

Vysoká škola: strojní a textilní

Katedra: sklářství a keramiky

Fakulta: strojní

Školní rok: 1972/1973

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Miroslava H e r a l e c k é h o

obor 04-1-04 Zaměření na sklářské stroje a zařízení

Protože jste splnil... požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Mycí linka na knoflíky včetně sušení.

Pokyny pro vypracování:

V současné době se knoflíky po broušení ručně oplachují v horké a studené vodě. Dále se mechanicky čistí pomocí pilin, kterých se po čištění zbavují kartáči. K dokonalému odmaštění se používá roztoků kyselin. Po dekorování se knoflíky čistí obdobným způsobem. Produkce za jednu směnu tvoří průměrně 15000 tuctů, tj. asi 450 kg.

Navrhněte mycí linku, která by zaručovala potřebnou čistotu knoflíků. Uspořádání linky navrhněte včetně sušení, návrh doplňte sestavným výkresem zařízení.

Autorská práva se řídí směrnicemi MŠK pro státní závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne 13. července 1962 /ústavní zákon č. 111, sešit 24 ze dne 31.8.1962 § 19 autorského zákona č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
ÚSTŘEDNÍ KANCELÁŘ
LIBEREC I. STUDENSKÁ 8

V 36/73

Rozsah grafických laboratorních prací: cca 40 stran textu, doložených příslušnými výpočty a výkresovou dokumentací.

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury: Současný technologický postup

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jaroslav N o s e k

Konsultanti:

Ing. J. Šícha, n.p. Preciosa

Datum zahájení diplomové práce:

16. 10. 1972

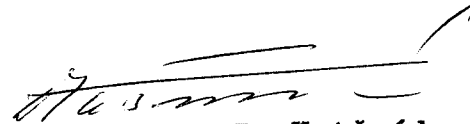
Datum odevzdání diplomové práce:

6. 11. 1973




Prof. Ing. Dr. F. Kotšmíd

Vedoucí katedry


Prof. Ing. Dr. F. Kotšmíd

Děkan

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 1

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Fakulta strojní
Katedra sklářství a keramiky

M i r o s l a v H e r a l e c k ý

MYCÍ LINKA NA KNOFLÍKY VČETNĚ SUŠENÍ

D i p l o m o v á p r á c e

DP 191/73

Vedoucí diplomové práce: ing. J. Nosek
Konzultant: ing. J. Šícha n.p. Preciosa

V Liberci 6.7. 1973

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně čištění	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 3

Obsah

Úvod

1. Technologie výroby skleněných knoflíků	5
2. Dosavadní způsoby čištění	7
2.1. Důvody čištění	7
2.2. Technologický postup čištění po sámování	7
2.3. Technologický postup čištění po leštění plošek	15
3. Čištění ultrazvukem	16
3.1. Ultrazvukové čisticí linky	18
3.2. Popis navrhovaného ultrazvukového zařízení	19
3.2.1. Konstruktivní prvky navrhovaného zařízení	21
4. Lázně používané v ultrazvukových myčkách	32
4.1. Vodní roztoky smáčedel, alkalických přípravků a kyselin	32
4.1.1. Vodní roztoky smáčedel	32
4.1.2. Vodní roztoky alkalických přípravků	32
4.1.3. Vodní roztoky kyselin	33
4.2. Organická rozpouštědla	33
4.2.1. Trichloretylen	34
4.3. Lázně použitá v navrhované ultrazvukové lince	34
4.3.1. Synalod 340	34
4.3.2. Destilovaná voda	34
5. Druhý možný způsob ultrazvukového čištění knoflíků	36
5.1. Odvodnění výrobků	36
5.2. Oplach v perchloru	37
5.3. Sušení v parách perchloru	37
6. Ekonomické zhodnocení	39
Závěr	
Seznam příloh	
Seznam použité literatury	

Ú v o d .

