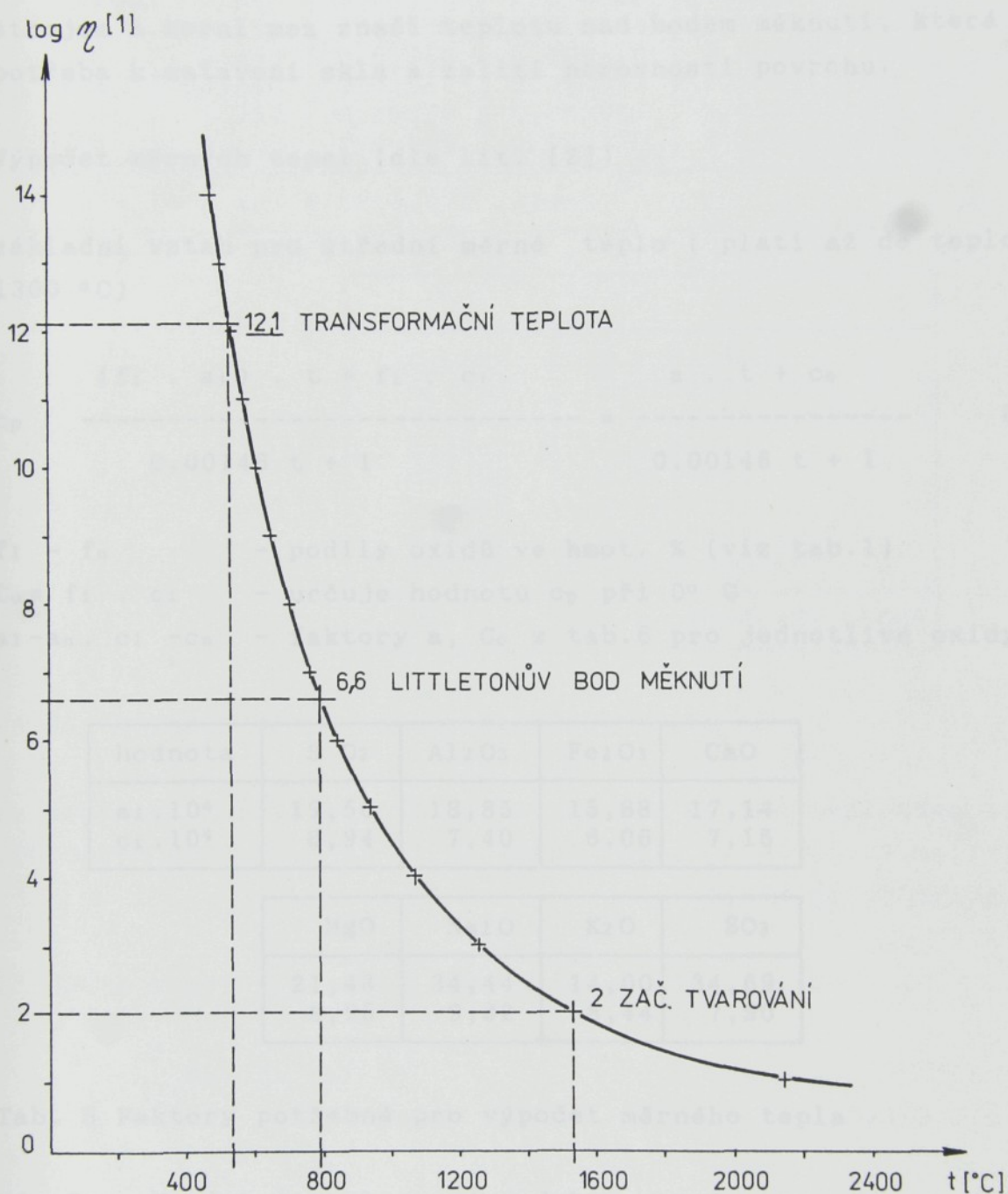
tab.4 Vypočtené hodnoty závislosti η na T

$\log \eta$	$\log T$	T [K]	t [°C]
1	3.38461	2424.43	2151.27
2	3.25631	1804.31	1531.15
3	3.18126	1517.96	1244.80
4	3.12801	1342.80	1069.64
5	3.05671	1220.98	947.82
6	3.05300	1129.70	856.54
<u>6.6</u>	3.03532	1084.73	811.57
7	3.02443	1057.86	784.70
8	2.99971	999.34	726.18
9	2.97791	950.41	677.25
<u>10</u>	2.95841	908.70	635.54
11	2.94077	872.51	599.35
12	2.92466	840.74	567.58
<u>12.1</u>	2.92313	837.78	564.62
13	2.90985	812.55	539.39
13.5	2.90286	799.58	526.42
14	2.89613	787.28	514.12

L.bod

d.bod

tr.t.



obr.2 - Závislost logaritmu dynamické viskozity na teplotě pro bílou sklovinu-Rudolfova hut

2.1.3 Výpočet základních parametrů skla

Výpočet je pro teplotní interval 400 - 850 °C, kde dolní mez je průměrná teplota lahve na pásu za výrobním strojem a horní mez značí teplotu nad bodem měknutí, která je potřeba k natavení skla a zalití nerovností povrchu.

Výpočet měrných tepel (dle lit. [2])

základní vztah pro střední měrné teplo (platí až do teploty 1300 °C)

$$C_p = \frac{(f_i \cdot a_i) \cdot t + f_i \cdot c_i}{0.00146 t + 1} = \frac{a \cdot t + c_0}{0.00146 t + 1} \quad 6$$

$f_i - f_n$ - podíly oxidů ve hmot. % (viz tab.1)

$C_0 = f_i \cdot c_i$ - určuje hodnotu c_p při 0° C

$a_1 - a_n, c_1 - c_n$ - faktory a, C_0 z tab.6 pro jednotlivé oxidy

hodnota	S O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO
$a_i \cdot 10^4$	19,56	18,85	15,88	17,14
$c_i \cdot 10^4$	6,94	7,40	6,06	7,15

MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
21,48 8,95	34,44 9,32	14,00 8,44	34,69 7,90

Tab. 5 Faktory potřebné pro výpočet měrného tepla

Výpočet měrných tepel se dá podobným způsobem, jen s jinými hodnotami faktorů, vypočítat dle lit. 3. Tímto způsobem je postupováno i dále

Oxidy	Složení	f_i	a_i	$f_i \cdot a_i$
SiO ₂	77,330	0,77330	0,000468	$3,61904 \cdot 10^{-4}$
Al ₂ O ₃	1,650	0,01650	0,000453	$7,47450 \cdot 10^{-6}$
Fe ₂ O ₃	0,046	0,00046	0,000380	$1,74800 \cdot 10^{-7}$
MgO	4,730	0,04730	0,000514	$2,43122 \cdot 10^{-5}$
CaO	6,900	0,06900	0,000410	$2,82900 \cdot 10^{-5}$
Na ₂ O	13,350	0,13350	0,000829	$1,10671 \cdot 10^{-4}$
K ₂ O	0,880	0,00880	0,000935	$8,22800 \cdot 10^{-6}$
SO ₃	0,110	0,00110	0,000830	$9,13000 \cdot 10^{-7}$
$a = f_i \cdot a_i = 5419,675 \cdot 10^{-7}$				

c_i	$f_i \cdot c_i$
0,1657	0,1281358
0,1765	$2,9122500 \cdot 10^{-3}$
0,1449	$6,6654000 \cdot 10^{-5}$
0,2142	0,0101316
0,1709	0,0117921
0,2229	0,0297571
0,1756	$1,5452800 \cdot 10^{-3}$
0,1890	$2,0790000 \cdot 10^{-4}$
$C_0 = c_i \cdot f_i = 18454,868 \cdot 10^{-5}$	

Tab.6 Hodnoty $C_0 = f_i \cdot a_i$, neboli C_p při 0°C

Po dosazení konstant a , C_0 do vztahu pro C_p při teplotách $t_1 = 400^\circ\text{C}$, $t_2 = 850^\circ\text{C}$ vyjdou dílčí měrná tepla $C_{p1} = 0,25337 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
 $C_{p2} = 0,28792 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

Z těchto tepel vyjde výsledné střední měrné teplo

$$C_p = \frac{C_{p2} \cdot t_2 - C_{p1} \cdot t_1}{t_2 - t_1} = 0,31863 \text{ cal/g}^\circ\text{C} = 1,33313 \text{ J/g}^\circ\text{K}$$

Další potřebné údaje:

dle lit.1 je hustota obalového skla $\rho_{\text{str}} = 2,5 \text{ g/cm}^3$

dle lit. 4 je podle grafu pro efektivní tepelnou vodivost bílého obalového skla

$$\lambda_1 = 1,7 \text{ W/m}^\circ\text{K} \quad \lambda_2 = 3,4 \text{ W/m}^\circ\text{K}$$

$$a \text{ z těchto } \lambda_{\text{str}} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} = 2,55 \text{ W/m}^\circ\text{K} \quad 8$$

Dle lit.5 je potřebný součinitel přestupu tepla na povrchu lahve při styku s proudící spálenou směsí plynu z hořáku pro hladkou stěnu lahve a rychlost plynů větší než 5m/s dán empirickým vztahem

$$\alpha_p = 7,12 \cdot w^{0.78} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad 9$$

jelikož rychlost spálených plynů se pohybuje kolem 20m/s lze počítat

$$\alpha_p = 7,12 \cdot 20^{0.78} = 74 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Při teplotách kolem 500°C se při přestupu energie začíná uplatňovat sálavá složka. Proto se pro výpočet součinitele přestupu tepla musí vypočítat součinitel přestupu tepla prouděním α_p a sáláním α_s

Dle lit. 5 str. 108

T_t - teplota spálených plynů

T_s - teplota stěny lahve

$$\alpha_s = \varepsilon \cdot C_o \cdot 10^{-8} \cdot \frac{T_t^{-4} - T_s^{-4}}{T_t - T_s} \quad 10 \quad C_o - \text{souč. zářivosti dokonale černého tělesa}$$

$$C_o = \sigma_o \cdot 10^8 = 5.67 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{-8} = 5.67 \text{ W m}^2 \cdot \text{K}^4$$

σ_o - Stefan-Bolzmannova konst.

11

$$\alpha_{s1} = 159.56 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

$$\sigma_o = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W m K}$$

$$\alpha_{s2} = 294.58 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

ε - souč. poměrné zářivosti pro sklo tl. 7mm
a $t = 283 - 838^\circ\text{C}$
volím $\varepsilon = 0.5$

průměrný souč. přestupu tepla

$$\alpha_c = \frac{\alpha_{c1} + \alpha_{c2}}{2} = \quad 12$$

$$\alpha_c = \alpha_s + \alpha_p \quad \alpha_{c1} = \alpha_{s1} + \alpha_p = 233.56 \text{ W / m}^2 \text{ K} \quad 13$$

$$\alpha_{c2} = \alpha_{s2} + \alpha_p = 368.58 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

$$= 301.07 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

celkový tepelný tok

$$\dot{q}_c = \dot{q}_p + \dot{q}_s = (\alpha_p + \alpha_s) \cdot (t_t - t_s) = \alpha_c (t_t - t_s) \quad 14$$

$$\dot{q}_{c1} = 186848 \text{ W / m}^2$$

$$\dot{q}_{c2} = 129003 \text{ W / m}^2$$

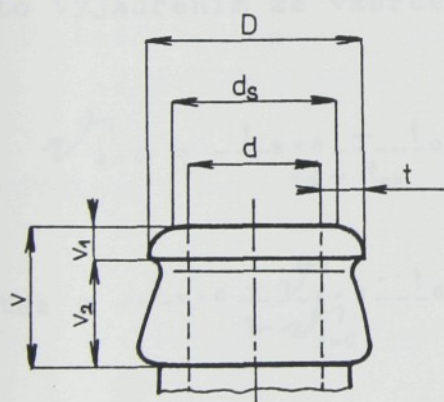
celkový průměrný tepelný tok na jednotku plochy

$$\dot{q}_c = \frac{\dot{q}_{c1} + \dot{q}_{c2}}{2} = 157926.5 \text{ W / m}^2 \quad 15$$

teplotní vodivost lahve

$$16 \quad a = \frac{\lambda}{c_p \cdot \rho} = \frac{2,55}{1,33313 \cdot 10^3 \cdot 2500} = 0.8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$$

2.1.4. Stanovení množství tepla potřebného k zapálení ústí výrobku



$$\begin{aligned} D &= 27 \text{ mm} & v &= 18 \text{ mm} \\ d &= 17 \text{ mm} & v_1 &= 4 \text{ mm} \\ d_s &= 21 \text{ mm} & v_2 &= 14 \text{ mm} \\ t &= 2s = 5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 345.6 \text{ mm}^2 \quad 17$$

Obr.3 Ústí lahve

Mohu počítat dle příkladu na str. 47 /lit. 5/. Při použití hořáku pálícího shora a vhodně vedeného výpočtu potřebného pro návrh hořáku. Budu mít pro uvažovanou tloušťku stěny $2s = 5 \text{ mm}$ prohřátý celý prstenec korunky až k ohybu těsně pod vlna zapalovací teplotu. Samozřejmě účinnost hořáku, vlastního zapálení atd. je nízká. Přesto se dá počítat s tím, že zapálení nerovností, které jsou maximálně velikosti $0,2 - 0,3 \text{ mm}$, se nám podaří v navrženém čase.

Zadání by se mohlo formulovat takto:

Zjistěte čas, za který dosáhne hrdlo lahve teplotu 850°C v hloubce 5 mm při teplotě $t_{ok} = 1200^{\circ}\text{C}$ /krabicový hořák na svítiplyn/.

Jako součást zadání se dá uvažovat i konstrukčně daný čas potřebný k zapálení /odpovídá délce tunelu/ $\tau \doteq 10 \text{ sec}$

Biotovo kritérium

$$Bi = \frac{\alpha_c \cdot s}{\lambda} = \frac{301,1}{2,55} \cdot 0,0025 \doteq 0,3 \quad 18$$

Fourierovo kritérium

$$Fo = \frac{a \cdot \tau}{s^2} = \frac{0,8 \cdot 10^{-6} \cdot 10}{0,025^2} = 1,28 \quad 19$$

Z obr. 5-4/a vyšla porovnáním těchto kritérií bezrozměrná teplota $\eta_{x=0} = 0,63$

Z tohoto výsledku se dá lehce určit potřebná teplota okolí a to vyjádřením ze vzorce

$$\eta_{x=0} = \frac{t_{x=0} - t_{ok}}{t_0 - t_{ok}} \quad 20$$

$$t_{ok} = \frac{t_{x=0} - \eta_{x=0} \cdot t_0}{1 - \eta_{x=0}} = \frac{850 - 0,63 \cdot 400}{1 - 0,63} = 1616,3^{\circ}\text{C}$$

a aby se splnilo zadání úlohy bude následovat výpočet pro $t_{ok} = 1200^{\circ}\text{C}$ a neznámou bude čas

Tedy

$$\eta_{x=0} = \frac{t_{x=0} - t_{ok}}{t_0 - t_{ok}} = \frac{850 - 1200}{400 - 1200} = 0,438$$

a porovnáním Biotova kritéria Bi a bezrozměrné teploty $\eta_{x=0}$ se získá ze stejného obr. Fo kritérium

$$Fo = 2,6 \quad Fo = \frac{a \cdot \tau}{s^2} \rightarrow \tau = \frac{Fo \cdot s^2}{a} = \frac{2,6 \cdot 25^2 \cdot 10^{-6}}{0,8 \cdot 10^{-6}} = 20,3 \text{ sec}$$

Z uvedených výsledků vyplývá, že optimální hořák by byl s teplotou spalovaných plynů 1600 až 1800° C. Pro navržený hořák, krabicový, vyhovující konstrukčně a s teplotou výstupních plynů 1200°C se značně prodlouží doba zapalování. Z toho vyplývá, že optimální varianta je zachovat tvar hořáku, případně zvětšit šířku zapalovacího pásma a upravit výkon hořáku změnou média nebo konstrukcí. Samozřejmě, že všechny tyto úvahy jsou teoretické a je potřeba vyzkoušet hořák v praxi.

Výpočet tepelného toku $\dot{Q}$ a výkonu Q

pro 1 lahev

$$/21/ \quad \dot{Q} = \dot{q}_c \cdot S = 157926.5 \cdot 0.0003456 = 54.58 \text{ W}$$

$$/22/ \quad Q = \dot{Q} \cdot \tau = 54.58 \cdot 10 = 545.8 \text{ J}$$

Jelikož se při těchto malých plochách nedá zabezpečit zapalování přesného místa, měl by být výpočet směřován jako na plochu kruhu ústí lahve plus přídavek $/D_o = 35 \text{ mm}/$.

$$\text{Opravená } S_o = \frac{\pi \cdot D_o^2}{4} = 0.000962 \text{ m}^2 = 962 \text{ mm}^2$$

$$\dot{Q}_o = \dot{q}_c \cdot S_o = 157926.5 \cdot 0.000962 = 151.92 \text{ W}$$

$$Q_o = \dot{Q}_o \cdot \tau = 151.92 \cdot 10 = 1519.2 \text{ J}$$

Při účinnosti hořáku 20 %

$$Q_{sk} = \frac{\dot{Q}_o}{\eta} = \frac{151.92}{0.2} = 759.6 \text{ W} \quad /23/$$

$$Q_{sk} = \dot{Q}_{sk} \cdot \tau = 7596 \text{ J} \quad /24/$$

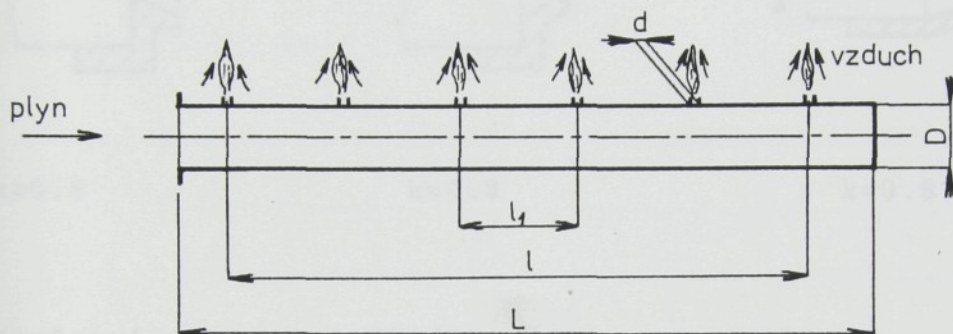
Hodinový výkon /7200 lahví/

$$Q_v = 7200 \cdot Q_{sk} = 5469.12 \text{ kJ}$$

2.2 Plyn, hořáky

2.2.1 Návrh trubkového hořáku

Trubkový hořák s vyvrtanými otvory, z kterých vytéká plyn je nejjednodušším typem hořáku se svítivým plamenem. Množství vytékajícího plynu z otvoru je závislé jak na přetlaku plynu a průměru otvoru, tak i na tvaru trysky, to jest délce vrtání ostrých nebo zaoblených hran atd.



$$d = 0.5 - 1.2 \text{ mm}$$

Obr. 4 Trubkový hořák

$$l = 13 - 18 d$$

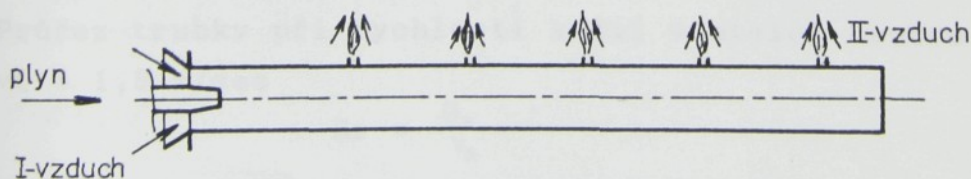
$$D = d \cdot \sqrt{2 \times \text{počet otvorů}}$$

25

Otvory, pokud možno malé, musí být vzdáleny od sebe tak, aby se plyn od otvoru k otvoru bezpečně zapaloval. Místo jednoduchých otvorů se též používá malých hořáčků z keramické hmoty /steatitu/, které dávají široké plameny/motýlkový hořák/.

Existují sestavené tabulky pro jakýkoli typ plynu, kde se dá najít potřebné množství vytékajícího plynu při určitém přetlaku plynu a průměru otvoru.

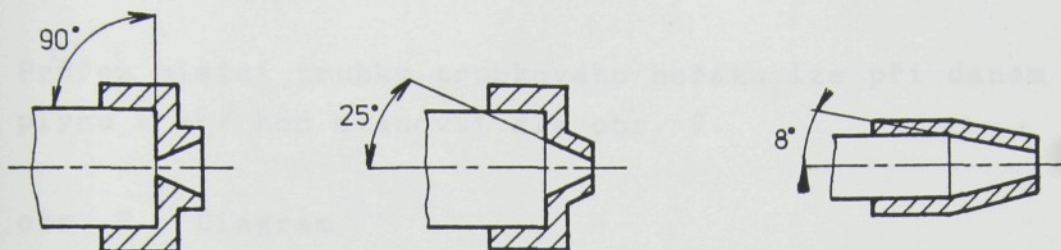
Dalším typem trubkového hořáku je Bunsenův hořák s neregulovatelným přívodem vzduchu /viz. obr. 5/



Obr. 5 Bunsenův trubkový hořák

Hlavní konstrukční částí Bunsenova hořáku je tryska /obr. 6/. Má však často chyby, které potom ovlivňují činnost hořáku. Správná činnost dýzy závisí na jejím tvaru /úhlu kužele/, na jejím umístění a na tlaku plynu.