Sklářství je v Československu obor s dlouholetou tradicí. České sklo je na zahraničním trhu uznávané zboží vysoké kvality a je po něm stálá a vysoká poptávka, ať již jde o sklo užitkové, průmyslové nebo skleněnou bižuterii. Sklářskému průmyslu je tedy nutno věnovat velikou pozornost, řadit jej na první místa v řešení problému automatizace, mechanizace, zavádění nových, účinných strojů a tím i zvýšení produktivity. Tato diplomová práce se zabývá problémem čištění skleněných knoflíků, po předchozí operaci broušení a po dekorování těchto knoflíků. Knoflíky jsou rozmanitých tvarů a velikostí, dekorované různými vnitřními reliéfy nebo s rovnými lesklými ploškami. Produkce za jednu směnu, tj. 8 hodin, činí průměrně 15 000 tuctů, což představuje asi 450 kg. Zavedením nového čistícího zařízení by se měla produkce zvednout o 100%, což představuje asi 30 000 tuctů. Knoflíky se vyrábějí mačkáním z natavených konců skleněných tyčí různých barev a složení. V následující operaci se knoflíky brousí na obvodu tzv. sámování /sejmování/ nebo se ještě leští na vnější ploše tzv. ploškování. Po těchto předchozích operacích na knoflíku zůstanou zbytky mastnot, tj. mazacích olejů po mačkání. Knoflík je také značně znečištěn drobným skleněným prachem vznikajícím při broušení nebo leštění knoflíků. Účelem mytí a čištění po broušení, leštění plošek nebo po dekoraci je právě tyto nečistoty odstranit. Nečistoty způsobují nekvalitní dekor, ne-li přímo zmetkové zboží a každému podniku záleží na tom, aby na trh dodal zboží co nejvyšší kvality a co nejlepších parametrů. Proto je velmi nutné knoflíky všech těchto nečistot dokonale zbavit a zaručit tím kvalitu expedovaného zboží.

1. Technologie výroby skleněných knoflíků

Skleněné knoflíky se vyrábějí ručním způsobem mačkáním ze skleněných, natavených tyčí různých barev a složení. Tyče se natavují v elektrických nebo olejových pecích, ve kterých se pohybuje teplota od 800 do 1300°C. Dosažená teplota je úměrná druhu skloviny ze které se knoflíky mačkají. Pece dosahují požadovanou pracovní teplotu za 2,5 až 3 hodiny od doby jejich zapálení. Jestliže dosáhla skleněná tyč vložená jedním koncem do pecního prostoru správného stupně natavení, může začít vlastní mačkání knoflíků. Celkový proces mačkání probíhá ručně v mačkácích kleštích, jejichž jedna pracovní část /kaplík/ je vyrobena z niklového materiálu a obsahuje příslušný vzor jaký má mít vyrobený knoflík. Druhá část formy v kleštích /spodní/ je vyrobena z nástrojové oceli a obsahuje tvar ouška, které je na rubu knoflíku. Dírka do ouška se provede při domačkování kleští ocelovou jehlou, jejichž špička propíchne sklovinu pohybem do prostoru spodní části formy. Na jedno natavení skleněné tyče se vymáčkne 8 - 10 knoflíků, které k sobě váže přebytečná sklovina vymačknutá přes okraje formy v kleštích z jejího pracovního prostoru, v pásek dlouhý asi 10 - 15 cm. Při výrobě kalutových knoflíků tj. knoflíků s kovovým ouškem se kaluta vkládá ručně do formy v kleštích a po každém vymačknutí se knoflík musí odstříhnout, aby se mohla do formy vložit nová kaluta pro další knoflík. Jedná se tedy o výrobu kusovou. Pásky knoflíku se skleněnými oušky se odkládají na kovovou lopatku a z ní se vkládají do chladicí pícky, tvořící součást natavovací pece, z důvodu správného vychlazení knoflíků. Kalutové knoflíky se odstřihují přímo do otvoru chladicí pícky. Vychlazené knoflíky se váží a připravují s příkazem, jež obsahuje druh a množství zboží, do střižárny. Ve střižárně se odstraňuje přebytečná sklovina z jednotlivých knoflíků opět ručně pomocí kolových střižacích nůžek.

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 6

Po odstranění přebytečné skloviny pomocí kolových nůžek se knoflíky opět váží a připravují do brusírny k broušení. Broušení se provádí z důvodu nerovného povrchu po odstřižení. Skleněný odpad vznikající při mačkání se přidává ve formě střeptů do sklářského kmene při tavení nové skloviny.

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 7

2. Dosavadní způsoby čištění knoflíků

2.1. Důvody čištění

Čištění po broušení a po dekorování je jedním z důležitých a nezbytných procesů při výrobě knoflíků. Jestliže se knoflíky po broušení již nijak neupravují, jejich mytí zaručí dokonalé a kvalitní expedované zboží. Naproti tomu následuje-li po předchozím mytí ještě dekorování knoflíků, ať již nanášením kovů /zlato, platina apod./ nebo jiný způsob dekorování je dokonalá čistota knoflíků nutnou podmínkou pro přilnavost dekoru a pro jeho kvalitní provedení. Jestliže by se dekorování provádělo na knoflíky špatně umyté a odmaštěné, potom by dekor při vypalování v peci tvořil nerovný povrch nebo by se stahoval, čímž by vzniklo zboží velmi špatné kvality anebo zboží vůbec nepoužitelné. Z těchto důvodů je třeba operaci mytí a sušení věnovat velikou pozornost a zajistit touto operací dokonalou čistotu knoflíků. V současné době se čistoty knoflíků dosahuje značně zastaralým a neefektivním způsobem. Je třeba vynakládat mnoho lidského úsilí při operacích, které by mohly vykonávat stroje.

Čištění je v současné době prováděno dvěma technologickými postupy:

- 2.2. Čištění po sámování /sejmování/
- 2.3. Čištění po leštění plošek /ploškování/

2.2. Technologický postup čištění po sámování

a/ Shromažďování knoflíků po sámování

Knoflíky osámované ať již ručně nebo na poloautomatech se vkládají do nádoby s vodou. Tato se jimi naplní až po okraj. Po naplnění se kalná voda, která s sebou nese brusný kal, slije a knoflíky se přes nastavenou ruku

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 8

vsypou do polyetylenového vědra o obsahu 15 litrů. Nádo-
ba s vodou, ve které se odstraňuje nejhlubší kal, má ob-
sah přibližně 1 litr.

b/ Hrubý oplach ve studené vodě

Tuto operaci je možno provést ve dvou variantách.
Jinou variantu zvolit záleží na druhu zboží a na požado-
vané čistotě zboží.

Varinata A:

Knoflíky od sámování se přenesou ve vědru, které se polo-
ží do výlevky. Dále se do výlevky vloží další prázdné
vědro, které se napustí vodou, tak aby voda neustále pře-
tékala přes okraj vědra. Potom se knoflíky přendávají
ručně do tohoto vědra, takže přetékající voda s sebou od-
plavuje kal. Po splavení kalu se obě vědra z výlevky vyn-
dají, prázdné se odnese k shromažďování knoflíků, plné je
připraveno k další operaci.

Varianta B:

Vědro s knoflíky se postaví na zem u výlevky. Druhé vědro
se naplní do poloviny vodou a přidá se odměrka saponu.
Do výlevky se na dřevěné podložky položí síto, jehož boky
jsou tvořeny dřevěnými lištami a dno měděnými dráty. Roz-
měr síta je 475x347 mm a velikost ok 5x5 mm./Viz foto 1.
a foto 9./ Do tohoto síta se vylije kalná voda a opatrně
se do něho vsypou knoflíky z vědra. Hadicí proudem vody
se potom knoflíky promývají za současného prohrnování ru-
kama. Následující operace je přesypání knoflíků ze síta
do vědra se saponem. Takto naplněné vědro je připraveno
k další operaci.

c/ Moření ve zředěné kyselině fluorovodíkové

Moření se provádí ve 40% kyselině fluorovodíkové.
Tato se připraví do novodurového nebo polyetylenového
vědra a postaví se do odsávací kabiny. Voda z vědra s knof-
líky se slije a knoflíky se přesypají do novodurových ko-
šíků . /Viz foto 1./ Košík s knoflíky se několikrát za se-

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 9.

bou propláchnou ve zředěné kyselině fluorovodíkové /viz foto 2./, nechá se nad vědrem několik vteřin odkapat a neprodleně má následovat další operace /tj. oplach/. Po provozním vyčerpání kyselinové lázně je třeba provést její zneškodnění a vylít do příslušného odpadu.

d/ Oplach ve studené vodě
Do vědra se natočí tolik vody, aby byl celý košík ponořen. Tento se několikrát ve vodě promáchá. /Viz foto 2. - náplň voda/.

e/ Moření v koncentrované kyselině dusičné
Provádí se v 65% koncentrované kyselině dusičné. Postup je stejný jako u moření v kyselině fluorovodíkové.

f/ Dvoustupňový oplach ve studené vodě
První fáze dvoustupňového oplachu je shodná s operací d/. V druhé fázi se napustí do kádě voda tak, aby neustále přetékala do odpadu. Potom se košík několikrát v této kádě promáchá /viz foto 3./. Po promytí se nechá voda odkapat nejprve nad kádí a potom na dřevěné rohoži na podlaze.

g/ Proplach horkou vodou na síti
K výlevce se připraví potřebný počet sít. Na každé síti se vysype obsah jednoho košíku a knoflíky se na síti rovnoměrně rozloží. Síť se postaví do výlevky na dřevěnou podložku /vždy 2-4 síti na sebe/. Proplachují se plným proudem sprchy horkou vodou cca 80°C přibližně 2 minuty. /Viz foto 4./. Síť se potom nechají odkapat a odloží se na odkládací stůl, kde dochází dále ještě k odkapávání vody.

h/ Sušení

Sušení lze provádět buď v sušárnách nebo v pilinách. Jakou formu zvolit záleží na sušeném zboží, na jeho dalším zpracování.

1/ Sušení v sušárně;

Sušárna se zapne a vyhřeje na cca 100°C. Do takto vyhřáté sušárny se vloží síta s knoflíky. /Viz foto 5./

Obsah velké sušárny je 16 sít, doba sušení 120 minut.