Obr. 6 trysky Bunsenova hořáku



$k=0.6$

$k=0.8$

$k=0.87$

Množství plynu protékající dýzou

$$G_p = 0,0144 \cdot k \cdot S_1 \cdot h \cdot s \quad (\text{m}^3 / \text{h}) \quad 26$$

k - koeficient podle tvaru dýzy (obr.)

S_1 - plocha otvoru dýzy v mm

h - tlak plynu v mm vodního sloupce

s - specifická váha plynu kg/m

$$\text{Otvor dýzy } d_1 = \sqrt{\frac{S_1 \cdot 4}{\pi}} \quad 27$$

$$\text{Množství protékající směsi } G_s = G_p + G_v \quad (\text{m}^3 / \text{h}) \quad 28$$

$$\text{Množství vzduchu } G_v = 2,5 G_p \quad (\text{m}^3 / \text{h}) \quad 29$$

Průřez trubky při rychlosti směsi v mísící trubce

$$v_2 = 1,5 \text{ m/sec}$$

$$S_2 = \frac{G_s}{v_2} \quad 30$$

$$\text{Vnitřní průměr trubky } d_2 = \sqrt{\frac{S_2 \cdot 4}{\pi}} \quad 31$$

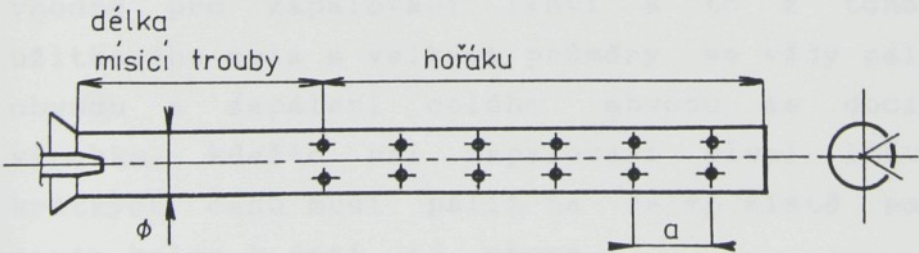
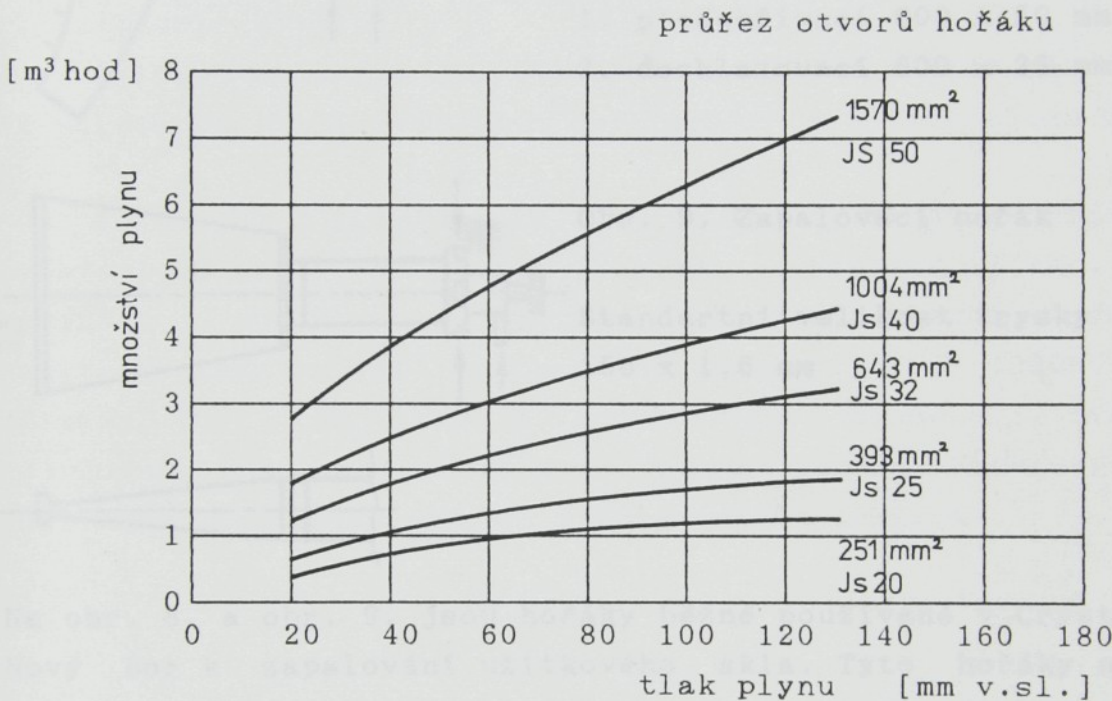
Jako celkovou plochu otvorů hořáku se bere cca 60 až 80 % průřezu mísicí trubky

tedy $S_3 = 0,8 \cdot S_2$ 32

Délka mísicí trubky bývá (3,5 - 4) d₂ (světlosti mísicí trubky).

Průřez mísicí trubky trubkového hořáku lze při daném množství plynu v m³/hod stanovit dle obr. 7.

obr. 7 Diagram



a [mm]	20	25	30	35
d ₁ [mm]	2	3	4	5

tab. 7
Vzdálenost otvorů a
při průměru otvoru d

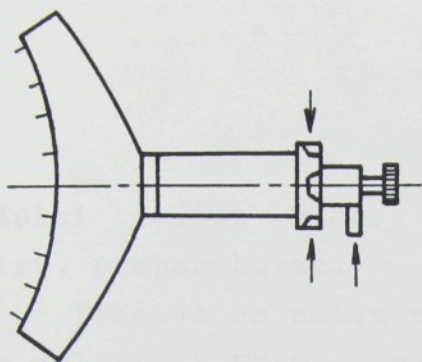
Plocha otvoru $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ 33

Počet otvorů hořáku $n = \frac{S_3}{S}$ 34

Počet otvorů v jedné větvi - n₁ = $\frac{n}{N}$ - počet větví 35

2. 2. 2. Popis a funkce navrhovaných hořáků

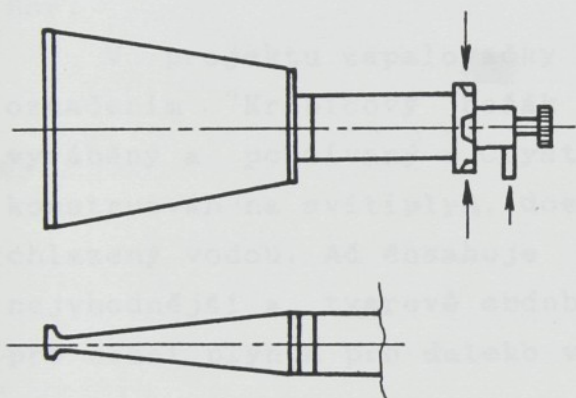
V případě zapalování skleněných výrobků je potřeba speciálních hořáků. Z hlediska technologie se dělí na hořáky předehřívací a chladicí a hořáky zapalovací.



Obr. 8 Předehřívací a dochlazovací hořák

Velikosti tepelného pole

1. předehřívací 600 x 50 mm
2. dochlazovací 600 x 25 mm



Obr. 9. Zapalovací hořák

Standartní velikost trysky
150 x 1,6 mm

Na obr. 8. a obr. 9. jsou hořáky běžně používané v Crystalexu Nový Bor k zapalování užitkového skla. Tyto hořáky nejsou vhodné pro zapalování lahví a to z toho důvodu, že u užitkového skla s velkými průměry se vždy pálí pouze na část obvodu a zapálení celého obvodu se docílí otáčením výrobku, kdežto při zapalování pивní láhve se z důvodu krátkých časů musí pálit na celém místě najednou a ještě navíc kolmo k ústí, tj. shora.

Z těchto a mnoha dalších důvodů uváděných např. v předchozích částech této práce je dosti obtížné najít vhodný hořák.

Jednou z alternativ je návrh trubkového hořáku dle kapitoly 2. 2. 1., jenže tento hořák je pro takovouto náročnou technologickou operaci dosti neúčinný s velikou spotřebou plynu. Podle výběru nejvhodnějších hořáků z katalogu podniku "Spojené sklárne" Lednické Rovne je patrné, že ač se zabývají výrobou sklářských hořáků, tva-

rově vhodný pro tento případ nevyrábějí. Jednou ze známých evropských firem, zabývajících se výrobou zapalovacích hořáků, je francouzská firma L'AIR LIQUIDÉ a firma HERBERT ARNOLD.

Pro nedostatek konkrétních propagačních materiálů je zde uvedena alespoň adresa: L air Liquide

DFG (Division ventes industrielles)

75, quai d'Orsay,

75321 Paris cedex 07

tel. (1) 4555 44 30

Náplní jejich výroby jsou hořáky na kyslík - vodík, zemní plyn, propan-butan.

Tvarově se zatím nejlépe jeví krabicové hořáky používané ve sklárnách SKLO - UNION v Hostomicích a v Crystalexu Nový Bor.

V projektu zapalovačky byl použit konkrétní hořák pod označením "Krabicový hořák Doškář - Melíšek" (obr. 14) vyráběný a používaný v Crystalexu Nový Bor. Tento hořák je konstruován na svítiplyn, dosahuje teploty 1200 - 1250°C a je chlazený vodou. Ač dosahuje nízké teploty plamene je tvarově nejvhodnější a tvarově obdobný typ by se mohl zkonstruovat pro zemní plyn a pro daleko vyšší teplotu plamene.

Obr. 10.

Obdélníkový hořák
se směšovačem

LR 4 - 4 - 313

CHARAKTERISTIKA: Horák obdĺžnikového tvaru so stabilizáciou plameňa pre rozličné ohrevy vo výrobe skla, kovopriemysle, elektrotechnike a pod.

PALIVO: Zemný plyn alebo propan-butan a vzduch

TLAK PLYNU: 180-500 kp/cm²

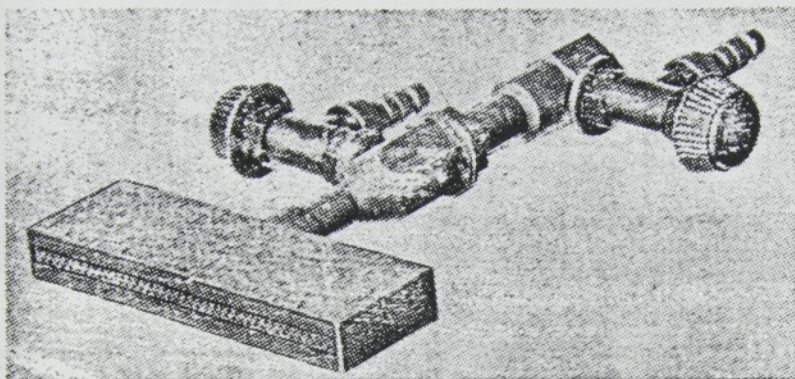
TLAK VZDUCHU: 1-3 kp/cm²

alebo:

Tlak plynu: 0,5 - 1,5 kp/cm²

Tlak vzduchu: 0,05 - 0,5 kp/cm²

VÝVINUTÉ VEĽKOSTI: šírka plameňa 25 - 120 mm



MAX. VÝKON : 400 - 2 500 Kcal/hod.

MAX. DOSIAHNUTÁ TEPLOTA PLAMEŇA:

Zemný plyn a vzduch : 1 500°C

Propan-butan a vzduch : 1 650°C

Obr. 11.

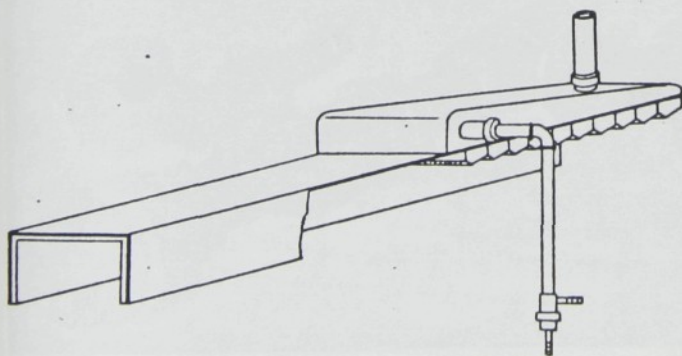
Kaskádový zapalovací
hořák

LR 4 - 2 - 232

CHARAKTERISTIKA: Horák pre leštenie /zapaľovanie/ okrajov sklárskych výrobkov v prvotnom opracovaní. Kaskádový horák horí v úzkom pásme a tak je znížená možnosť deformácie výrobkov.

PALIVO: Zemný plyn 0,5 kp/cm² alebo propan-butan

VZDUCH: Tlak 0,6 kp/cm²



MAX. VÝKON : 54 000 Kcal/hod.

MAX. SPOTREBA PLYNU : 6 Nm³/hod.

MAX. DOSIAHNUTÁ TEPLOTA: 1 500°C

CHARAKTERISTIKA: Kruhové horáky so stabilizáciou plameňa pre rozličné ohrevy vo výrobe skla, kovopriemysle a elektrotechnike.

PALIVO: Zemný plyn alebo propan-butan a vzduch.

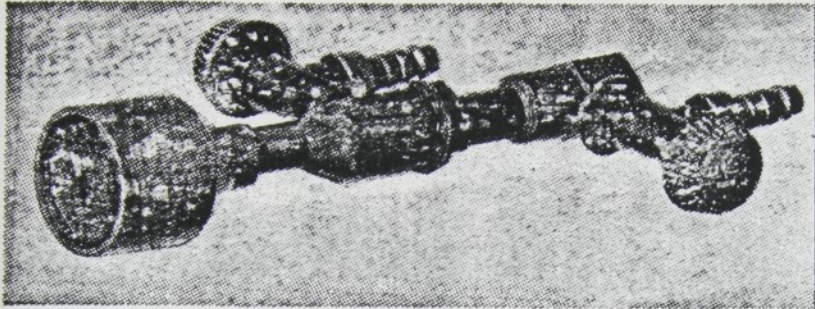
VYVINUTÉ VEĽKOSTI: vnútorný Ø 10, 20, 30, 40 a 50 mm

TLAK PLYNU: 180 - 500 kp/m²

TLAK VZDUCHU: 1 - 3 kp/cm²

alebo: Tlak plynu: 0,5 - 1,5 kp/cm²

Tlak vzduchu: 0,05 - 0,5 kp/cm²

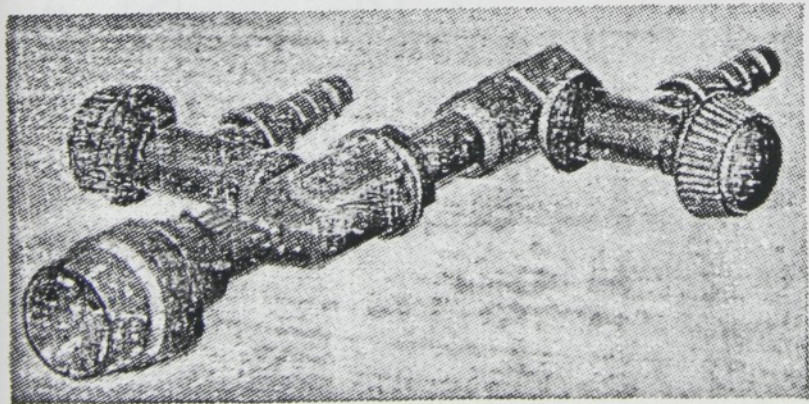


vnútorný Ø		10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm
max.výkon v Kcal/hod.	typ A	820	1640	4700	7100	9500
	typ B	1200	2000	6000	10200	13000
max. teplota plameňa	zemný plyn	1 600°C				
	propan-butan	1 750°C				

CHARAKTERISTIKA: Ostroplamenný horák so stabilizačnými tryskami, je vhodný pre lokálne ohrevy v sklárskej výrobe, kovopriemysle a elektrotechnike.

PALIVO: Zemný plyn alebo propan-butan a vzduch

VYVINUTÉ VEĽKOSTI: Ø 10, 15, 20, 25 a 30 cm



veľkosť	Ø 10 mm	Ø 15 mm	Ø 20 mm	Ø 25 mm	Ø 30 mm
max.výkon v Kcal/hod.	400	1 500	3 000	7 000	12 000
teplota plameňa	zemný plyn		1 750°C		
	propan-butan		1 850°C		

Obr. 12.

Kruhový hořák se
směšovačem

LR 4 - 4 - 300/A

LR 4 - 4 - 300/B

tab. 8

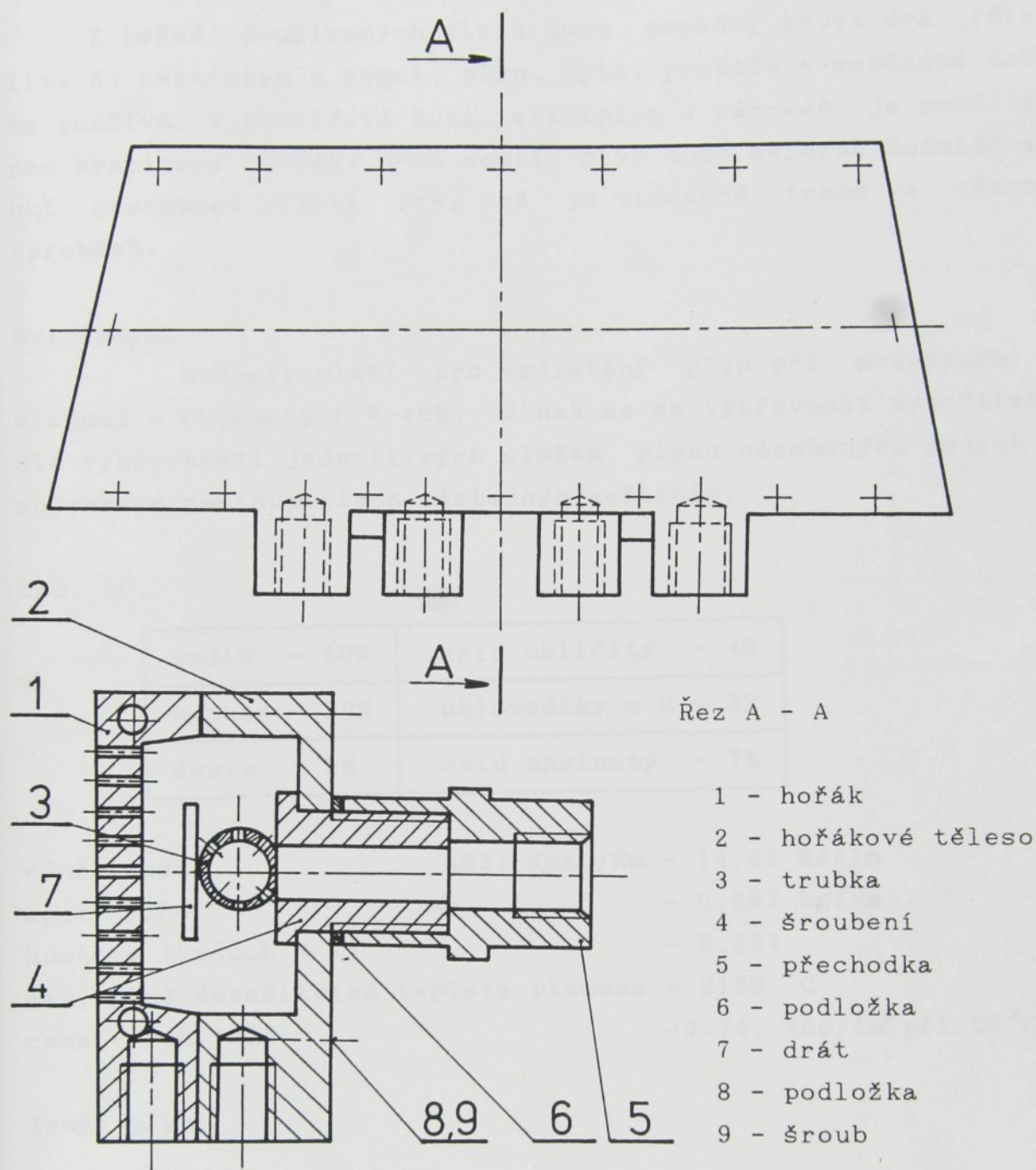
Obr. 13.

Ostroplamenný
kruhový hořák
se směšovačem

LR 4 - 4 - 336

tab. 9

Obr. 14 - Skica krabicového hořáku " Doškář - Melíšek"



Základní údaje

používaný plyn	- svítiplyn
tlak	- středotlak 70 kPa
chlazení	- voda 8 - 10 litrů/min
teplota plamene	- 1200 - 1250 °C
plamen - oxidační (modrý) kuželík	- 6-10 mm
celoplošný plamen	- 20-30 mm

2. 2. 3. Plyny

Z běžně používaných plynů jsou popsány pouze dva (dle lit. 8) svítiplyn a zemní plyn. Tyto, protože v současné době se používá v Rudolfově huti svítiplyn a zároveň je použitý pro krabicový hořák. A na zemní plyn bude sklárna Rudolfova huť přecházet příští rok, což je víceméně trend ve všech výroбах.

Svítiplyn:

hodnoty platí pro vyčistěný plyn při průměrném složení v objemových %-ech. Jinak se dá výhřevnost vypočítat dle výhřevnosti jednotlivých složek plynu násobených jejich objemovým zastoupením a následným sečtením.

tab. 10.

vodík - 50%	oxid uhličitý - 4%
methan - 30%	uhlovodíky c H - 3%
dusík - 6%	oxid uhelnatý - 7%

výhřevnost	4631 Kcal/Nm - 14,44 MJ/lm
spec. váha	- 0,557 kg/Nm
hustota (vzduch = 1)	- 0,434
maximálně dosažitelná teplota plamene	- 2130 °C
cena - rok 1989	-0.74, Kčs/lm ³ při 20 °C

Zemní plyn:

výhřevnost	8500 Kcal/Nm- 32,51 MJ/lm)
hustota	- 0,57 - 0,62
rychlost hoření	- 350 mm/sec
cena - rok 1989	-1.53, Kčs/lm ³ při 20 °C

Tato velmi malá rychlost hoření je způsobena methanem, jež je hlavní složkou zemního plynu (88 - 92%). Díky této rychlosti a velké potřebě vzduchu k dokonalému spalování se nedají použít hořáky resp. zemní plyn bez úpravy.

2.3 Výrobci zapalovacích stroju ve světě a v Československu

tab.11 Někteří zahraniční výrobci

SRN	"Wferkstätten Regenhute GmbH	- zapalovací r.1986 stroj bubnový 36-pozicový - 82320 DM 48 - "- - 99370 DM
SRN	"FOMA"	- stroj RT 74/78 Kreisring - 394300DM
SRN	"PUTSCH"	
Belgie	"Biebuych"	- oválný zapalovací stroj R40T r.1988 R60T - 7,9 mil. belg. franků
Francie	"Guilhon a Barthelemy	- stroje řady R 30, R40, R 44

Českoslovenští výrobci

VÚ Sklářsky Trenčín

- zatím projekt - 64 pozicový oválný zapalovací stroj

použitý plyn - zemní plyn, svítiplyn

průměr talířku - 110 mm

rozteč pozic - 115 mm

napájení hořáků - ventilátorový vzduch pro zemní plyn
tlakový vzduch pro svítiplyn

použité hořáky:

na zemní plyn - předehřev 8 hořáků

zapalování 12 hořáků

dochlazování 50 hořáků

na svítiplyn - předehřev - 3 hořáky z boku "Doškář-Melíšek"

zapalování-7 dvojic hořáků "Doškář-Melíšek"

dochlazování - boční hořáky umístěné jen
z vnější strany

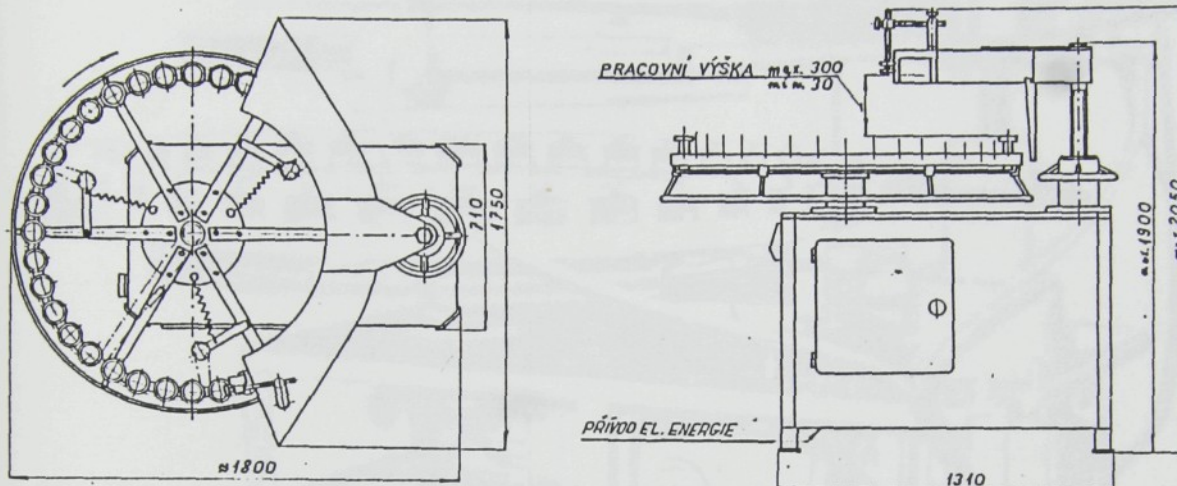
cena v r. 1990 - 1. 510. 000,- Kčs

VÚS - Nový Bor

dodává 3 typy zapalovaček

1. Kruhová zapalovačka 36-pozicová pro ruční výrobu obr. 15
2. Zapalovací stroj 36-pozicový pro ruční výrobu obr. 16
3. Oválná zapalovačka 45-pozicová pro ruční výrobu obr. 17

obr. 15. Kruhová zapalovačka - č. v. 05058



Účel použití: stroj je určen na zapalování ručně i strojově vyráběných kalíšků a odlivek o max. rozměrech: dýnko průměr 80, výška 30 mm a zapalovaného průměr 150 mm.

Hlavní technické údaje:

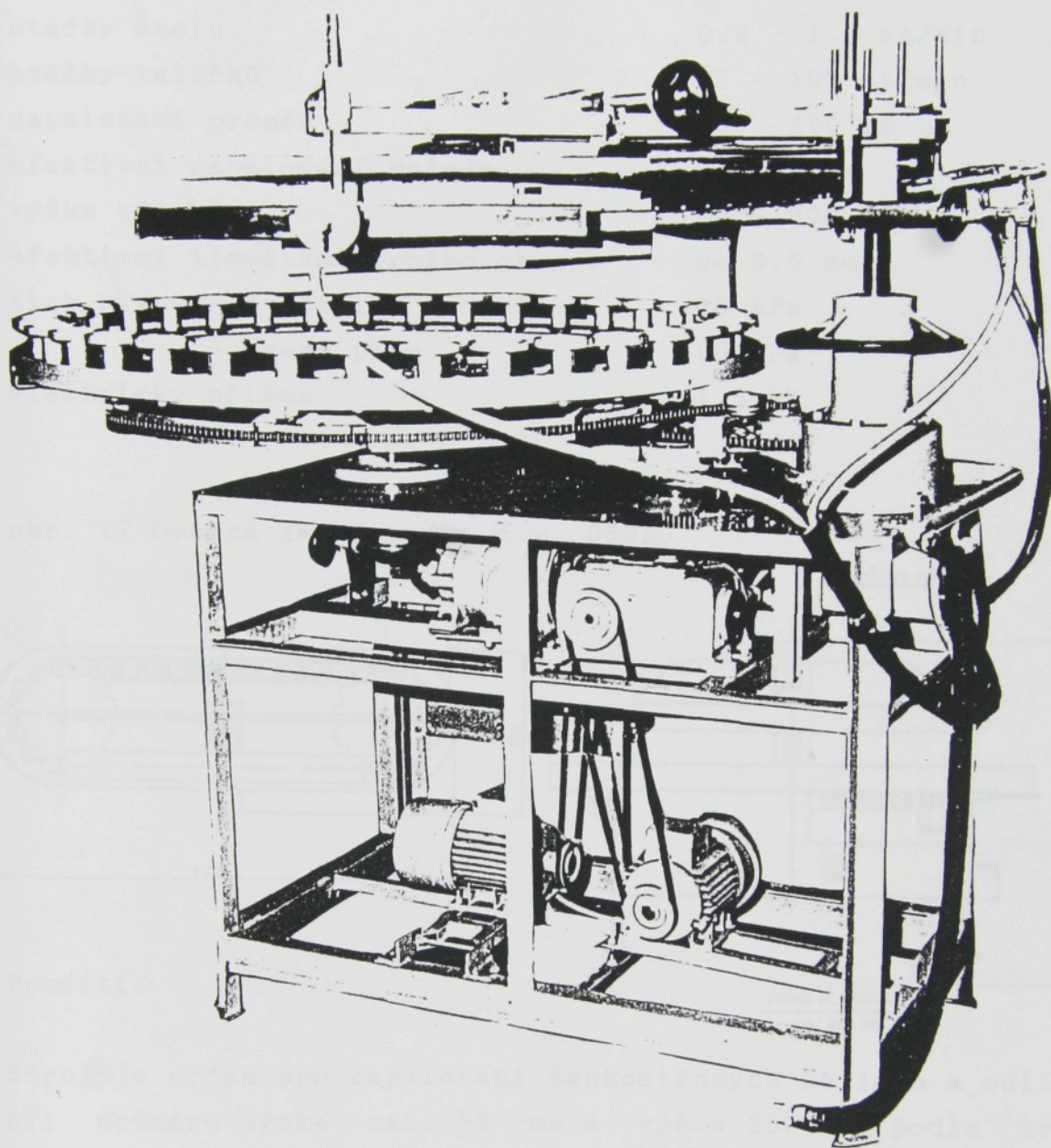
rozměry	: viz náčrtek
váha	: cca 250 kg
počet talířků	: 36
otáčky talířku	: 47 ot/min
el. příkon stroje	: 380/220V 550 W

Pohon: převodový el. motor TS 030444.4 - 550x20-2AP80-4S-380

Ovládání: otáčky kola je možno ručně ovládat přibrzdováním kola

Zapalovací hořák není součástí dodávky zařízení (dle uživatelem použitého hořáku lze stroj použít na všechny druhy plynů)

Přívod el. proudu ke stroji zajišťuje uživatel, zařízení má vlastní jištění, el. ovládání a odpovídá ČSN 341630

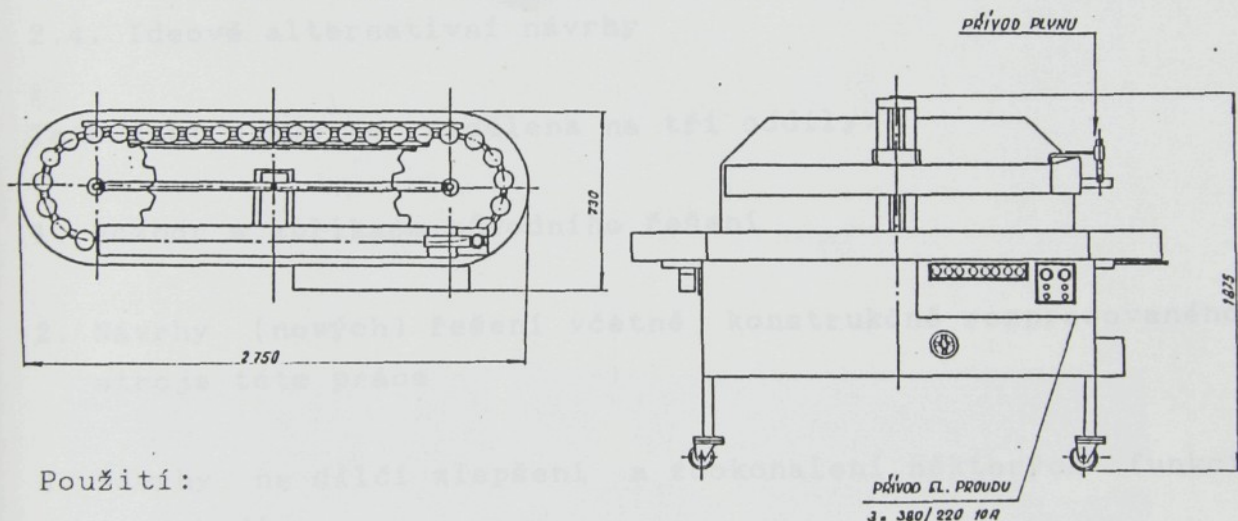


Jedná se o upravený zapalovací stroj z ruční výroby s motorickým pohonem stolu i talířků. Je osazen injektorovými hořáky z vlastního vývoje s.p. Crystalex. Vkládání a odebírání výrobků je ruční. Pro ovládání samotného zapalovacího procesu je nutný jeden pracovník, který nemanipuluje s výrobky.

Technické údaje:

počet talířků	36
střední průměr stolu	1290 mm
otáčky stolu	0.2 - 1.2 ot/min
otáčky talířků	17 - 102 ot/min
zapalovací průměr	50 - 220 mm
efektivní zapalování průměr	do 150 mm
výška výrobku	50 - 300 mm
efektivní tloušťka horního okraje	do 3.5 mm
tlak plynu - svítiplyn	70 kPa
- zemní plyn	90 kPa
elektrický příkon	1.5 kW

obr. 17 Oválná zapalovačka č.v. 05020



Použití:

Stroj je určen pro zapalování tenkostěnných kalíšků a odlivek při průměru dýnka max. 90 mm a výšce 250 mm podle tvaru a druhu výrobku.

Hlavní technické údaje:

Hlavní motor	AOK 42-6-HO-Fg; 1.7 kW; 930 ot/min
Variátor	12 301-02; z=1:6; hnací otáčky 830 ot/min
Motor pohonu talířů:	OR-go 9.7-4; 0.180 kW; 1370 ot/min
Rychlost pásu max.	10 m/min
Rychlost pásu min.	1.7 m/min
Vnitřní průměr talíře	90 mm
Počet talířů	45

Rozměry:	výška	1875 mm
	šířka	730 mm
	délka	2750 mm
	váha	700 kg

Hořák pětiprstý

počet kusů	1
druh paliva	propan butan
tlak plynu	500 mm v.s.
tlak vzduchu	0.3 atp
regulátor	PB 500 mm v.s.

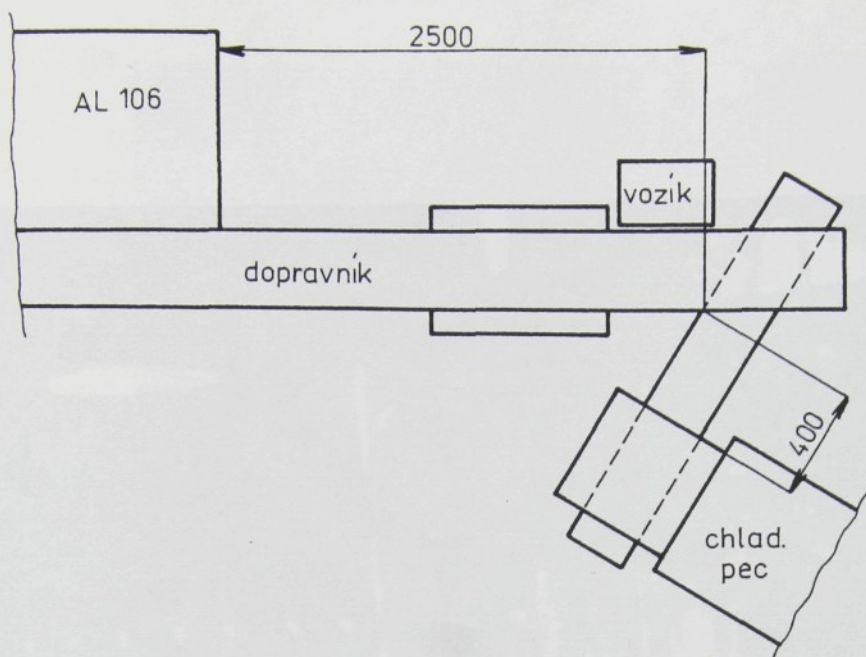
2.4. Ideové alternativní návrhy

Tato část práce je rozdělena na tři oddíly:

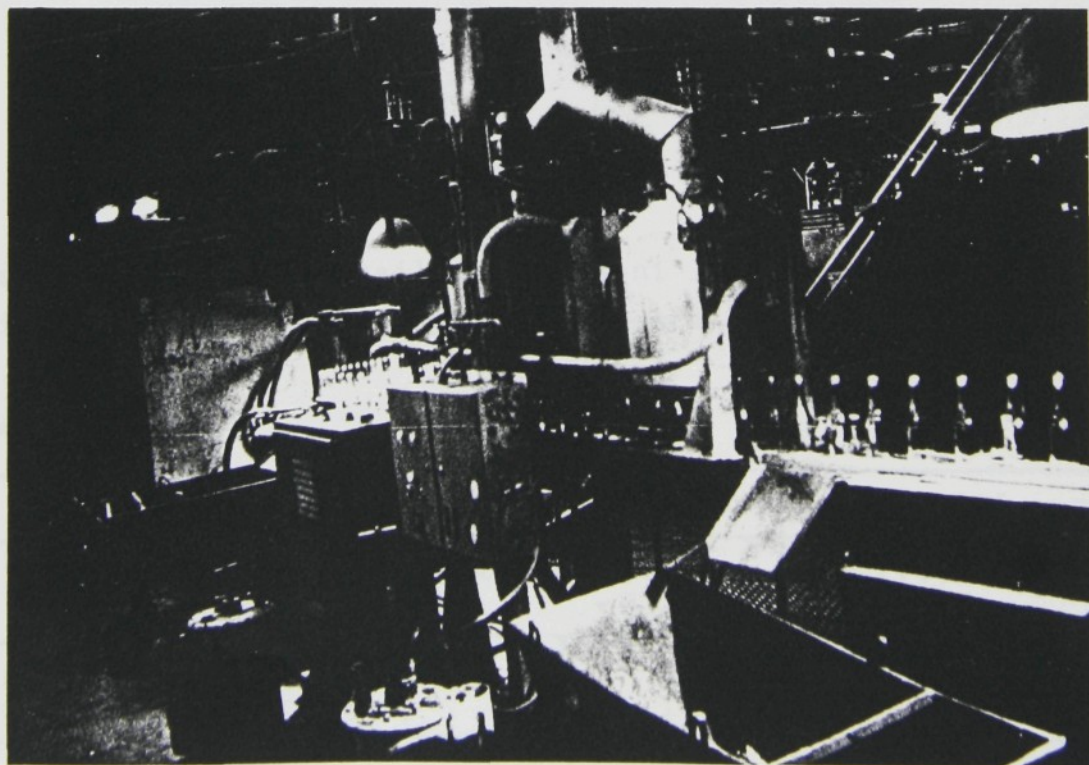
1. Rozbor a aplikace původního řešení
2. Návrhy (nových) řešení včetně konstrukčně rozpracovaného stroje této práce
3. Návrhy na dílčí zlepšení a zdokonalení některých funkcí a pochodů

Ale jednu věc mají veškeré návrhy společnou, a to vlastní umístění zapalovacího místa, které je mezi výrobním strojem a chladicí pecí. To proto, že v této oblasti je ještě relativně vysoká teplota lahví a je zde dostatečně dlouhá dráha. Situace je zde přiblížena na schematickém obrázku viz obr. 18 a na situačních fotografiích.