Obsah malé sušárny je 4 síta, doba sušení 20-30 minut.

Po stanovené době se síta vyndají na odkládací stůl a tím jsou knoflíky připraveny k další operaci /tj. vážení/.

2/ Sušení v pilinách;

Používají se dva druhy sít:

- síto v průměru cca 580 mm,
velikost ok 10x10 mm pro knoflíky velikosti 8-18.

- síto v průměru cca 580 mm,
velikost ok 5x5 mm pro knoflíky velikosti 5-6.

Jako pomocný materiál jsou zde hrubozrnné piliny z tvrdého dřeva. Na nádobu s pilinami se položí příslušné síto, do něhož se nasypou dvě lopatky pilin a mírně se piliny rozrtnou. Na takto připravené síto se vysypou knoflíky. /Viz foto 6./ Knoflíky se rozhrnou a přikryjí opět asi dvěma lopatkami pilin. Nyní se knoflíky ručně na sítu s pilinami promnou. /Viz foto 7./ Tato práce je nebezpečná, neboť piliny mohou obsahovat od předchozího sušení úlomky knoflíků. Po těchto předchozích operacích se knoflíky s pilinami prosévají pohybováním síta tak dlouho, až piliny propadnou a na sítu zůstanou pouze knoflíky již dostatečně vysušené, neboť piliny knoflíkům odeberou veškerou vodu. Nyní se provádí očištění knoflíků pomocí smetáku. /Viz foto 8./ Tímto jsou připraveny na poslední fázi /vážení/.

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 11

i/ Vážení na kusových vahách

Na velkou miskou vah se nasypají knoflíky. /Viz foto 9./ Kusová váha nám určí množství knoflíků v kusech. Nakonec se takto zvážené knoflíky přesypají do vaniček na zboží. Takto jsou připraveny na expedování nebo na další jejich zpracování.

2.3. Technologický postup čištění po leštění plošek

Postup je v podstatě totožný s předchozím způsobem, pouze po operaci g/ proplach horkou vodou na síti, následuje proplach teplou vodou na síti. Sušení těchto knoflíků probíhá pouze v pilinách, neboť vyleštěné plošky musejí být lesklé a nesmí obsahovat žádné sebemenší nečistoty. Při sušení v sušárně se voda odpařuje a tato voda obsahuje různé soli v ní rozpuštěné nebo jiné nečistoty, které potom na lesklé plošce po odpaření vody zvýrazní a čištění by nedosáhlo žádaného efektu.

Poznámka: Knoflíky od operace broušení až po operaci sušení nesmějí zaschnout!