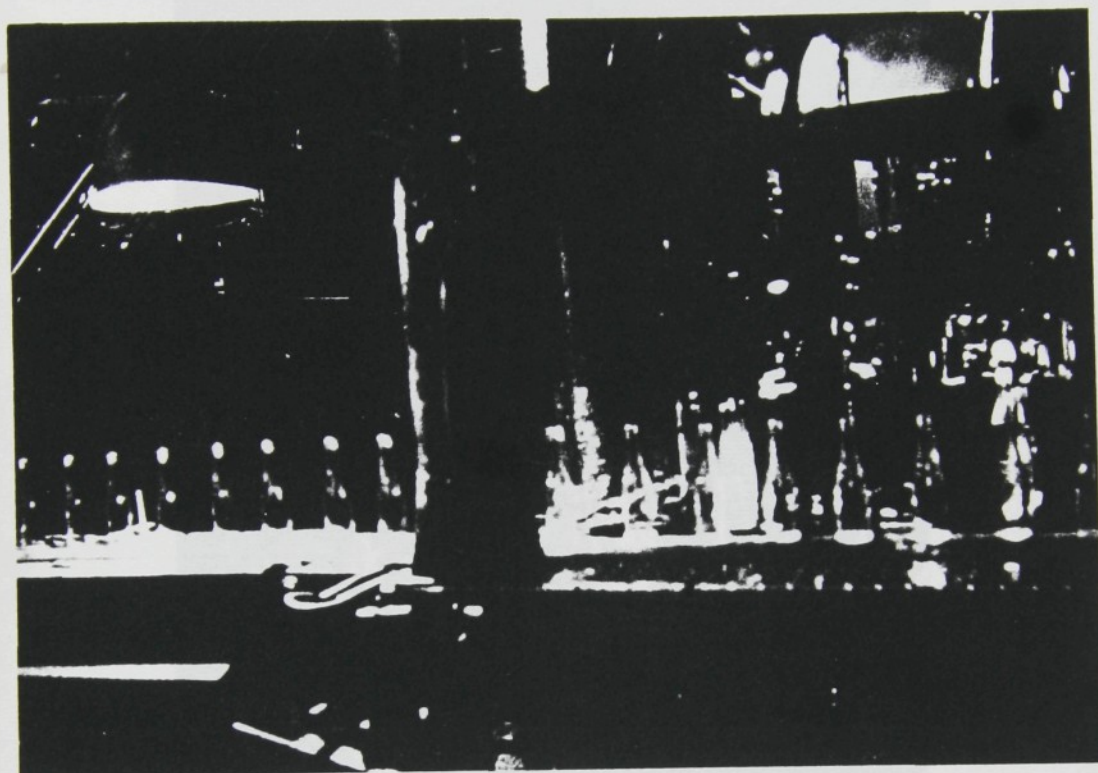
obr. 18 - Rozměrový situační náčrt prostoru potřebného pro případné umístění zapalovačky



obr. 19 - Část dopravníku u výrobního stroje



obr. 20 - Část dopravníku u chladicí pece



Dalším důležitým detailem je řazení lahví na pásu v závislosti na sledu výroby jednotlivých sekcí, viz tab. 12 a obr.22

tab. 12

	šestisekční - levý	šestisekční - pravý
sled výroby stanic (pořadí)	1,2,5,6,3,4	1,4,3,6,5,2
řazení lahví na pásu za výrobním strojem		1,6n,3,2p,5,4

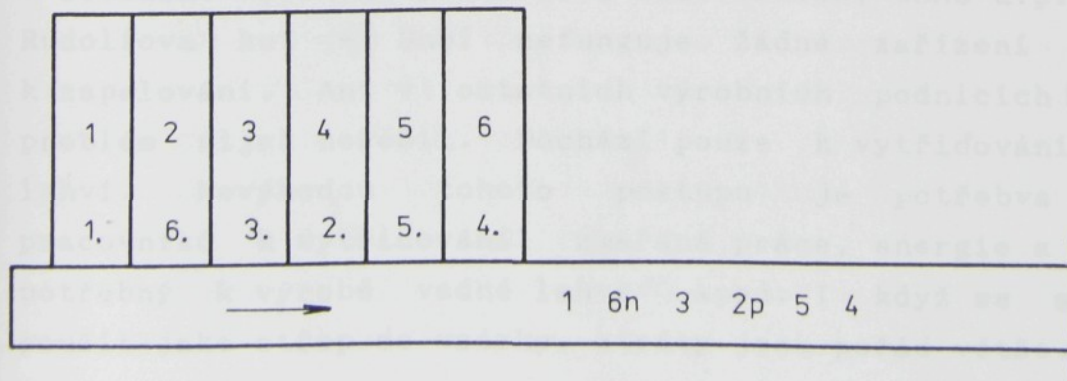
n - z následné série

p - z předchozí série

obr. 21 - Záběr situace na jedné stanici



obr. 22 - Pořadí řazení lahví pro šestisekční stroj pravý při určitém způsobu sledu výroby.



V případě, že se bude vyrábět DUPLEXem, znamená každé číslo dvě lahve vzdálené vůči sobě o jednu rozteč.

Pravidelné řazení lahví na pásu nám říká, že rozdílné teploty lahví se cyklicky opakují. Kromě těchto údajů jsou ještě vyzkoumané úbytky teplot v závislosti na čase (lit. 9) a zvyšování se viskozity.

Rychlost chladnutí - na dopravníku 4 °C/s
- volně visící výrobek 8 °C/s
- láhev na odstávce 7 °C/s

Z těchto poznámek vyplývá požadavek stanovení hledisek, která mají vliv na zpalování.

- taktáž stroje a rozlišení, zda se jedná o simplex nebo duplex
- rychlost pásu
- čas, který stráví láhev v teplejší zóně stroje a v chladnější zóně za strojem než přijde pod zapalovačku
- vzdálenost mezi zapalovačkou a strojem
- teplotní diferenciace mezi jednotlivými lahvemi
- tvar lahve a hrdla, tloušťka skleněné vrstvy, hmotnost
- typ skloviny neboli její složení

2.4.1 Rozbor a aplikace původního řešení

2.4.1.1 Současný stav

V současné době na pracovišti SKLO UNION, OBAS k.p., závod Rudolfova huť - Dubí nefunguje žádné zařízení sloužící k zapalování. Ani v ostatních výrobních podnicích se tento problém nijak neřešil. Dochází pouze k vytřídování vadných lahví. Nevýhodou tohoto postupu je potřeba dalších pracovníků k vytřídování, zmařená práce, energie a materiál potřebný k výrobě vadné lahve apod. I když se sklo může použít jako střep do vsázky, ztráty jsou pořád větší.

K částečnému odstranění vad korunek se též používají ústní formy pro bezešvé ústí oproti ústním formám pro klasické ústí. Tato metoda není ekonomicky rentabilní, což je patrné již z rozboru nákladů potřebných na jednotlivé typy forem, při ne zcela vyhovujícím výsledku.

Poznámka: Veškeré údaje o cenách odpovídají roku 1989.

Rozpis nákladů na jednu formu:

ústní forma pro klasické ústí	plášť Kčs	140,-
	vložka Kčs	22,-
	montáž Kčs	3,-

	Celkem Kčs	165,-

životnost 18 hod.

možnost výměny vložky 20x

ústní forma pro bezešvé ústí	Celkem Kčs 180,-
------------------------------	------------------

životnost 24 hod

možnost opravy 1x

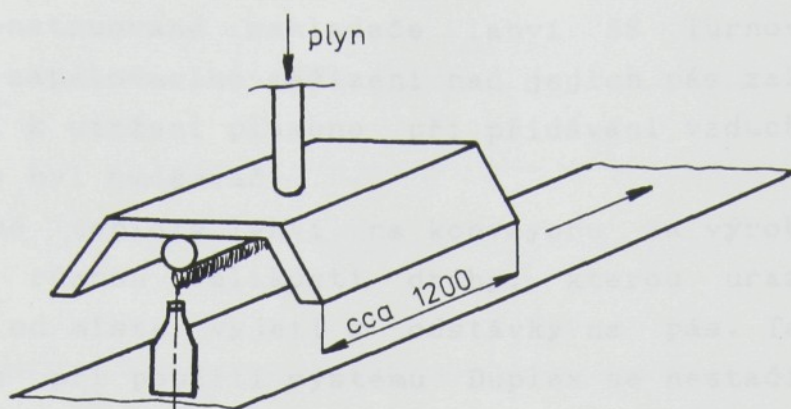
Při prémiovém zainteresování obsluhy se prodlouží životnost formy cca o 30%

Pro porovnání nám lépe poslouží zhodnocení v delším časovém úseku. Např. za 360 hodin (42 směn) se spotřebuje jedna forma pro klasické ústí, což znamená jeden plášť a 20 ks vložek. Toto odpovídá ceně (zahrnuta i montáž) 640,- Kčs. Forem pro bezešvé ústí se v tomto výrobním čase použije sedm a osmá je v polovině své životnosti. Celková cena je tedy 1350,- Kčs. Rozdíl je 710,- Kčs. Pro jeden stroj AL 106 systém Duplex, což je dvanáct forem, je rozdíl 8520,- Kčs. Při celoročním třisměnném provozu se výrobní cena zvedne o 205.000,- Kčs. Výsledek je dále ovlivněn nedostatkem ústních forem z důvodu nedostatečnosti výrobních kapacit.

Proto byla na závodě vypsána tematická úloha na vyřešení zapalování s odměnou 10.000,- Kčs. Bylo odzkoušeno několik návrhů, ale žádný se neosvědčil tak, aby se mohl dále používat.

Jedná se o tyto návrhy :

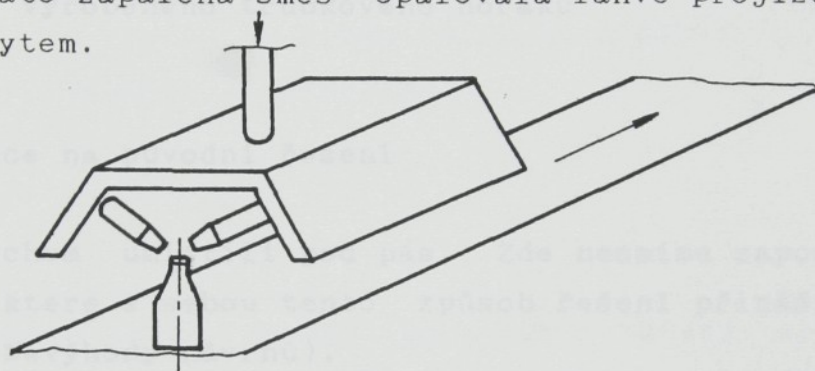
1.



Obr. 23 - Původní realizovaný návrh

Nad pásem byl umístěn šamotový kryt, ve kterém byl trubkový hořák s provrtanými otvory. Do hořáku se přiváděla směs plynu a vzduchu a tato zapálená směs opalovala lahve projíždějící na páse pod krytem.

2.



Obr. 24 - Původní realizovaný návrh

Tento návrh je obdobný prvnímu, jen s tím rozdílem, že místo trubky bylo instalováno šest hořáků. Vždy 2 šikmo proti sobě. V místě, kde se plameny protínaly, procházela korunka lahve.

U obou návrhů byly kryty umístěny nad dopravníkovým pásem vedoucím od výrobního stroje.

Nevýhody návrhů :

- velká spotřeba plynu způsobená hořením mimo lahev
- deformace konveyorů při dlouhodobém provozu zapalovačky a značné vyžehání ocelového pásu
- při vyšších rychlostech pásu a dodržování roztečí je nedostatečné zapálení ústí a je nahrazováno úpravou ústní formy horního středícího kroužku s tvarem ústí
- třením o středící lišty při středění lahví na konveyorů pod zapalovacími hořáky dochází k rozhozu roztečí a tím

k problematickému provozu přesouvače lahví

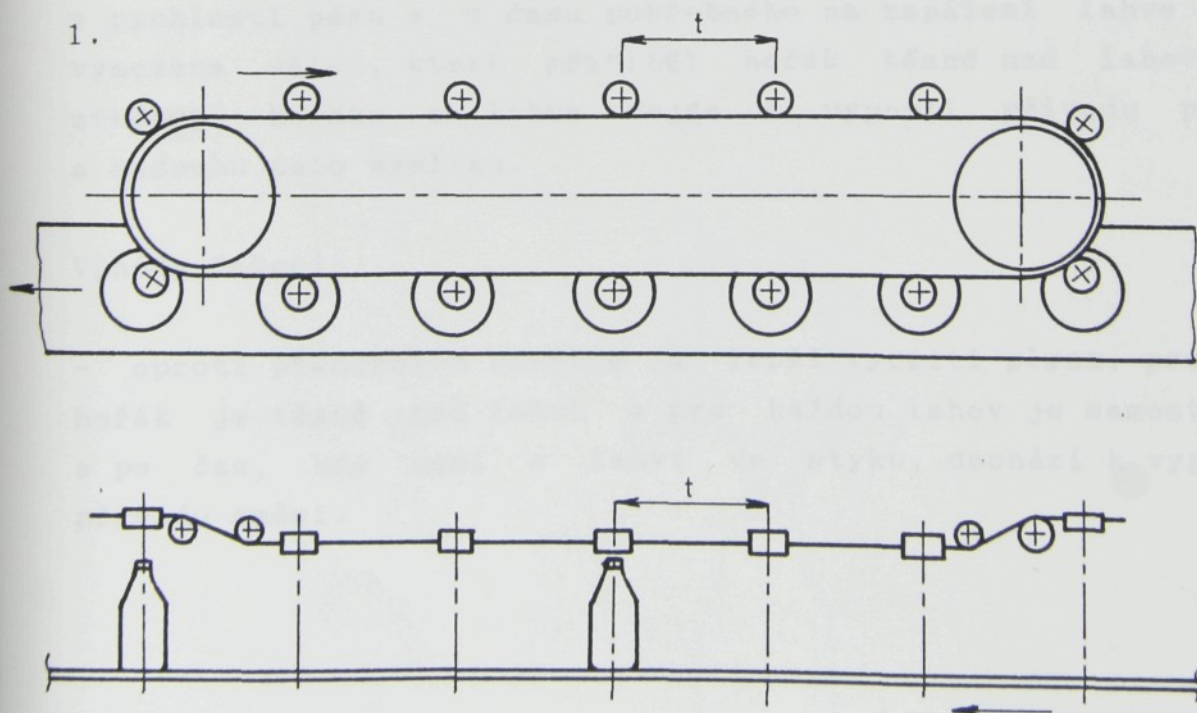
- nově konstruované zakladače lahví SS Turnov neumožňují instalaci zapalovacího zařízení nad jejich pás zakladače
- dochází k utržení plamene při přidávání vzduchu obsluhou; řešením by byl směšovač
- rozdílné teploty lahví na konveyorů za výrobním strojem způsobené různou velikostí dráhy, kterou urazí k místu zapálení od místa vyjetí z odstávky na pás. Tak docházelo k tomu, že při použití systému Duplex se nestačila zapálit část lahví.
- při pádu lahve pod šamotovým krytem docházelo k jejímu přilepení na vnitřek krytu a následnému povalení a přilepení dalších lahví, jež putovaly za ní. Sklo se muselo násilně vytloukat z pod zapalovačky. Tím se brzdila výroba.
- nedokonalost vyrobeného trubkového hořáku

2.4.1.2 Aplikace na původní řešení

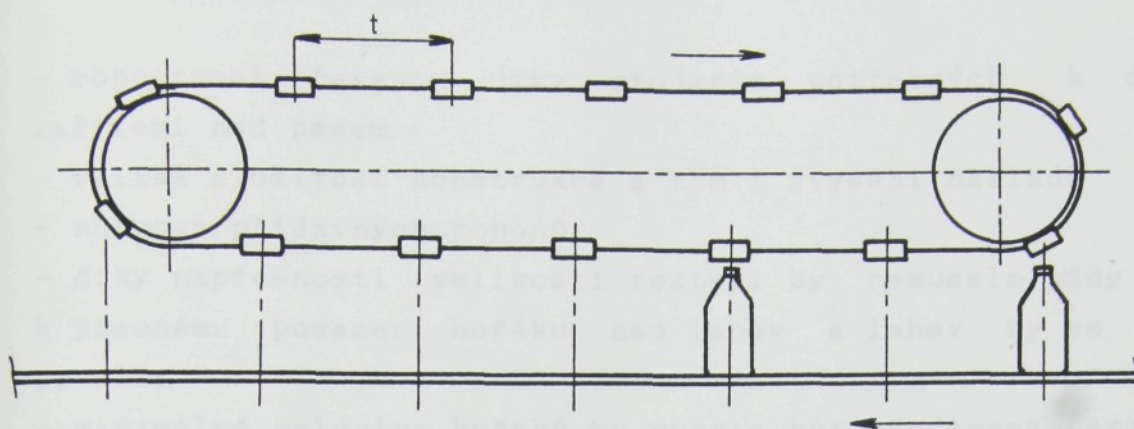
Zapalovačku bychom umístili pod pás. Zde nesmíme zapomenout na nevýhody, které s sebou tento způsob řešení přináší (viz bod 2.4.1.1 - Nevýhody návrhů).

Způsoby řešení:

1.



Obr. 25 - Současný návrh



Obr. 26 - Současný návrh

Základní údaje:

$t = 135 \text{ mm}$ - rozteč lahví

l - vzdálenost, po kterou je hořák ve styku s lahví

$v = 0.270 \text{ m/s}$ - rychlost posuvu pásu

$t = (400 - 600) ^\circ\text{C}$

Popis řešení:

Hořáky jsou přimontovány na pás nebo řetěz, který obíhá po vymezené dráze otáčejícími se válci, rolnami, ozubenými nebo řetězovými koly apod. Mezi hořáky je vzdálenost odpovídající rozteči lahví t na pásu. Vzdálenost l je vypočtena z rychlosti pásu a z času potřebného na zapálení lahve a je vymezena válci, které přiblíží hořák těsně nad lahev. Po zvednutí hořáku z lahve dojde k vypnutí přívodu plynu a vzduchu nebo kyslíku.

Výhody řešení:

- oproti předchozím návrhům je lepší využití plynu, protože hořák je těsně nad lahví a pro každou lahev je samostatný a po čas, kdy není s lahví ve styku, dochází k vypnutí přívodu směsi.

Nevýhody řešení:

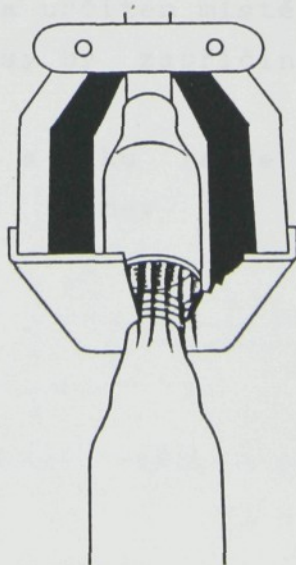
- robustnost řešení díky stojanům potřebných k držení zařízení nad pásem
- velická složitost konstrukce a tím i zvýšení nákladů
- nutnost přidavných pohonů
- díky nepřesnosti velikosti roztečí by nemuselo vždy dojít k přesnému posazení hořáku nad lahev a lahev by se mohla povalit
- minimálně polovina hořáků by musela být předimenzována díky rozdílné teplotě lahví. Tímto by došlo ke snížení vlivu výhody plynoucí z dobré interakce hořáku a lahve
- velická délka zařízení díky dlouhému času potřebnému k zapálení, protože lahev je zde již velice chladná
- přívod zapalovací směsi by se zřejmě musel otáčet společně s hořáky

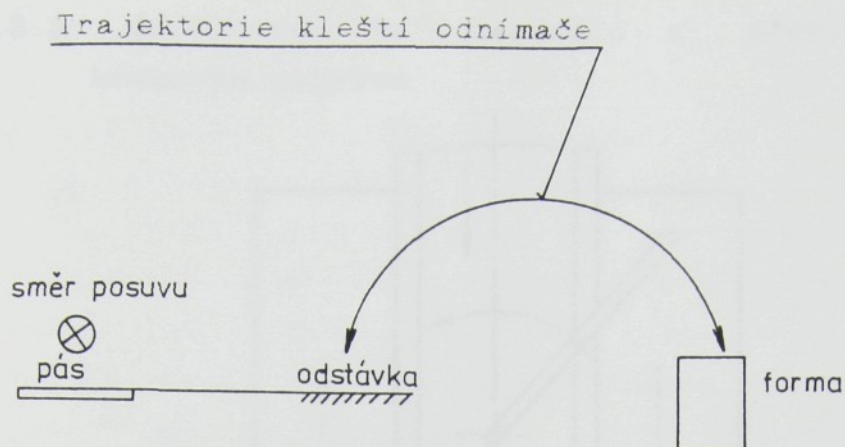
2.4.2 Návrhy nových řešení

2.4.2.1 Zapalování uvnitř odnímače přenášejícího lahev

Tento způsob využívá skutečnosti, že těsně po vyjmutí lahve z formy má lahev nejvyšší teplotu a proto čas potřebný k zapálení lahve je daleko kratší než u předchozího způsobu. Snižuje se též spotřeba plynu.

Obr. 27 - Zapalování uvnitř odnímače přenášejícího lahev z formy





Obr. 28 - Schéma pohybu odnímače

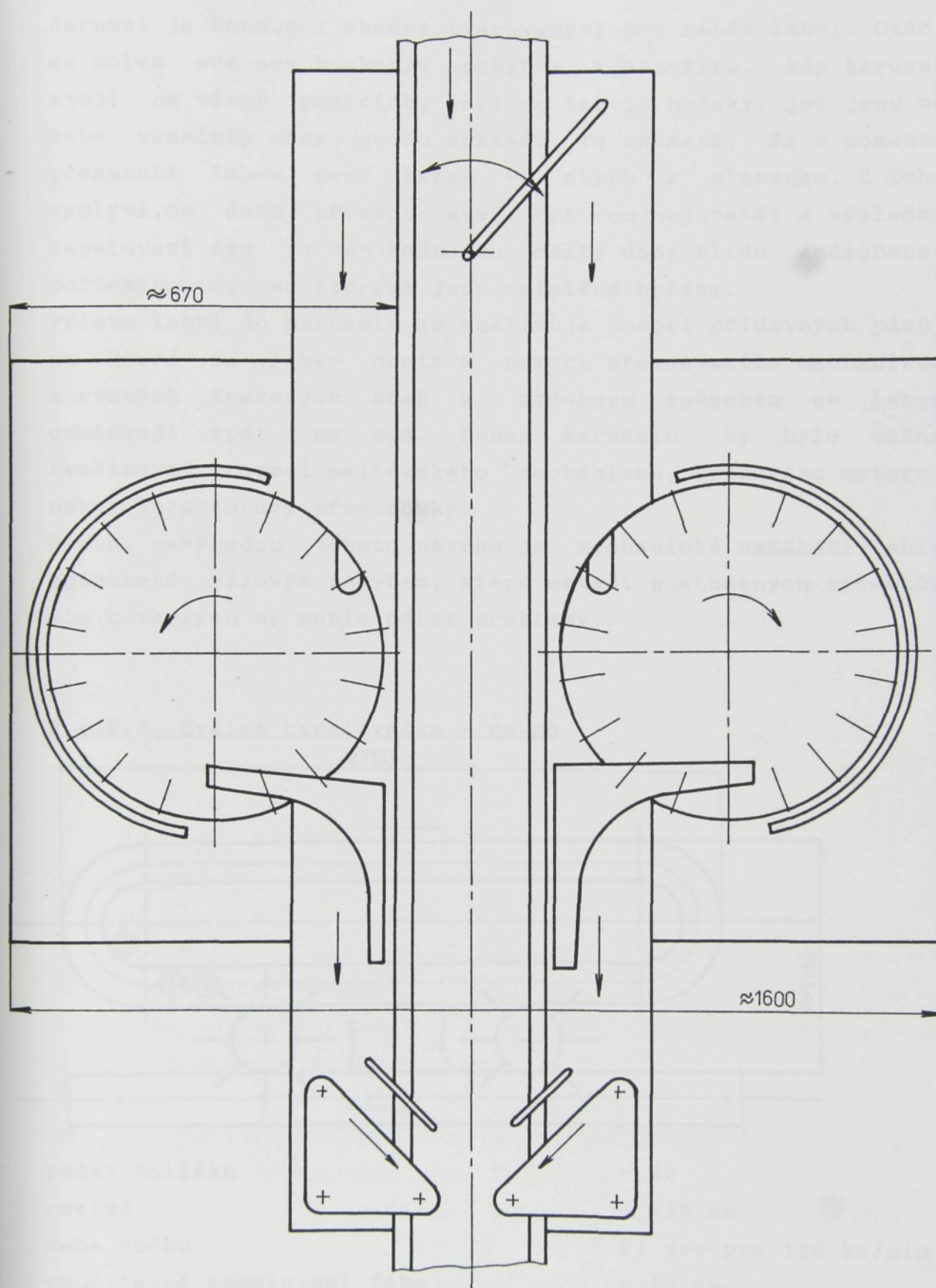
Výhody:

- nižší spotřeba plynu
- kratší čas potřebný k zapálení
- stejná teplota každé lahve
- odstranění přebytečného množství přidavných konstrukčních úprav jako např. clony pro zamezení opalu konveyoru apod.

Nevýhody:

- při výrobě 120 ks/min krátký čas pohybu odnímače
- opalování kleští odnímače; vyřešit tak, aby plamen šel mimo
- pohyb hořáku společně s odnímačem a s tím i přívodní hadice nebo trubky
- při zapalování nad odstávkou by proudil proti hořáku chladicí vzduch, který by snižoval účinnost hořáku, popř. může plamen i zhasit
- čas potřebný k zapálení na určitém místě, který by byl větší než jednotlivé dílčí časy by zapříčinil různou vzdálenost hořáku od lahve
- možná deformace korunky a krku lahve díky nadbytečnému množství tepla, které lahev má těsně po vyjmutí z formy

2.4.2.2 Zapalování na karuselu s přerušovaným krokovým pohybem



Obr.29 Schema 2-karuselové zapalovačky s přerušovaným
krokovým pohybem

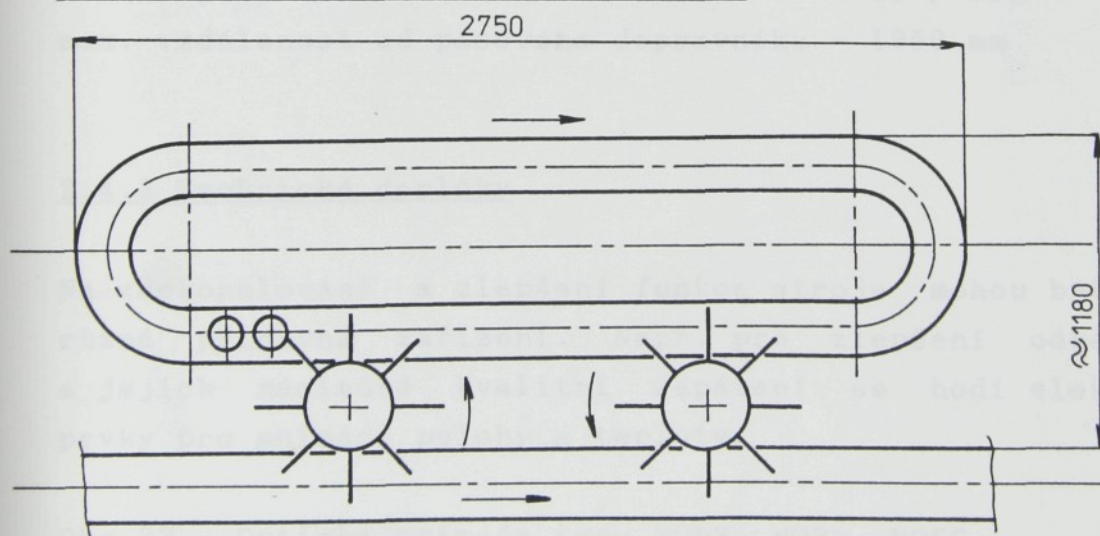
Popis zařízení a jeho funkce:

Karusel je kotouč s vhodně tvarovanými pro náběh lahví. Otáčí se kolem své osy krokovým pohybem. V okamžiku, kdy karusel stojí na všech pozicích, pálí do lahví hořáky, jež jsou od sebe vzdáleny vždy jednu rozteč. To znamená, že v momentu přesunutí lahve není lahev ve styku s plamenem. Z toho vyplývá, že doba přesunu musí být co nejkratší a výsledný zapalovací čas je dán hodnotou délky doby klidu znásobenou počtem pozic, nad kterými jsou umístěné hořáky.

Přísun lahví do karuselu se realizuje pomocí přídavných pásů, na které se lahev dostává pomocí přesouvacího mechanismu a různých tvarových drah a obdobným způsobem se lahve dostávají zpět na pás. Pohon karuselu by bylo možno realizovat pomocí maltézského mechanismu, krokového motoru, nebo Fergusonovy převodovky.

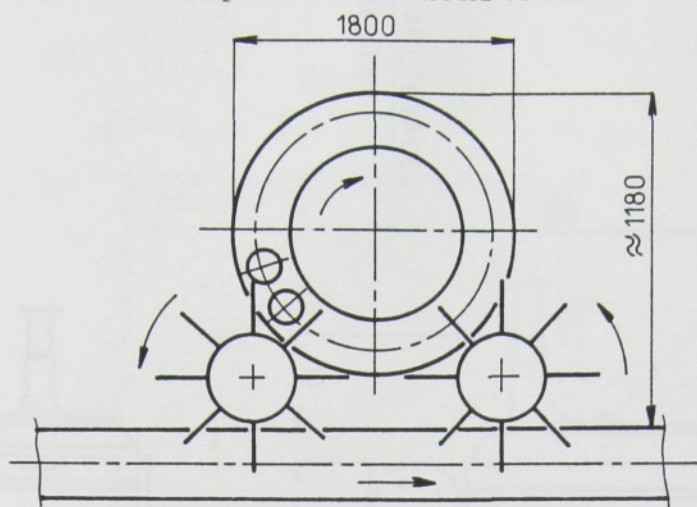
Hlavní nevýhodou tohoto návrhu je mechanické namáhání lahve způsobené rázovým pohybem, které nevadí u studených výrobků, ale u teplých by mohlo dělat problémy.

2.4.2.3 Oválná zapalovačka - návrh



počet talířků	- 42
rozteč	- 135 mm
doba oběhu	- 21 sec-pro 120 ks/min
využitelná zapalovací doba	- 14 sec
otáčky ježka	- 8.6 / min
maximální délka	- 2750 mm
max. vzdálenost od pásového dopravníku	- 1180 mm

2.4.2.4 Kruhová zapalovačka-konstrukčně rozpracovaný návrh



obr 31. Kruhová zapalovačka pro zapalování exportních pivních lahví "Švédský standart 34,3"

Základní data

počet talířků	- 36
rozteč	- 135 mm
doba oběhu	- 18 sec
využitelná zapalovací doba	- 11,5 sec
otáčky ježka	- 12 / min
max. vzdálenost od pásového dopravníku	- 1950 mm

2.4.3 Technické doplňky

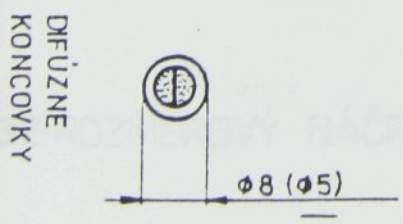
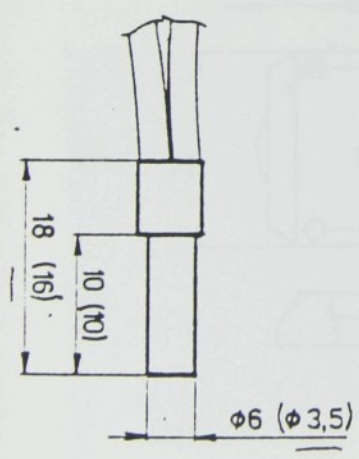
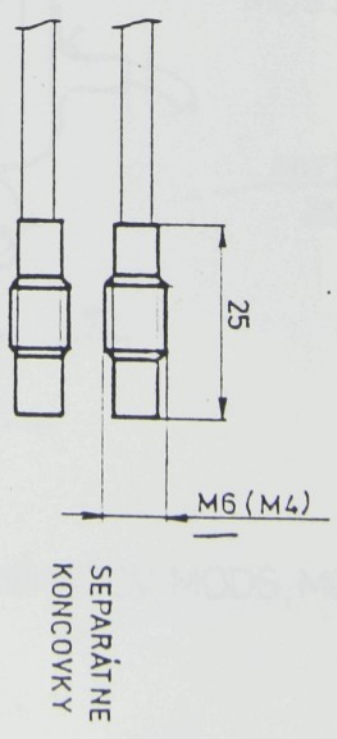
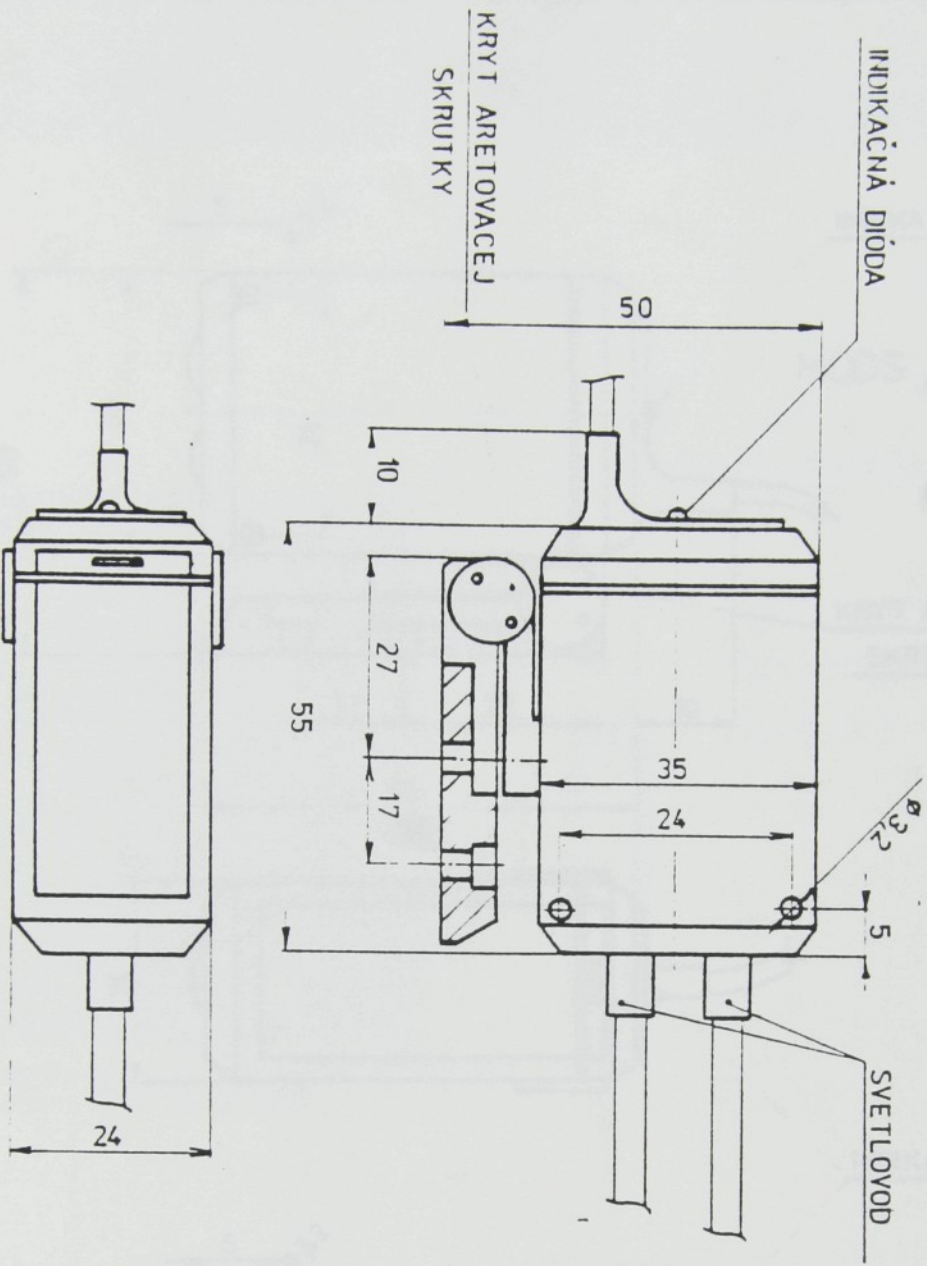
Na zdokonalování a zlepšení funkce stroje mohou být použity různá přídatná zařízení. Např. pro zlepšení odběru lahví a jejich následné kvalitní zapálení se hodí elektronické prvky pro snímání polohy a teploty.

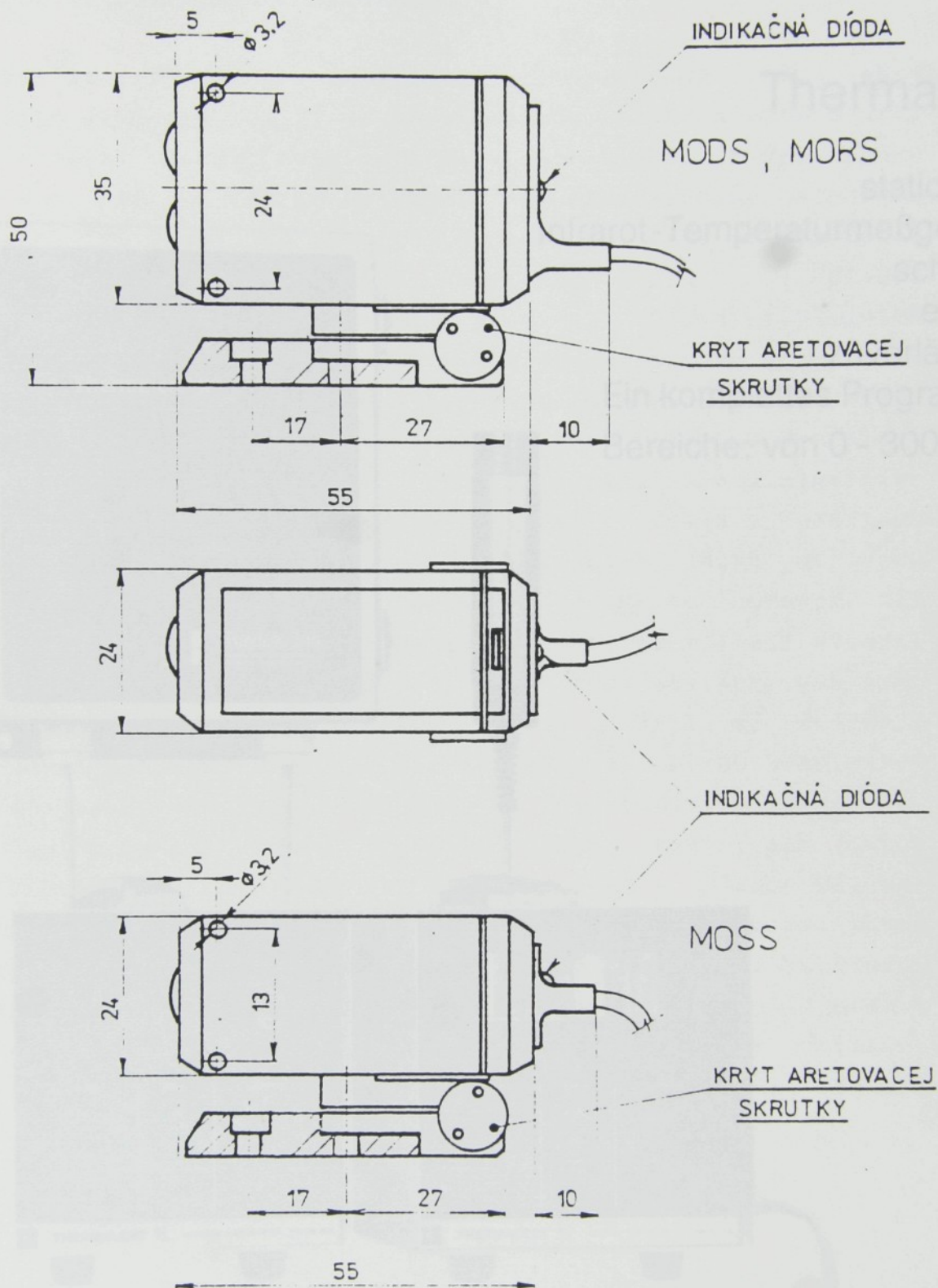
Obr.32 - Optické snímače typu MODS, MORS, MOSS

Obr.33 - Optické snímače typu VOS

Obr.34 - Průmyslový optický snímač teploty firmy THERM

Pro bezdotykové měření teplot se může použít přístroj Thermopoint 80 firmy AGA a termovize AGA





Obr. 32 - ROZMEROVÝ NÁČRT TELIES SNÍMAČOV MODS, MORS A MOSS

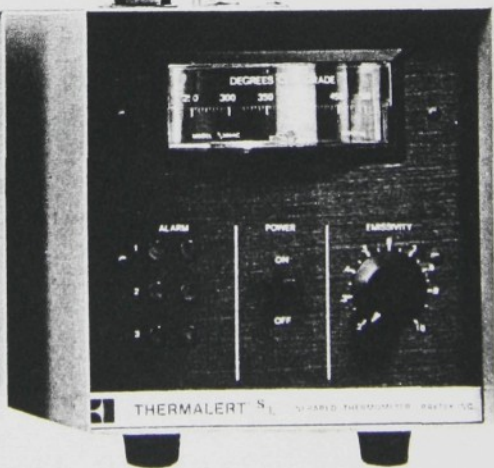
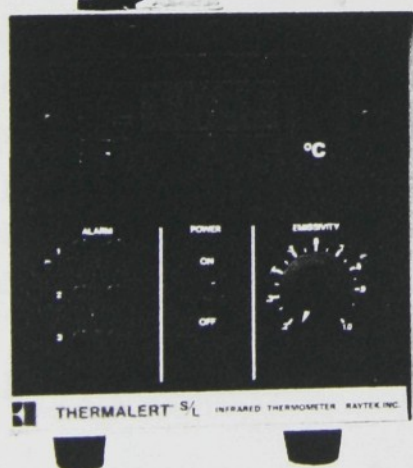


Raytek, Inc. Headquarters
Electronics Division
P.O. Box 25019, Santa Clara, CA 95052
Tel: 408/251-5019, Telex: 525137 amrd

THERM

Thermalert

stationäre
Infrarot-Temperaturmeßgeräte
schnell,
exakt,
zuverlässig.
Ein komplettes Programm.
Bereiche: von 0 - 3000° C.