foto 1



foto 2



foto 3



foto 4

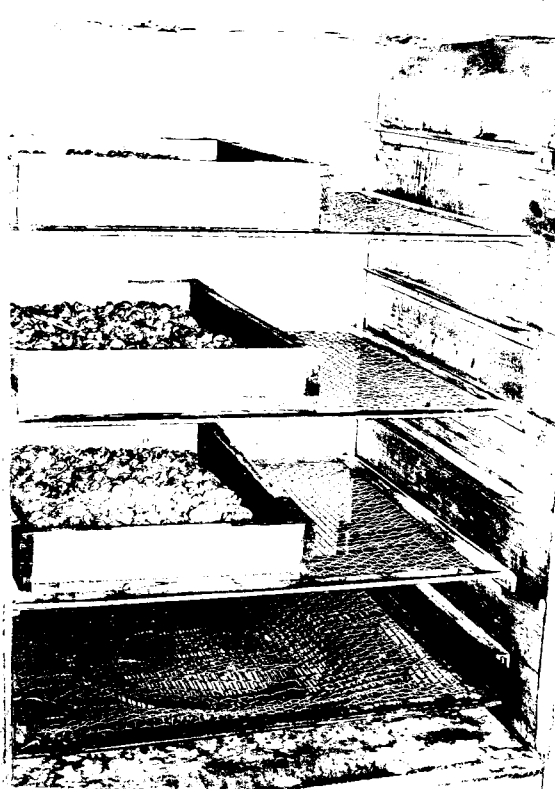


foto 5



foto 6



foto 7

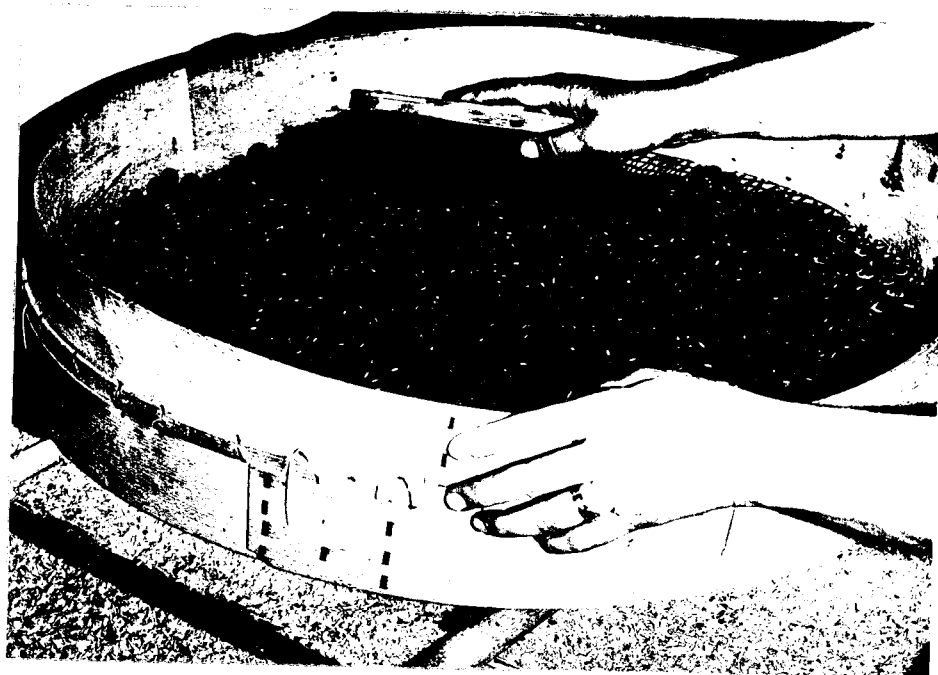


foto 8



foto 9

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 16

3. Čištění ultrazvukem

Neustálé zvyšování požadavků na zkvalitnění výrobků klade současně velké nároky na stupeň čistoty. Ultrazvuková metoda čištění se dobře osvědčila a získala důvěru v provozu. Používaná ultrazvuková zařízení jsou různého provedení, od stolního s ručním vkládáním čištěného předmětu do lázně s elektrickými výkony několik desítek wattů, až po velké čistící automaty a linky s elektrickými výkony několik kilowattů. Rozhodující je též volba použité frekvence a s ní otázka související s provedením a uspořádáním ultrazvukových měničů. Nižších frekvencí /20 kHz/ se používá k čištění větších silně znečištěných součástí. Při čištění menších součástí se přešlo na frekvence vyšší v rozsahu 400-1 000 kHz. K přeměně elektrické energie na mechanickou v podobě kmitů se používá tzv. transduktorů, nebo-li měničů a to pro oblast nízkých frekvencí výlučně magnetostrikčních, pro vyšší frekvence křemenných krystalů, v poslední době hojně baryumtitanátů /BaTi₃/. Je to keramika, které jsou uměle vloženy piezoelektrické vlastnosti polarizací molekulárních komplexů. Tento nový materiál se dá vybudit do plného kmitání poměrně nízkým napětím, které za provozu není nebezpečné. Nevýhodou je malá elektrická zatížitelnost a citlivost na vyšší provozní teplotu, které nesmí překročit 100°C. Při dosažení Curieova bodu, u baryumtitanátů asi 130°C, ztrácí materiál své piezoelektrické vlastnosti. Proti tomu magnetostrikční měniče pro nižší frekvence skládané z niklových plechů jsou robustní, méně citlivé na přehřátí /Curieův bod 320°C/ a vykazují při kmitání větší kavitační účinky. Děje při ultrazvukovém čištění nejsou jak by se zdálo jednoduché. Jde o střídavé tlaky v kapalině, v poli ultrazvukového zářiče. Druhohotné účinky jsou účinky kavitační. Dále silné urychlení v kapalině způsobená kmitajícími zářiči mohou snadno a

rychle uvolnit nečistoty a mastnoty ulpívající na povrchu čištěného předmětu. Urychlení vzrůstá s frekvencí, kavitační tlaky naopak klesají. Tyto tlaky dále závisí na teplotě, tlaku a viskozitě kapaliny.

Maximální hodnota akustického tlaku:

$$p = \sqrt{2 \rho c I}$$

ρ = hustota prostředí

c = rychlost zvuku v prostředí

I = intenzita zvuku v akustickém poli

Intenzita zvuku v akustickém poli:

$$I = \frac{1}{2} \rho c a_0 b_0$$

b_0 = zrychlení kmitajících částic

=

a_0 = amplituda

Ze vzorců je patrné, že urychlení b_0 roste s frekvencí. Při dané intenzitě I vyplývá z pravé strany rovnice, že amplituda a_0 klesá při stoupajícím zrychlení. Z tohoto vztahu je také již zřejmá volba frekvence pro určité stupně znečištění a velikosti čištěných předmětů. K uvolnění hrubších nečistot na větších předmětech užíváme větších amplitud na úkor zrychlení. To znamená, že použijeme k čištění nižších frekvencí, u nichž ale nastávají větší účinky kavitační.