3.0 Konstrukční část

3.1 Postup konstrukčního návrhu:

Kruhová zapalovačka pro zapalování kruhových exportních lahví "Švédský standard 34,2" je přepracovaná kruhová zapalovačka pro strojní výrobu používaná na lince LINKUŽ v Crystalexu Nový Bor. Při návrhu se vycházelo ze standardního požadavku "Zapálit 120 lahví za minutu". Protože se jedná o výrobu na šestisekčním stroji AL-106 systémem DUPLEX je předem stanovena rozteč výrobků na pásu. Z těchto základních parametrů vyplývá jaká je rychlost dopravního pásu a z důvodu synchronizace i počet otáček karuselu a přesouvacích ježků, které vyplývají z obvodové rychlosti na roztečné kružnici, která má být stejná jako rychlost pásu. Dle minimálního zapalovacího času, který odpovídá určité dráze a určitému přídatku na pracovní prostor odebíracích ježků mi vyjde minimální pracovní dráha. Délku této dráhy upravíme dle dodaných roztečí výrobků a konstrukčního zpracování strojní zapalovačky Crystalex Nový Bor. Jsou tedy navrženy základní rozměry a rychlostní poměry stroje. Nyní se začínají navrhovat základní převody dle rozměrových návrhů konstrukce a potřebných výstupních otáček a tomu odpovídající výkon, výstupní kroutící moment a otáčky pohonu. Proto, aby stroj byl flexibilní, t.j. aby se dalo pracovat s různou výrobní rychlostí je navržen pohon s převodovkou a variátorem. Ihned po tomto návrhu se mohou začít počítat konkrétní velikosti řetězových kol, řetězů, hřídelů a ložisek. Dle těchto hodnot se překontrolují velikosti otáček a stanoví se optimální křivka závislosti otáček řízených variátorem na výrobní rychlosti.

3.2 Popis konstrukce

Základní části stroje jsou:

stůl se 36 talířky

řetězový převod pohánějící stůl

řetězový převod pohánějící talířky

nosný sloup s rotačním uložením stolu a dalších rotačních částí

dva pohony pro každý z řetězových převodů
dva odebírací "JEŽKY"
nosný rám krytu a hořáků
třináct krabicových hořáků

3.3 Princip práce stroje

Při zapnutých motorech se přenáší rotační pohyb přes ozubené převody na stůl a talířky jednotlivých stanic a otáčí se "svými" otáčkami. Tento rotační pohyb se též přenáší ze stolu na ježky, které jsou konstruovány jako unašeče. Ve spodní části mají lopatky, které zabírají mezi jednotlivé mezery stanic talířků a rotační pohyb stolu unáší lopatky a dochází ke svázanému rotačnímu pohybu ježků. Takto běžící stroj, jehož rychlost je sfázována s výrobní rychlostí stroje AL106 a s rozmístěním lahví na pásu, odebírá z dopravního pásu jednotlivé lahve a sune je prostřednictvím ježků po plošině až do místa, kde si lahev vezme talířek karuselu. A to už si talířek unáší lahev do zapalovacího prostoru, kde pod krytem dochází k zapalování výrobku. Po vyjetí z tunelu najíždí mezi lopatky ježka, který si opět lahev odebírá a po plošině ji sune zpět k dopravníkovému pásu. Po najetí do středící dráhy si lahev opět opět přebírá pás.

3.4 Výpočty

3.4.1 Výpočet rozvodu vody a plynu pro krabicové hořáky typu
"Doškář - Melíšek" kap.2.2.2 obr.14

Rozvod vody

Celkové potřebné množství chladicí vody:

$$Q = N \cdot Q_1 = 13 \times 10 = 130 \text{ l/min} = 130 \text{ dm}^3/\text{min} = 0.13 \text{ m}^3/\text{min} \quad 36$$

N = počet hořáků

Q_1 = množství chladicí vody pro jeden hořák [l/min]

Obvykle bývá vstupní rychlost proudící vody větší než výstupní rychlost. Pro dostatečné chlazení se volí vstupní rychlost $V_1=2\text{m}$ a výstupní rychlost $V_2=1\text{m}$.

Výpočet průměru vstupní trubky

$$S_1 = \frac{Q}{v_1} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \quad d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_1}} = 0.037 \text{ m} \quad S_1 = 0.0011 \text{ m}^2$$

dle rovnice kontinuity:

$$Q = S v = S_1 v_1 = S_2 v_2$$

37

$$S_2 = S_1 \frac{v_1}{v_2} = 0.0011 \frac{2}{1} = 0.0022 \text{ m}^2$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_2}{\pi}} = 0.053 \text{ m}$$

Dle tabulek je nejbližší nižší světlost pro $d_1=32\text{mm}$

$$S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = 0,000804 \text{ m}^2$$

$$v_1 = \frac{Q}{S_1} = \frac{0.13}{0.000804} = 2.7 \text{ m/s}$$

$$S_2 = S_1 \frac{v_1}{v_2} = 0.000804 \frac{2.7}{1} = 0.00145 \text{ m}^2$$

$$d_2 = \frac{S_2 \cdot 4}{\pi} = \frac{0.00145 \cdot 4}{\pi} = \underline{0.043 \text{ m/s}}$$

$$v_2 = \frac{S_1}{S_2} \cdot v_1 = \frac{0.000804}{0.001256} \cdot 2.7 = \underline{1.73 \text{ m/s}}$$

Základní parametry rozvodu vody:

vstupní: $d_1 = 32 \text{ mm}$ výstupní: $d_2 = 40 \text{ mm}$
 $D_1 = 38 \text{ mm}$ $D_2 = 44,5 \text{ mm}$
 $v_1 = 2.7 \text{ m/s}$ $v_2 = 1.73 \text{ m/s}$

průtok: $Q = 0.13 \text{ m}^3/\text{min}$

Rozvod plynu

Přívod do hořáku - G 1/4" $\approx \varnothing 8 \text{ mm}$

$$S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 8^2}{4} = 50.25 \text{ mm}^2$$

Pro zachování tlaku musí být průřez trubky 13x větší než průřez vstupu do hořáku.

$$\text{Tedy } S_{13} = 13 S_1 = \underline{653.12 \text{ mm}^2}$$

$$d_{13} = \frac{4 S_{13}}{\pi} = \underline{28.8 \text{ mm}}$$

Volím průměr přívodní trubky $d_{13} = \underline{28 \text{ mm}}$

3.4.2 Výpočet a návrh pohonu

A).Potřebné otáčky

Rychlost pásu se musí rovnat obvodové rychlosti rotačních součástí na roztečné kružnici

Tedy 120 lahví min $v = 0.27 \text{ m sec}$ při rozteči 0.135 m

$$\text{úhlová rychlost } \omega = 2 \cdot \pi \cdot n = \frac{v}{r} \quad 38$$

$$\text{otáčky } n = \frac{60 \cdot v}{2 \pi r} \quad 1/\text{min}$$

pro průměr kružnice $D = 1550 \text{ mm}$, po které ubíhají talířky

$$\text{otáčky stolu } n_3 = \frac{60 \cdot 0.27}{2 \pi \cdot 1550 \cdot 0.5} = 3.327 \text{ ot/min}$$

průměr hnaného velkého řetězového kola pohánějícího stůl

$$\text{navrhuji } D_3 = 680 \text{ mm}$$

a průměr hnacího kola řetězového malého

$$D_4 = 74 \text{ mm}$$

$$\text{převodové číslo } i = \frac{D_3}{D_4} = \frac{n_4}{n_3} = 8.95 \quad 39$$

potřebné hnací otáčky od motoru na malé kolo

$$n_4 = i \cdot n_3 = 29.8 \text{ ot min}$$

B).Potřebný rozběhový moment

Dle běžně používaných výpočtu pro výkon motoru při rozběhu rotačních horizontálních předmětu je zjednodušeně

$$M_{roz b} = [M_t + \alpha \cdot \frac{T_F \cdot n}{30 \cdot t} - (I_1 + I_2 + \dots)] \cdot \frac{1}{i \cdot \eta_c} \quad 40$$

- součinitel valivého odporu
- zahrnuje vliv neuvažovaných hmot blízkých ose otáčení
= 1.25 - 1.35

t - čas potřebný k rozběhu

n - otáčky stolu

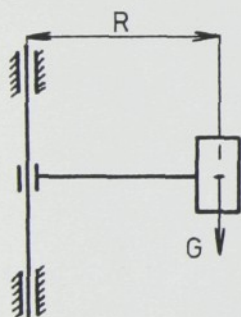
i - převodový poměr

- celková účinnost

M_t - třecí moment ložiska od pasivních odporu při otáčení

$$M_t = 2 \mu \cdot (G + F_r) \cdot r_{loz} \quad 41$$

I - moment setrvačnosti - stůl s talířky uvažují jako hmotný prstenec proto počítám velice zjednodušeně



$$I = m \cdot R^2 \quad 42$$

Obr.35 zjednodušené schema stolu

Výpočet $M_{roz b}$

$$I = 500 \cdot 0.775^2 = 300.3 \text{ kg.m}^2$$

$$M_t = 2 \cdot 0.01(500 \cdot 9.81 + 135) \cdot 0.775 = 3.78 \text{ N.m}$$

$$M_{roz b} = (3.78 + 1.3 \cdot \frac{33}{30 \cdot 0.5 \cdot 60} \cdot 300) \cdot \frac{1}{8.95 \cdot 0.9} = 4.7 \text{ N.m}$$

C).Zvolený typ pohonu

Dle těchto parametru jsem si dle katalogu pohonu firmy LENZE, jehož součástí jsou i uvedené obr.36,37,38 a tab.12,13, našel vhodný typ pohonu, který zhrnuje motor,šroubovou převodovku a variátor

Základní parametry

z tab.12	motor	0.25 kW
	výst.ot	75-16 min
	výst.M	27-100 Nm
	typ	11.332.10.10.1
	IEC-motor	71-4
	převod	40
	rozměry	obr.38,tab.13,řádek 10

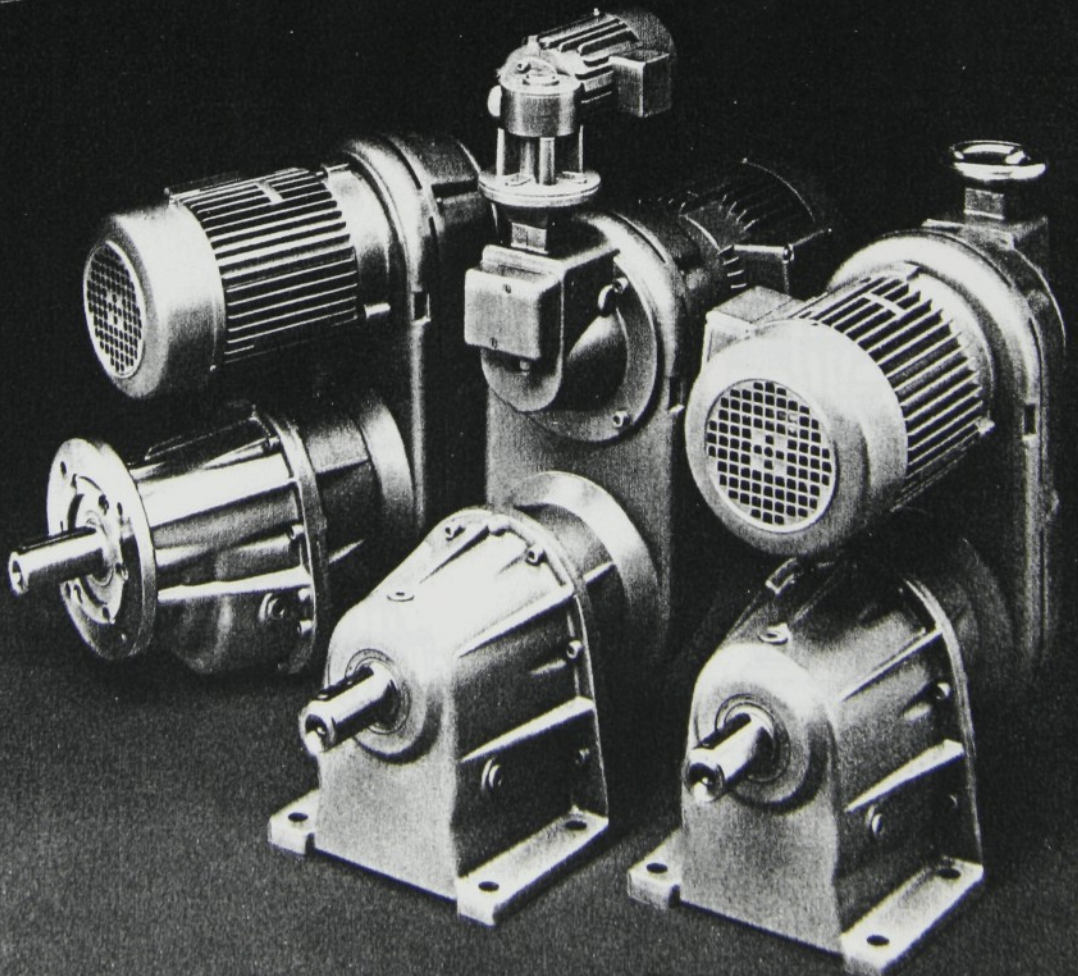
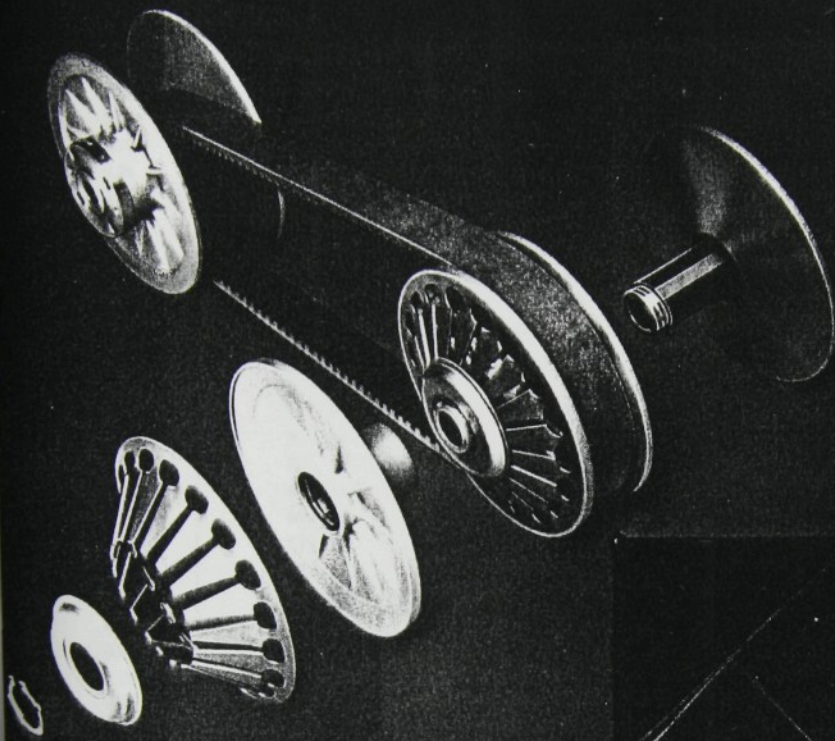
z obr.37	typ montáže	V6
----------	-------------	----

Simplabelt:

**Das erfolgreiche
Verstellgetriebe**

**The successful
variable speed
drive**

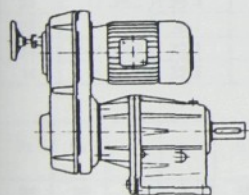
**Le variateur
couronné de
succès**



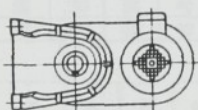
Lenze
ELEKTROMOTOREN

tab.12 - Parametry

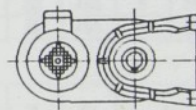
Motorleistung motor power puissance du moteur kW	Abtrieb/output/sortie		Typ/type/type 3 = U 4 = Z Ausführung configuration configuration	IEC-Motor IEC-motor moteur IEC	Übersetzung ratio rapport	Abbildung fig lig	
	Drehzahl speed vitesse min ⁻¹	Drehmoment torque couple Nm				Nr no no.	Seite page page
0,25	3240-635	0,6- 3	11.3□□ 10.10.1	71-4	1	10	18
0,25	2145-423	1 - 3,4	11.3□□ 10.10.1	71-6	1	10	18
0,25	1676-303	1,2- 6,3	11.3□□ 13.10.2	80-8	1	12	18
0,25	952-202	2,1- 9,5	11.3□2 10.10.1	71-4	3,15	10	18
0,25	750-159	2,7- 12	11.3□2 10.10.1	71-4	4	10	18
0,25	600-127	3,4- 15	11.3□2 10.10.1	71-4	5	10	18
0,25	476-101	4,3- 19	11.3□2 10.10.1	71-4	6,3	10	18
0,25	375- 80	5,4- 24	11.3□2 10.10.1	71-4	8	10	18
0,25	300- 64	6,8- 30	11.3□2 10.10.1	71-4	10	10	18
0,25	240- 51	8,5- 37	11.3□2 10.10.1	71-4	12,5	10	18
0,25	188- 40	11 - 48	11.3□2 10.10.1	71-4	16	10	18
0,25	150- 32	14 - 60	11.3□2 10.10.1	71-4	20	10	18
0,25	120- 26	17 - 73	11.3□2 10.10.1	71-4	25	10	18
0,25	95- 20	21 - 96	11.3□2 10.10.1	71-4	31,5	10	18
0,25	75- 16	27 -100	11.3□2 10.10.1	71-4	40	10	18
0,25	66- 14	31 -100	11.3□2 10.10.1	71-4	45	10	18
0,25	60- 13	34 -100	11.3□2 10.10.1	71-4	50	10	18
0,25	53- 11	38 -100	11.3□2 10.10.1	71-6	40	10	18
0,25	48- 9,5	42 -100	11.3□2 10.10.1	71-6	45	10	18
0,25	43- 8,5	47 -100	11.3□2 10.10.1	71-6	50	10	18
0,25	42- 7,6	48 -100	11.3□2 13.10.2	80-8	40	12	18
0,25	37- 6,7	55 -100	11.3□2 13.10.2	80-8	45	12	18
0,25	33- 6,1	61 -100	11.3□2 13.10.2	80-8	50	12	18
0,25	28- 6	72 -200	11.3□3 10.12.1	71-4	106	50	20
0,25	25- 5	81 -200	11.3□3 10.12.1	71-6	85	50	20
0,25	20- 4	101 -200	11.3□3 10.12.1	71-6	106	50	20
0,25	16- 2,9	127 -200	11.3□3 13.12.2	80-8	106	52	20