Kavitací rozumíme roztažení kapaliny během jedné fáze tahu, kdy tahové síly v ultrazvukovém poli překročí kohézní síly kapaliny. Takto vzniklé dutiny se v dalším okamžiku opět srazí, čímž vznikají tlaky v kapalině několika desítek až set atmosfér. Kavítace je podstatným činitelem v čistícím procesu a vzniká jen při nižších frekvencích, protože amplitudy jsou velké a rovněž i čas potřebný na vytvoření kavitačních dutin v kapalině.

Při vyšších frekvencích nemohou vzniknout rozdílové kavitacní tlaky, ale uplatňují se zde velká přirychlení. Ultrazvukového čistícího zařízení se používá všude tam, kde jsou vysoké požadavky na kvalitu očištěného předmětu. Odstraňují se jím zbytky oleje, leštících past, brusných prášků a jiných nečistot. Čas potřebný k dokonalému očištění se pohybuje mezi 20-80 sec. Ultrazvuk snižuje čas potřebný k čištění přibližně 50 krát. Přitom zde odpadá fyzická síla, nutná při použití jiných způsobů čištění. Dokonalost očištěné plochy je velmi vysoká.

3.1. Ultrazvukové čistící linky

Aby se spojilo několik operací nutných při celkovém procesu čištění neprodleně za sebe a ušetřil se tím ztrátový čas vzniklý přenášením výrobků od jednoho zařízení ke druhému, sestavují se automatické linky, kde hlavní element tvoří právě ultrazvuková myčka.

Linky mohou být rozmanitých konstrukcí od čištění v jedné ultrazvukové vaně malých rozměrů až k velkým automatickým výrobním linkám obsahujících několik ultrazvukových van. V těchto velkých linkách se provádí několik operací k docílení správného stupně čistoty čištěných předmětů. Činnost linek lze rozdělit do tří skupin:

- mechanické
- chemické
- elektrické

Mechanická část obsahuje transportní zařízení.

Chemická část je složena hlavně z ultrazvukové lázně, oplachovací lázně, čistících a regeneračních zařízení.

Elektrickou skupinu tvoří generátor, koaxiální kabel a ultrazvukové měniče. Lze sem zahrnout i elektrický pohon transportního zařízení.

V lince, která je navržena v této práci na základě požadované čistoty skleněných knoflíků, probíhají postupně tyto

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 19

• operace:

- a/ nakládání knoflíků na řetězový dopravník
- b/ smáčení
- c/ ultrazvukové čištění
- d/ oplach
- e/ oplach sprchou
- f/ odvodnění pomocí stěrek
- g/ sušení
- h/ vyjímání knoflíků

3.2. Popis navrhovaného ultrazvukového zařízení

Základní rozměry celého zařízení jsou zřejmé z výkresů č. **DP 191/73-02**

délka 2 900 mm

výška 1 820 mm

šířka 900 mm

Celá linka je uzavřena v plechovém krytu, který má tři otvory. Z přední strany otvor na nakládání a vykládání knoflíků. Ze zadní strany montážní otvor, který umožňuje montáž a opravy sprch. Jedna boční stěna se dá celá odstranit při různých opravách celého zařízení. Vyjmutí boční stěny umožňuje totiž přístup ke všem dílům linky. V této boční stěně je ještě třetí otvor, který umožní montáž a drobné opravy během provozu linky, např. vyždímání odvodňovacích stěrek, o kterých bude pojednáno dále. Jednotlivé operace probíhají v této uzavřené lince, kde jako nosného elementu je použito řetězového dopravníku. Celou linku obsluhuje pouze jeden pracovník tím, že nakládá a odebírá knoflíky z dopravníkových sít.

Výrobky se v ultrazvukové vaně pohybují nad ultrazvukovými zářiči 10 mm vysoko, což je neoptimálnější výška co do jakosti čistícího účinku, po délce 0,6 m. Podle zkušeností a experimentů s ultrazvukovými zářiči, které vyrábí VÚMA n.p. Nové Město nad Váhom, je doba potřebná na dokonalé vyčištění 20-60 sec. Z toho vyplývá minimální

a maximální rychlost řetězového dopravníku:

$$v_{\max} = 3,3 \text{ m/min}$$

$$v_{\min} = 0,6 \text{ m/min}$$

Dráha řetězového dopravníku měří 7 289,8 mm, je na ní umístěno 14 závěsů se sítý o rozteči 52 mm.