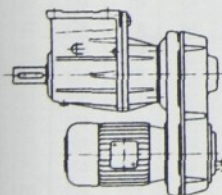
B3



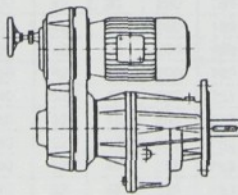
B6



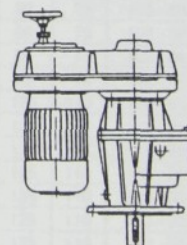
B7



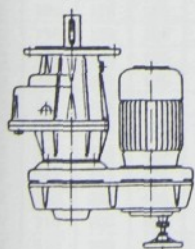
B8



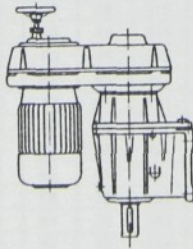
B5



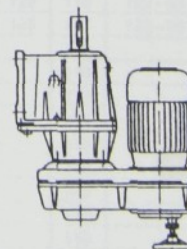
V1



V3

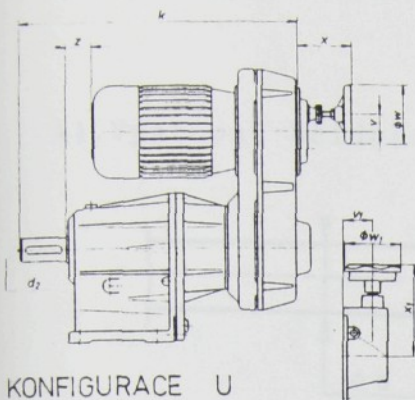


V5

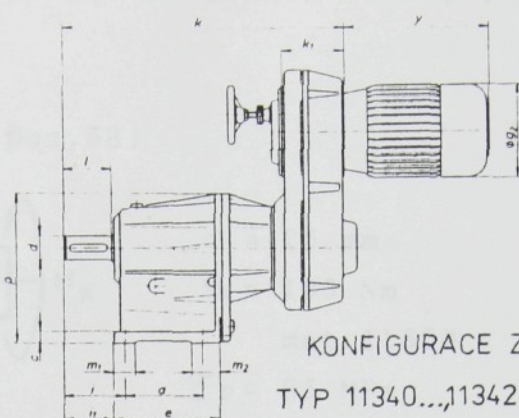


V6

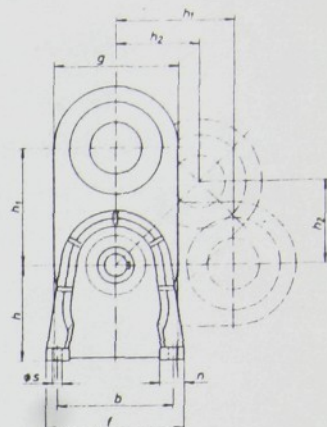
Obr.37 Typ montáže



KONFIGURACE U
TYP 11330..., 11332...,



KONFIGURACE Z
TYP 11340..., 11342...,

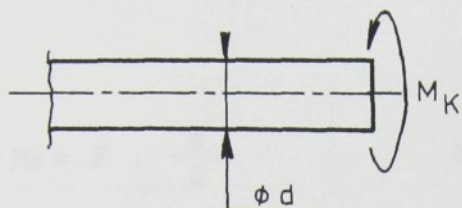


Ab No fig No	Typ type type	Motor motor moteur	Riemen belt courroie	a	a ³¹	b	b ₁	c	c ₁	d ⁴¹	d ₂	e	e ₁	f	f ₁	g	g ₁	g ₂ ¹¹	h	h ₁
10	11.300 10 10.1	71	13/ 468	90	120	125	80	12	9	25	M 10	124	100	150	3	135	137	138 ¹¹	100	133
11	11.300 13 10.1	71	22/ 610	90	140	125	95	12	10	25	M 10	124	115	150	3.5	181	137	138	100	173
12	11.300 13 10.2	80	22/ 610	90	140	125	95	12	10	25	M 10	124	115	150	3.5	181	137	156	100	173
13	11.300 13 12.1	71	22/ 610	106	200	160	130	16	12	30	M 10	148	130	190	3.5	181	169	138	125	173
14	11.300 13 12.2	80	22/ 610	106	160	160	110	16	12	30	M 10	148	130	190	3.5	181	169	156	125	173
15	11.300 16 12.1	80	28/ 750	106	200	160	130	16	12	30	M 10	148	130	190	3.5	212	169	156	125	219
16	11.300 16 12.2	90	28/ 750	106	160	160	110	16	12	30	M 10	148	130	190	3.5	212	169	178	125	219
17	11.300 16 16.1	80	28/ 750	130	200	200	130	20	14	40	M 16	192	165	240	4	212	214	156	160	219
18	11.300 16 16.2	90	28/ 750	130	200	200	130	20	14	40	M 16	192	165	240	4	212	214	178	160	219
19	11.300 20 16.1	90	37/ 900	130	250	200	180	20	15	40	M 16	182	165	240	3.5	263	214	178	160	248
20	11.300 20 16.2	100	37/ 900	130	200	200	130	20	14	40	M 16	182	165	240	3.5	263	214	198	160	248
21	11.300 20 16.3	112	37/ 900	130	250	200	180	20	15	40	M 16	182	165	240	3.5	263	214	222	160	248
22	11.300 20 20.1	90	37/ 900	165	250	245	180	25	16	50	M 16	225	215	290	4	263	259	178	200	248
23	11.300 20 20.2	100	37/ 900	165	250	245	180	25	16	50	M 16	225	215	290	4	263	259	198	200	248
24	11.300 20 20.3	112	37/ 900	165	250	245	180	25	16	50	M 16	225	215	290	4	263	259	222	200	248
25	11.330 25 20.1	112	47/1120	165	300	245	190	25	16	50	M 16	225	215	290	4	320	259	222	200	316
26	11.330 25 20.2	132	47/1120	165	250	245	190	25	16	50	M 16	225	215	290	4	320	259	262	200	316
27	11.330 25 25.1	112	47/1120	200	300	300	230	30	18	60	M 20	282	265	360	4	320	319	222	250	316
28	11.330 25 25.2	132	47/1120	200	300	300	230	30	18	60	M 20	282	265	360	4	320	319	262	250	316
29	11.330 31 25.1	132	55/1400	200	300	300	230	30	18	60	M 20	282	265	360	4	394	319	262	250	392
30	11.330 31 25.2	160	55/1400	200	350	300	250	30	18	60	M 20	282	265	360	4	394	319	317	250	392
31	11.330 31 25.3	160	55/1400	200	300	300	230	30	18	60	M 20	282	265	360	4	394	319	317	250	392
32	11.330 31 32.1	132	55/1400	250	400	380	250	40	22	80	M 20	334	300	450	5	394	392	262	315	392
33	11.330 31 32.2	160	55/1400	250	350	380	250	40	22	80	M 20	334	300	450	5	394	392	317	315	392
34	11.330 31 32.3	160	55/1400	250	400	380	250	40	22	80	M 20	334	300	450	5	394	392	317	315	392

h ₂	h ₃	i	i ₁	i ₂	k	k ₁	l	m ₁	m ₂	n	p	p ₁	s	s ₁	v	v ₁	w	w ₁	x	x ₁	y ¹¹	z ¹¹	m
94	99	66	53	50	319	65	50	26	34	30	162	161	11	7	20	38	80	75	87-77	114	212	-9	21
122	99	66	53	50	349	95	50	26	34	30	162	161	11	9	27	44	80	75	102-86	140	212	-9	26
122	99	66	53	50	349	95	50	26	34	30	162	161	11	9	27	44	80	75	102-86	140	234	-31	30
122	124	79	64	60	399	95	60	30	42	35	200	199	14	9	27	44	80	75	102-86	140	212	32	34
122	124	79	64	60	399	95	60	30	42	35	200	199	14	9	27	44	80	75	102-86	140	234	10	38
155	124	79	64	60	414	110	60	30	42	35	200	199	14	9	37	57	125	110	116-95	178	234	10	42
155	124	79	64	60	414	110	60	30	42	35	200	199	14	9	37	57	125	110	116-95	178	276	-32	53
155	158	104	84	80	485	110	80	40	52	45	255	253	18	11	37	57	125	110	116-95	178	234	61	56
155	158	104	84	80	485	110	80	40	52	45	255	253	18	11	37	57	125	110	116-95	178	276	19	67
175	158	104	84	80	505	130	80	40	52	45	255	253	18	11	37	57	125	110	123-95	178	276	19	74
175	158	104	84	80	505	130	80	40	52	45	255	253	18	11	37	57	125	110	123-95	178	318	-23	82
175	198	128	105	100	592	130	100	45	60	48	315	313	18	14	37	57	125	110	123-95	178	276	86	102
175	198	128	105	100	592	130	100	45	60	48	315	313	18	14	37	57	125	110	123-95	178	318	44	110
223	198	128	105	100	622	160	100	45	60	48	315	313	18	14	87	110	110	110	123-95	178	324	38	121
223	198	128	105	100	622	160	100	45	60	48	315	313	18	14	87	110	110	110	123-95	178	216	34	134
223	247	155	125	120	725	160	120	60	82	65	391	388	22	14	87	110	110	110	123-95	178	216	-43	164
223	247	155	125	120	725	160	120	60	82	65	391	388	22	14	87	110	110	110	123-95	178	216	117	187
277	247	155	125	120	761	196	120	60	82	65	391	388	22	14	87	110	110	110	123-95	178	216	40	217
277	247	155	125	120	761	196	120	60	82	65	391	388	22	14	87	110	110	110	123-95	178	216	40	260
277	247	155	125	120	761	196	120	60	82	65	391	388	22	14	87	110	110	110	123-95	178	216	-33	304
277	310	200	165	160	881	196	160	70	84	75	485	480	26	18	87	110	110	110	123-95	178	216	77	325
277	310	200	165	160	881	196	160	70	84	75	485	480	26	18	87	110	110	110	123-95	178	216	120	345
277	310	200	165	160	881	196	160	70	84	75	485	480	26	18	87	110	110	110	123-95	178	216	47	390
277	310	200	165	160	881	196	160	70	84	75	485	480	26	18	87	110	110	110	123-95	178	216	3	410

3.4.3 Výpočet součástí přenášejících točivý pohyb

A). Výstupní hřídel (poz. 58)



obr. 39

$$d = 25 \text{ mm}$$

$$M_K = 100 \text{ Nm}$$

$$\text{mat. 11600}$$

$$\tau_D = 65 \text{ MPa}$$

$$\tau_K - \text{napětí v krutu}$$

$$\tau_D - \text{dovolené napětí v krutu}$$

$$\tau_K = \frac{M_K}{W_K} \leq \tau_D$$

$$43$$

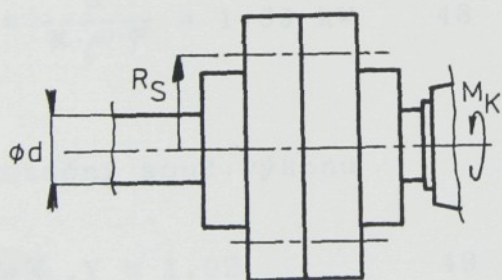
$$\text{modul průřezu v krutu } W_K = \frac{\pi \cdot d^3}{16} = 3.068 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \quad 44$$

$$\tau_K = \frac{M_K}{W_K} = 33.6 \text{ MPa}$$

$$\tau_K \leq \tau_D$$

$$33.6 \leq 65 \text{ MPa} \quad \text{vyhovuje}$$

B). Spojka (poz. 137)



obr. 40

$$d = 25 \text{ mm}$$

$$M_K = 100 \text{ Nm}$$

$$i = 4 - \text{počet šroubů}$$

$$R_S = 32.5 \text{ mm} - \text{poloměr roztečné kružnice šroubu}$$

$$\tau_D = 65 \text{ MPa} - \text{dovolené napětí šroubu ve stříhu}$$

$$M_K \leq \tau_D \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot i \cdot R_S$$

$$45$$

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \cdot M_K}{\tau_D \cdot i \cdot R_S}} = 6.88 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Volím průměr dřívku šroubu $D = 8 \text{ mm}$, šroub M 8

C). Spojkové ložisko

$n = 16 / \text{min}$ - výst.otáčky

$L_h = 10000$ hod - životnost
ložiska

$d = 25$ mm

$M_k = 100$ Nm

$$M_k = F \cdot \frac{d}{2} \quad 46$$

$$F = \frac{2 \cdot M_k}{d} = 8000 \text{ N}$$

základní dynamická únosnost ložiska

$$C = F \cdot \sqrt[3]{\frac{L_h \cdot n}{16667}} = 17002.4 \text{ N} \quad 47$$

dle tabulek vychází 1-řadé ložisko typ 6405 ČSN 02 4630

D). Řetězový převod

$P = 0.25$ kW - přenášený
výkon

jmenovitý výkon

$n_{\max} = 75$ min - max.otáčky

$$P_j = \frac{P}{\alpha \cdot \mu \cdot \varphi} = 1.63 \text{ kW} \quad 48$$

$\alpha_1 = 1.02$ souč. výkonu

$\gamma = 1$ souč. rázu

$\mu = 0.15$ souč. mazání

$\varphi = 1$ souč. provedení

skutečný souč.výkonu

řetězu

$\rho = 1$ souč. vzdálenosti

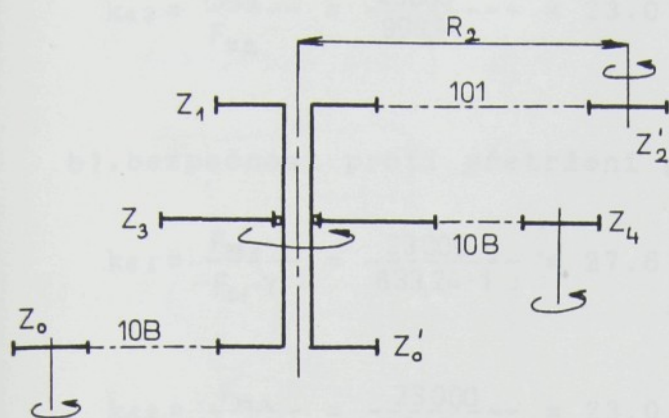
$$\alpha = \alpha_1 \cdot \gamma = 1.02 \quad 49$$

os řetěz.kol

korigovaný výkon

$$P'_j = \frac{P_j}{\rho} = 1.63 \text{ kW} \quad 50$$

1).Kontrola řetězu na tah



obr. 41

F_{pt} - síla při přetržení
 Y - souč. rázu
 m' - hmotnost 1 m řetězu
 v - rychlost řetězu
 Z - počet zubů kol

$$\begin{aligned} Z'_0 &= 53 & Z'_2 &= 14 \\ Z_0 &= 15 & Z_4 &= 15 \\ Z_1 &= 53 & Z_3 &= 135 \end{aligned}$$

převodová čísla

$$i_1 = \frac{Z'_0}{Z_0} = 3.53 \quad i_{11} = \frac{Z_1}{Z'_2} = 3.75 \quad i_2 = \frac{Z_3}{Z_4} = 9.00$$

rychlost stolu

$$v_{st} = 2\pi n \cdot \frac{d_s}{2} = \frac{2\pi \cdot 75 \cdot 0.076}{2 \cdot 60} = 0.3 \text{ m/s}$$

rychlost talířku

$$v_t = 2\pi n \cdot \frac{d_t}{2} = \frac{2\pi \cdot 75 \cdot 0.064}{2 \cdot 60} = 0.25 \text{ m/s}$$

odstředivá síla

$$F_{c1} = m \cdot v_{st}^2 = 0.95 \cdot 0.3^2 = 0.085 \text{ N} \quad 51$$

$$F_{c2} = m \cdot v_t^2 = 0.95 \cdot 0.25^2 = 0.060 \text{ N}$$

obvodová síla

$$F_1 = \frac{P}{v_{st}} = 833.33 \text{ N} \quad 52$$

$$F_2 = \frac{P}{v_t} = 1000 \text{ N}$$

tažná síla

$$F_{t1} = F_1 - F_{c1} = 833.24 \text{ N} \quad 53$$

$$F_{t2} = F_2 - F_{c2} = 999.94 \text{ N}$$

a).bezpečnost proti přetížení při statickém zatížení

$$k_{s1} = \frac{F_{pt1}}{F_{t1}} = \frac{23000}{833.24} = 27.6 \geq 7.0 \quad 54$$

Vyhovuje

$$k_{s2} = \frac{F_{t2}}{F_{t2}} = \frac{23000}{999,94} = 23.0 \geq 7.0$$

Vyhovuje

b).bezpečnost proti přetržení při dynamickém zatížení

$$k_{d1} = \frac{F_{t1}}{F_{t1} \cdot Y} = \frac{23000}{833,24 \cdot 1} = 27.6 \geq 7.0$$

Vyhovuje

$$k_{d2} = \frac{F_{t2}}{F_{t2} \cdot Y} = \frac{23000}{999,94} = 23.0 \geq 7.0$$

Vyhovuje

c).kontrola na otlačení

$$p_p \leq p_D \quad 56$$

p_p - směrný tlak v kloubu řetězu

p_D - dovolený tlak v kloubu řetězu

$\lambda_1 = 1.04$ souč.tření

$Y = 1$ souč.rázu

S_K - plocha kloubu mm

skutečný souč.tření

$$\lambda = \lambda_1 \cdot Y = 1.04 \quad 57$$

$$p_{p1} = \frac{F_{t1}}{S_{K1}} = \frac{833,24}{67} = 12.44 \text{ MPa} \quad 58$$

$$p_{p2} = \frac{F_{t2}}{S_{K2}} = \frac{999,94}{51} = 19.60 \text{ MPa}$$

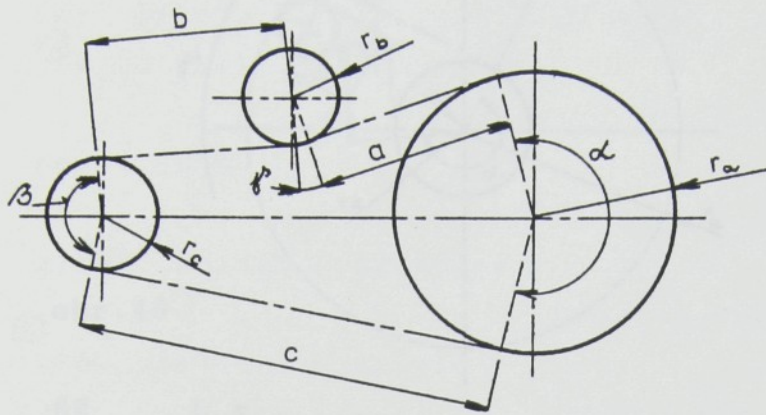
$$p_{D1,2} = p_{1,2} \cdot \lambda = 28.94 \cdot 1.04 = 30.1 \text{ MPa} \quad 59$$

$$12.44 \leq 30.1 \text{ MPa} , 19.60 \leq 30.1 \text{ MPa}$$

řetězy 10B i 10I vyhovují

d).délka řetězu

řetěz pro pohon talířku - vstupní



$$a = 0.315 \text{ m}$$

$$b = 0.250 \text{ m}$$

$$c = 0.630 \text{ m}$$

$$r_a = 0.314 \text{ m}$$

$$r_b = 0.025 \text{ m}$$

$$r_c = 0.038 \text{ m}$$

$$\alpha = 210^\circ$$

$$\beta = 170^\circ$$

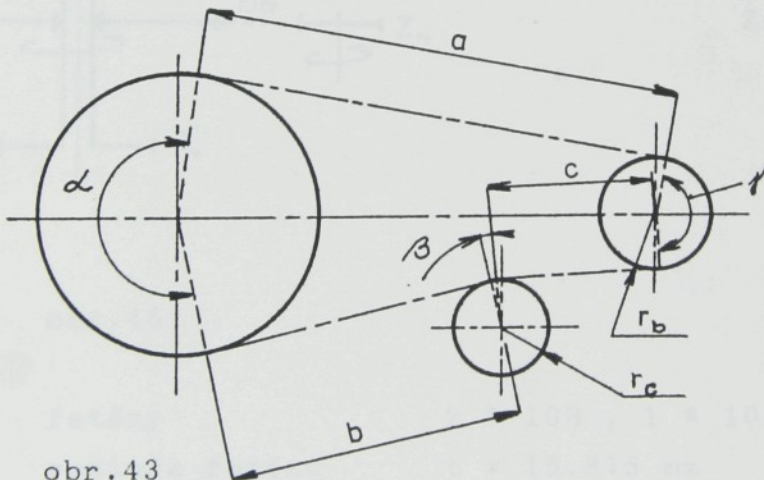
$$\phi = 25^\circ$$

obr.42

$$60 \quad L = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{360} \cdot \beta + b + \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{360} \cdot \phi + a + \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{360} \cdot \alpha + c = 1.81 \text{ m}$$

$$L = 1.81 \text{ m}$$

řetěz pro pohon stolu



$$a = 0.490 \text{ m}$$

$$b = 0.125 \text{ m}$$

$$c = 0.205 \text{ m}$$

$$r_a = 0.387 \text{ m}$$

$$r_b = 0.038 \text{ m}$$

$$r_c = 0.025 \text{ m}$$

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\beta = 70^\circ$$

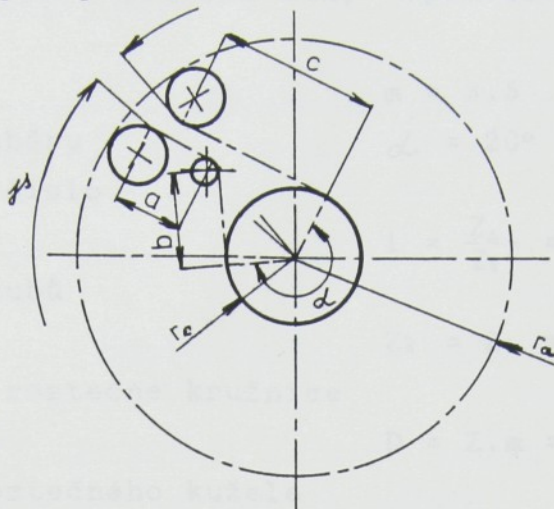
$$\phi = 150^\circ$$

obr.43

$$61 \quad L = \dots\dots\dots$$

$$L = 3.67 \text{ m}$$

řetěz pro pohon talířků - rozváděcí



obr.45

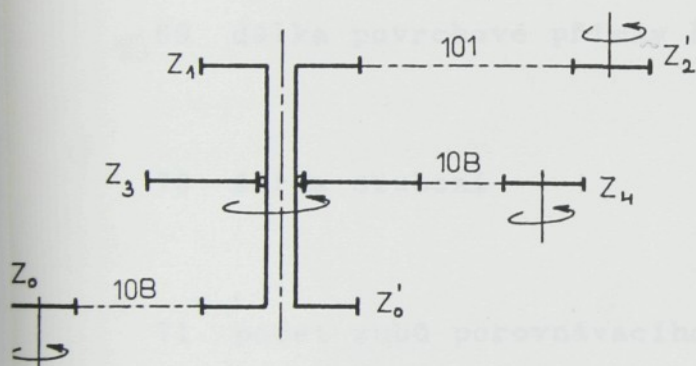
$a = 0.365 \text{ m}$
 $b = 0.425 \text{ m}$
 $c = 0.780 \text{ m}$
 $r_a = 0.775 \text{ m}$
 $r_b = 0.025 \text{ m}$
 $r_c = 0.135 \text{ m}$
 $\alpha = 190^\circ$
 $\beta = 18^\circ$
 $\gamma = 350^\circ$

62 $L = \dots\dots\dots$

$L = 6.42 \text{ m}$

e). řetězová kola

počty zubů



$Z'_0 = 53$ $Z'_2 = 14$
 $Z_0 = 15$ $Z_4 = 15$
 $Z_1 = 53$ $Z_3 = 153$

obr.46

řetězy $2 * 10B$, $1 * 101$

rozteče řetězu $t = 15.875 \text{ mm}$

průměr roztečné kružnice

$$D = t \cdot \left(\sin \frac{180}{Z} \right)^{-1} \quad 63$$

$D'_0 = 267.97 \text{ mm}$
 $D_0 = 76.35 \text{ mm}$
 $D_1 = 267.97 \text{ mm}$
 $D'_2 = 71.34 \text{ mm}$
 $D_3 = 680.00 \text{ mm}$
 $D_4 = 76.35 \text{ mm}$