Celkový cyklus trvá při rychlosti $v_{\max}$ - 2,2 minuty

$$v_{\min} - 12,2 \text{ minuty}$$

Při rychlosti 0,6 m/min je doba potřebná na naložení a vyložení jednoho síta přibližně 1 minuta proto, že síto proběhne při této rychlosti otevřeným otvorem v krytu linky dlouhým 0,6 m / otvor na naložení a vyložení knoflíků / právě za jednu minutu.

Při experimentálním zjišťování množství vyčištěných knoflíků za 8 hodin na ultrazvukové lince sestavené VÚSAB v Jablonci nad Nisou jsem zjistil, že pomocí tohoto zařízení se zvýší produktivita o necelých 400%. V současné době při starém technologickém postupu se umyje za 8 hodin přibližně 450 kg knoflíků a předpokládané množství umyté pomocí ultrazvukové myčky by bylo asi 1 600 kg knoflíků.

Skleněné knoflíky se naloží na vyjímatelná síta závěsů řetězového dopravníku lopatkou z umělé hmoty. Knoflíky musí být naloženy pouze v jedné vrstvě rovnoměrně rozprostřeny po celém sítu. Síto v závěsu se pohybuje do tzv. smáčecí vany /pos. 4/, kde se knoflíky navlhčí a zbaví nejhrubších nečistot. Následující operace je čištění v ultrazvukové vaně /pos. 5/, kde dojde k dokonalému umytí a odmaštění knoflíků. Síto pokračuje do oplachovací vany /pos. 14/, kde se z knoflíků opláchnou již uvolněné nečistoty ulpívající ještě na jejich povrchu. Aby byla vyloučena jakákoliv možnost znečištění brusným kalem, provádí se ještě jeden oplach sprchou /pos. 18/. Nyní je skončen proces mytí a dochází k sušení mokrých omytých knoflíků. Nejprve se provádí odvodnění pomocí stěrek z pěnové gumy /pos. 20/ a potom vlastní sušení průchodem

síto pod infrazářiči /pos. 21/. Po této poslední operaci jsou knoflíky dokonale omyté a osušené. Síto přichází do prostoru nakládky a vykládky, kde jsou knoflíky ze síta odebírány a ukládány do vaniček na zboží. Celý proces se opět opakuje naložením neumytých knoflíků na již prázdné síto.

Poznámka: Popis a posice se vztahují k výkresu č. **DP 191/73-02**

3.2.1. Konstrukční prvky navrhovaného zařízení

Kryt /pos. 1/

Jedná se o již dříve popsany kryt celé mycí linky. Tento kryt je vyroben z plechu natřeného z obou stran protikorozním lakem nebo barvou.

Závěs řetězového dopravníku s vyjímatelným sítem /pos. 2/. Závěs je upevněn na dva nekonečné řetězy pomocí čepů, takže spodní část závěsu zaujímá stále vodorovnou polohu. Rozteč závěsů je 52 mm a jsou vyrobeny z vzájemně svařených trubek. Ve spodní nosné části je umístěno vyjímatelné síto rozměrů 80x30 mm, na které se kladou knoflíky před započítím celého čistícího procesu. Používají se síta dvojích velikostí ok - 5x5 mm a loxlo mm, jejichž volba závisí na velikosti čištěných knoflíků.

Řetězový dopravník /pos. 3/

Dopravník tvoří dva nekonečné řetězy poháněné elektromotorem přes řetězové kolo, jejichž délka je 7 289,8 mm. Za elektromotorem je umístěna převodovka nebo variátor pro plynulou změnu otáček. Rychlost dopravníku se pohybuje v rozmezí 0,6 - 3,3 m/min, avšak z důvodu dokonalého vyčištění budeme volit rychlost v rozmezí 0,6 - 1,5 m/min. Dopravník se skládá ze čtyř kol $\varnothing$ 200 mm a z osmi kol $\varnothing$ 120 mm, z 574 článků řetězu 1x12,7x7,75 ČSN 023311.01, z napínacího zařízení řetězu a pohonu dopravníku.

Smáčecí vana /pos. 4/

V této vaně se knoflíky navlhčí a zbaví hrubých nečistot a prachu. Vana je vyrobena z plechu a celá je vsazena do rámu svařeného z profilu tyč 15x15x2 ČSN425541.01. Její náplň tvoří studená destilovaná voda, která se regeneruje vždy přibližně jednou za týden nebo dříve dle stupně znečištění. Vana obsahuje destilované vody přibližně 50 - 60 litrů.

Ultrazvuková vana /pos.5/

Ve vaně dochází k vlastnímu čištění knoflíků pomocí ultrazvukových kmitů. Je vyrobena z novodurových desek o tloušťce 8 mm upravených tak, aby se daly sesadit a svařit, jak je vidět na výkrese č. **DP 191/73-01**.