E). Kuželová kola s přímými zuby (poz. 69)

- modul $m = 3.5$
- úhel záběru $\alpha = 20^\circ$
- 64 převod. číslo $i = \frac{Z_2}{Z_1} = 1$
- počet zubů $Z_2 = Z_1 = 16$
- 65 průměr roztečné kružnice $D = Z \cdot m = 16 \cdot 3.5 = 56 \text{ mm}$
- 66 úhel roztečného kužele $\text{tg } \delta_1 = \frac{Z_1}{Z_2} = 1 \quad \delta_1 = 45^\circ$
- 67 výška hlavy $h_a = m = 3.5 \text{ mm}$
- 68 průměr hlavové kružnice
na vnějším obvodu věnce $D_{ac} = D + 2 \cdot h_a \cdot \cos \delta = 60.95 \text{ mm}$
- 69 délka povrchové přímky kužele $R_d = \frac{D}{2 \cdot \sin \delta} = 40 \text{ mm}$
- 70 šířka ozubení $b \leq 0.49 R_d = 19.6 \text{ mm}$
Volím $b = 15 \text{ mm}$
- 71 počet zubů porovnávacího kola $Z_n = \frac{Z}{\cos \delta} = 22.63$
- 72 úhel hlavy $\text{tg } \gamma_a = \frac{h_a}{R_d} = 0.0875 \quad \alpha = 5^\circ$
- 73 úhel paty $\text{tg } \gamma_f = \frac{h_f}{R_d} = 0.105 \quad f = 5^\circ 59'$
- 74 úhel zubu $\gamma = \gamma_a + \gamma_f = 10^\circ 59'$
- 75 úhel hlavového kužele $\delta_a = \delta + \gamma_a = 50^\circ$
- 76 úhel patního kužele $\delta_f = \delta - \gamma_f = 39^\circ 01'$
- 77 úhel doplňkového kužele $\delta_d = 90 - \delta_a = 40^\circ$

4.0 List parametrů stroje

Stroj je určen pro zapalování lahví o výšce 200 - 300mm
a max. průměru dna 90 mm

Hlavní technické údaje

2 * pohon 11.332.10.10.1 , 0.25 kW , 75 - 16 ot min

hodnoty pro plné využití rozsahu motoru (čísla v závorkách
jsou parametry při výrobě 120 ks/min)

otáčky stolu	1.8-8.3 ot/min (3.33)
počet výrobku	65 -300 ks/min (120)
rychlost pásu	8.8-40.5 m/min (16.2)
zapalovací čas	21 - 4.6 sec (11.5)

počet talířků	36
průměr talířku	110 mm
počet otáček talířku	16-75 ot/min (12)

Rozměry	šířka	1800 mm
	délka	2150 mm
	střední průměr stolu	1550 mm

Hořák	krabicový , ,Doškář-Melíšek	
	počet kusů	13
	druh paliva	svítiplyn
	tlak plynu	90 kPa

Tunelový kryt možno vystlat sibalovou izolací,

Zvedání tunelu ruční,

Přívod el.proudu,vody a plynu ke stroji zajišťuje uživatel,

Nutno upravit nosnou konstrukci pásu

-vyříznout otvory v rámu pro lopatkové unašeče příp.

odpovídající délkovou část nosiče odmontovat,

Odmontovat lištu poz.150 z té strany pásu , ze které se přis-
taví zapalovačka.

Tato diplomová práce se zabývá návrhem zapalovacího zařízení určeného k odstranění vad ústí korunek exportních pивních lahví , Švédský standard 34.2 vyráběných na 6-sekčním stroji AL 106. Návrh vychází z obdobného zapalovacího stroje instalovaného na výrobní lince LINKUŽ v Crystalexu v Novém Bo ru. V podstatě se jedná o rekonstrukci , která spočívá v přizpůsobení podmínkám vysokých rychlostí výroby lahví.

Navržené řešení umožní zapalování při různých rychlostech až do výše výkonu pohonu. Zde by však bylo nutno vyřešit uchycení lahví na talířcích z důvodu vysokých obvodových rychlostí. Jelikož se zřejmě nikdy nebude využívat tak vysokých výrobních rychlostí, bude tento požadavek bezpředmětný. Možná instalace zapalovačky umožní vyřešit dlouhodobý problém nekvality korunek pивních lahví a zlepšit prodejnost těchto obalů do zahraničí, čímž stoupne valutová solventnost podniku a zlepší se jeho postavení na trhu výrobců skleněných nápojových obalů. Při zajištění spolehlivé funkce zapalovačky ubude množství lahví , vyříděných na kontrolní lince jako nekvalitní.

Při konstruování se důsledně dbalo na funkčnost a technologičnost zařízení, dále se sledovala unifikace součástí. U celé zapalovačky lze uvést k technologičnosti konstrukce tyto

ukazatele úrovně standardizace:

a). souč. normalizace

$$78 \quad K_n = \frac{S_n}{S} = \frac{621}{982} = 0.632 \quad \begin{array}{l} S_n - \text{počet normalizovaných} \\ \text{součástí} \\ S - \text{počet všech součástí} \end{array}$$

b). souč. unifikace

$$79 \quad K_u = \frac{S_u}{S} = \frac{79}{982} = 0.080 \quad \begin{array}{l} S_u - \text{počet stejných-opakova-} \\ \text{ných součástí} \end{array}$$

c).souč.nakupovaných součástí

$$80 \quad K_{ns} = \frac{S_{ns}}{S} = \frac{794}{982} = 0.839 \quad S_{ns} - \text{počet nakupovaných sou-} \\ \text{částí}$$

d).souč.dědičnosti

$$81 \quad K_d = \frac{S_d}{S} = \frac{779}{982} = 0.824 \quad S_d - \text{počet součástí převza-} \\ \text{tých z předchozího} \\ \text{řešení}$$

e).souč.skupinové technologie

$$82 \quad K_{st} = \frac{S_{st}}{S} = \frac{203}{982} = 0.207 \quad S_{st} - \text{počet součástí při} \\ \text{skupinovém opracování}$$

f).souhrnný souč.standardizace

$$83 \quad K_s = \frac{S_n + S_u + S_d}{S} = \frac{621 + 79 + 779}{982} = 1.537$$

Přitom byl plně respektován požadavek neutíkat od dobrých zavedených konstrukčních řešení,ale naopak je vylepšovat

Možnosti této zapalovačky jsou následující:

- 1). Může se použít pro různé výrobní rychlosti stroje díky navrženému pohonu s vysokým rozpětím otáček
- 2). Může být instalován ke všem typům výrobních strojů řady AL
- 3). Je schopen pracovat až do teoretického výkonu 25 taktů za minutu na jednu stanici při použití systému DUPLEX (ale pouze s použitím uchycovačů lahví)

Přesto se musí říci,že teprve praktické zkoušky prototypu v provozu a důkladné laboratorní zkoušky pro modelovou situaci zapalování tohoto stroje prověří předpokládané konstrukční a technologické parametry a rozhodnou o tom,zda lze tuto

zapalovačku bez dodatečných úprav v praxi používat, čímž se splní očekávané technologické a ekonomické přínosy.

Závěrem bych velice rád poděkoval Všem , kteří se svými radami zúčastnili řešení a zejména děkuji vedoucímu diplomové práce Doc.Ing.J.Beldovi,CSc. za odborné vedení a připomínky, které mi poskytl při vypracování mé diplomové práce.

6.0 Seznam literatury

- /1/ Klebsa, V.: Technologie skla a keramiky I.
Liberec , skripta VŠST 1983
- /2/ Šašek, L.: Speciální technologie II.
Praha , skripta VŠCHT 1985
- /3/ Volf, M. B.: Tepelné vlastnosti skel
Praha , SNTL 1968
- /4/ Smrček, A.: Strojní tvarování skla
Praha , SNTL 1981
- /5/ Belda, J.: Sklářské a keramické stroje II.
Liberec , skripta VŠST 1986
- /6/ Hluchý, M.: Strojírenská technologie 2.
Praha , SNTL 1979
- /7/ Nývlt, P.: Způsob zapalování horních okrajů dutých skleněných předmětů
Praha , ÚVO 1989 A.O.č. 227.346
- /8/ Tomaier, J.: Hospodaříme dobře s topnými plyny
Praha , PRÁCE 1962
- /9/ Hlaváček, J.: Sklářské stroje
Praha , SNTL 1970
- /10/ Vávra, P.: Strojnické tabulky
Praha , SNTL 1983
- /11/ Černoch, S.: Strojně technická příručka 1,2
Praha , SNTL 1977
- /12/ Lorenz, K.: 8 smrtelných hříchů
Praha , Panorama 1990

/13/ Katalog pohonů - firma LENZE

/14/ Výzkumná zpráva - Zapalovací stroj
VÚS Trenčín 1989

,,
/15/ ,, Fire finishing of glassware
z The glass industry 4-1961

- ČSN 38 6112 , ON 38 6110

- Technická dokumentace Sklostroj Turnov
VÚUS Nový Bor
SKLO UNION Heřmanova huť
Rudolfova huť

LOZISKO 51106	CSN 024730						121
LOZISKO							122
LOZISKO 511 126	CSN 024730						123
LOZISKO NU 222	CSN 024670						124
KROUZEK 20,5	CSN 022930						125
LOZISKO 6003	CSN 024630						126
SROUBENI 1/4 "	CSN 138260						127
LOZISKO 6005	CSN 024630						128
LOZISKO 6206	CSN 034630						129
POUZDRO 32x4-45	CSN 425510						130
PERO 6e7x6x30	CSN 022562						131
SROUB M8x22	CSN 021101.10						132
PODLOZKA 8,2	CSN 021740.00						133
SROUB M14x16	CSN 021101.10						134
KOHOUT Js8 Jt6	CSN 134120						135
HORAK	CRYSTALEX						136
SPOJKA							137
POHON	TYP 11.332.10.10.1						138
PERO 6e7x6x30	CSN 022562						139
KROUZEK 20,5	CSN 022930						140

Jana Zelená

3.5.1891

ZAPALOVAČKA

4-DP 190/91-00-K7

KRYT	SVARENEC	42 26 33	141
SROUB M6x8	CSN 425510	11 600	142
SROUB M5x20	CSN 021121.17		143
SEGMENT 40-145	CSN 425310	11 370	144
VÝHYBKA 10-320	CSN 426403	11 600	145
	12.2	11 302.23	146
OTÁČ. SEGMENT Ø140-145 ČSN4253 10		11370	147
VÝHYBKA Ø10-320 ČSN 4 26 4 03		11600	148
PŘESUN P3*110-1800 ČSN425302.2		11302.23	149
PŘESUN P3*2000-1600 ČSN 425302.2		11302.23	150
LIŠTA P3*34,5*1380 ČSN 425310			151
PÁS PLETIVOVÝ	AL 106		152
NÁSTAVEC	SKLOSTROJ		153
			154
			155
			156
			157
			158
			159
			160

pro Zdeněk

3.5.1991

ZAPALOVAČKA		4-DP190/91-00-K8	
-------------	--	------------------	--

RAM	SVARENEC	44 26 33	1
RAM	SVARENEC	44 26 33	2
KRYT HORAKU	SVARENEC	44 26 33	3
KRYT	ODLITEK	42 24 20	4
VICKO	ODLITEK	42 24 20	5
KRYT	SVARENEC	42 26 33	6
DRZAK	SVARENEC	42 26 33	7
DRZAK PRIVODU	SVARENEC	42 26 33	8
KOLO	ODLITEK	42 24 20	9
TR. 160x30-225	CSN 425715	11 353	10
LOZ. POUZDRO	CSN 425715	11 524	11
2 RUKOJET	CSN 243609.2		12
2 TELESO RUKOJ.40	CSN 243609.2		13
2 JEZEK 250-12	CSN 425510	11 600	14
2 UNASEC 320-12	CSN 425510	11 600	15
0 LOPATKA 5-220	CSN 426403	11 600	16
1 STAVECI SROUB 6HR	CSN 426530.12	11 373	17
8 STAVECI SROUB 6HR	CSN 426530.12	11 373	18
1 OPERKA 40-40	CSN 425510	11 600.4	19
1 UNASEC	VYKOVEK	13 151	20

Jana Zdravá		C. sním
Přehled		
Norm. ref.		
Výp. prot. 101	Schvál.	C. tran
Dne 3.5.1991		

Datum	Ped. 15	

ZAPALOVAČKA

4-DP 190/91-00-K1

OPERKA	ODLITEK	42 24 20	21
TR. 190x25-220	CSN 425715	11 650	22
TR. 120x15-650	CSN 425715	11 650	23
STAVECI SROUB 50	CSN 425510	11 600	24
TR. 70x40-700	CSN 425715	11 353	25
VIKO	ODLITEK		26
STAVECI SROUB 6HR	CSN 426530.12	11 373	27
PODLOZKA 120x6	CSN 425522	11 343	28
PRICHYTKA	CSN 425510	10 370	29
DESKA 105-8	CSN 425510	10 370	30
TALIREK	ODLITEK	42 24 20	31
ULOZENI 70-145	CSN 425715	11 650	32
TR. 6HR24-110	CSN 426530.12	11 373	33
RAMENO 335x4x40	CSN 425310	10 370	34
DESKA	SVARENEC	42 26 33	35
TR. 6HR24-150	CSN 426530.12	11 373	36
ULOZENI	ODLITEK	42 24 20	37
TR. 60x4-200	CSN 425715	11 353	38
SPOJKA			39
RET. KOLO	VYKOVEK	13 151	40

Jana Zdeněk

3.5.1891

ZAPALOVAČKA

4-DP 190/91-00-K2

NAPINAK 70-7	CSN 425510	11 600	
RET. KOLO	VYKOVEK	13 153	41
TR. 80-23x80	CSN 425310	11 650	42
VIKO	ODLITEK	42 24 20	43
SROUB M6x14	CSN 021143.52		44
TR. 120x6-80	CSN 425715	11 650	45
NAPINAK 70-7	CSN 425510	11 600	46
RET. KOLO	VYKOVEK	13 151	47
RET. KOLO	VYKOVEK	13 151	48
TR. 32x3-5000	CSN 131020		49
TR. 32x2-5000	CSN 131020		50
TR. 25x3-5000	CSN 130014		51
TR.1/4 "	CSN 130014		52
OKO	SVARENEC	10 370	53
TR.1/4 "	CSN 130014		54
TR.1/4 "	CSN 130014		55
NAPINAK 80-10	CSN 425510	11 600	56
HRIDEL 40-205	CSN 425510	11 600	57
HRIDEL 25-420	CSN 425510	11 600	58
HRIDEL 30-240	CSN 425510	11 600	59
			60

Jana Zdeněk

3.5.1991

ZAPALOVAČKA

4-DP190/91-00-K3

RETEZ 101-1 1,81 CSN 023311.1

SPOJKA RET. 101-1 CSN 023310.1

RETEZ 101-1 6,42 CSN 023310.1

SPOJKA RET. 101-1 CSN 023310.1

RETEZ 10B-1 3,67 CSN 023310.1

SPOJKA RET. 10B-1 CSN 023310.1

HRIDEL 26-120 CSN 425410 11 600

OZ. KOLO VYKOVEK 13 151

OZ. KOLO VYKOVEK 13 151

HRIDEL 32-330 CSN 425510 11 600

SROUB M5x30 CSN 021101.10

SROUB M8x15 CSN 021101.10

SROUB M16x46 CSN 021101.10

PODLOZKA 16,5 CSN 021740.00

MATICE M16x1,5 CSN 021401.40

SROUB M10x20 CSN 021185.20

MATICE M10x1 CSN 021441.40

SROUB M12x3 CSN 021110.10

PODLOZKA 12,5 CSN 021740.00

SROUB M8x24 CSN 021101.10

Jana Zdeněk

3.5.1891

ZAPALOVAČKA

4-DP190/91-00-K4

diplomové práce Zdeňka J a n y předložené v květnu 1991
na Katedře sklářských a keramických strojů VŠST Liberec.

Úkolem diplomanta bylo navrhnout stroj na zapalování ústí exportních lahví, včetně laboratorních zapalovacích zkoušek a technicko-ekonomického zhodnocení. Takto postavené zadání řeší zcela konkrétní problém provozu, jehož vyřešení má praktický význam.

Problém je náročnější, než vypadá na první pohled, protože nejde jen o konstrukci /ekonomicky výhodného/ stroje, ale především o technologické podklady pro jeho konstrukci /doba a teplota zapalování/. Tyto podklady mohly být získány snad jen experimentálně.

Diplomant uvádí dokonce 6 "teorií" zapalování, ale podrobně rozebírá pouze jeden patent; správně dochází k závěru, že pro řešení zadání bezvýznamný.

Výpočty vlastností skloviny ze složení prozrazují zběhlou v technických výpočtech, ale pro další řešení problému nejsou příliš potřebné.

Výpočet příkonu hořáku na str. 27 až 29 není jasný. Diplomant odkazuje na literaturu, na jiném místě hledá čas za který dosáhne hrdlo lahve v hloubce 5 mm teplotu 850°C , neuvádí výchozí teplotu skla atd. Přitom principem zapalování je ohřátí povrchových vrstev na vysokou teplotu, aniž by vnitřní vrstvy byly prohřáty.

Zde chybí laboratorní zkoušky a měření. Diplomant odhaduje na str. 27, že nerovnosti jsou max. 0,2-0,3 mm. To mohl proměřit /profilprojektor/. Není zcela jasné, zda chce odstranit výstupky vznikající u dělených ústních forem, nebo zda chce zatavit vrásy přes plošku, což je nepříjemná vada lahví. Domnívám se, že laboratorní zkoušky zapalování ústí běžných lahví, předebrátých na teplotu odpovídající odchodu z formy a zapalovaných různou dobu či v peci, či hořákem byly v možnostech diplomanta. Tím by experimentálně zpřesnil potřebnou dobu a teplotu.

Diplomant soustředil dosti velké množství údajů o hořácích, škoda, že nemohl věnovat větší pozornost hořákům pracujícím s kyslíkem - všechny moderní zapalovací zařízení používají kyslík, značně to zkracuje proces zapalování.

Čením rozbor současného stavu na str.47 ad. Poznámám však, že světová praxe ve výrobě láhví jde zcela jednoznačně k bezešvému ústí, dělené se snad ani nepoužívá. Naopak nám není známo použití zapalování ústí /vyjma snad flakonérii atd/. To však nic nemění na úkolu diplomanta.

Spíše by recensenta zajímaly výsledky obou provozních zapalovaček, použitých závodem RH, do jaké míry byly povrchové nerovnosti skutečně zapáleny? Lze kvantitativně proměřit?

Nápaditost a technickou fantasií prozrazují některé návrhy na str.50 ad. Zvláště posuvné hořáky na konveju pokládám za originální řešení. Podobně zapalování uvnitř odnímače /to se v minulosti již objevilo/.

V konečném řešení však diplomant volí standardní stroj, běžného druhu, jeho výpočet, návrh i výkresy jsou bez připomínek. Za slabinu řešení pokládám přesouvání lahví po přesuvném plechu na otáčivé misky zapalovačky. Zde bude docházet k borcení. Problémem bude i centrické umístění lahví. Jaký materiál bude použit pro přesouvací lopatky?

Technicko-ekonomické zhodnocení se soustřeďuje na rozbor úrovně standardizace atd. Odhad ceny stroje přesahuje možnosti diplomanta - je to škoda, protože rozbor nákladů na bezešvé ústí je uveden a mohl by být srovnán s náklady na zapalování. K tomu chybí v práci údaj o spotřebě plynu navrhované zapalovačky, což je asi největší provozní náklad.

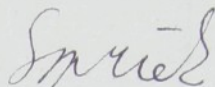
Čistě grafické zpracování je bez připomínek, sloh prozrazuje jisté literární ambice. Přesto je na práci patrný určitý chvat, který snižuje její hodnotu. Zdá se, že autor neměl čas provést laboratorní pokusy, některé části mohl hlouběji promyslet /ekonomie/. I některé formulace prozrazují chvat: "dochází k úniku... lahví" na s.11, dále Andrienův vztah atd.

V celkovém hodnocení diplomant řešil zajímavé téma, při řešení prokázal schopnosti, ale práci neřešil dostatečně do hloubky a některé části zadání /laboratorní zkoušky/ zanedbal. Závěrem dospěl k použitelným výsledkům, takže zadání splnil.

Na základě uvedených faktů navrhuji klasifikaci ve stup-
ní :

v e l m i d o b ř e

Teplice-N.Oldřichov 26.5.1991



Ing. Ant. Smrček CSc
c/o VÚSU a.s. Teplice
recensent