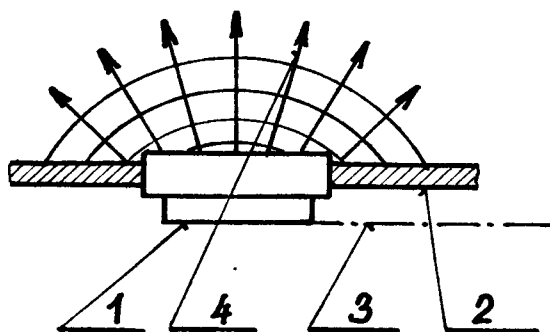
Ultrazvukové vany se většinou vyrábějí z nerezavějícího niklového plechu. Takováto vana je potom velmi drahá a tím se výrobní náklady na stavbu celé linky velmi zvýší. Novodurová vana naproti tomu tvoří mizivou položku z celkových výrobních nákladů a slouží svému účelu dokonale. Bližší konstrukce vany je zřejmá z výkresu č. **DP 191/73-01**. Je sestavena ze čtyř dílců vzájemně svařených novodurem. V jejím dně jsou čtyři otvory pro umístění ultrazvukových zářičů. Pro zpevnění vany je kolem celého vrchního okraje svařený rám z profilu tyč 20x20x2,3 ČSN 425541.01. V jedné podélné stěně a na protější straně dna jsou vtažené novodurové pouzdra se závity, umožňující vestavění instalace pro čištění a předehřívání, o kterém bude pojednáno v jiné kapitole. Náplň je tvořena destilovanou vodou spolu s přípravkem SYNALOD 340 v poměru 5 - 20 g synalodu na jeden litr destilované vody. O tomto přípravku bude zmínka v kapitole 4.3. Množství roztoku je v rozmezí 80 - 100 litrů.

Ultrazvukový zářič UZM 11 - 42x80x6 /pos. 6/

Jedná se o magnetostrikční měnič vyrobený z niklového plechu a jeho rozměry jsou 400x400 mm. Zářič je napájený generátorem UG 4 přes koaxiální kabel a pracuje na frekvenci 20 kHz. Zářič UZM 11 vyrábí Výzkumný ústav mechanizace a automatizace /VÚMA/ n.p. Nové Město nad Váhom. Výrobou ultrazvukových zářičů se též zabývá ZVIL n.p. Plzeň. Podrobnější konstrukce a umístění zářičů ve dně ultrazvukové vany je zřejmá z výkresů č. **DP 191/73-01**. Zářič je k vaně přichycen pomocí kovových příložek šrouby $M 8$ o celkovém počtu 16. Mezi dnem vany a zářičem je pryžové těsnění, které zabraňuje unikání roztoku z vany. Zářiče jsou ve dně vany 4 o celkové ploše 64 dm^2 . V různých zkouškách prováděných VÚSAB v Jablonci na prototypu ultrazvukové myčky bylo experimentálně zjištěno, že čištěné zboží se má pohybovat ve výšce 10 mm nad ultrazvukovým zářičem, což je neoptimálnější vzdálenost z hlediska čistícího účinku.

Kmitání se šíří od zářiče v kulových plochách a jeho čistící účinek klesá se zvětšující se vzdáleností od zářiče. /Viz. obr. 1/

Zářiče je též možno umístit ve stěně vany, ovšem musí zde být dodržen předpis, že zářič musí být celý ponořen v ultrazvukové lázni.



1. Ultrazvukový zářič
2. Dno vany nebo stěna
3. Napájení ultrazvukového zářiče koaxiálním kabelem
4. Směry šíření kmitů

obr. 1

Vodní filtr /pos. 7/

Vodní filtry /pos. 8/

Ohřívák lázně /pos. 9/

Přihřívací agregát /pos. 10/

Čerpadlo /pos. 11/

Potrubí /pos. 12/

Těchto šest zařízení tvoří instalaci pro čištění a předehřívání ultrazvukové lázně, o které již byla zmínka v odstavci Ultrazvuková vana /pos. 5/. Roztok destilované vody spolu se synalodem se odčerpává čerpadlem ze dna ultrazvukové vany potrubím, které může být novodurové nebo kovové. Čerpadlo má mít takový výkon, aby přečerpalo obsah celé vany přibližně za 4 minuty, to znamená 20 - 25 litrů za minutu. Znečištěná lázeň prochází nejprve vodním filtrem, kde se zbaví hrubých nečistot a ohřívákem lázně, kde se ohřeje asi na teplotu 50° C. Lázeň s přípravkem synalod 340 účinně pracuje při teplotách 50 - 90° C. Nyní prochází takto ohřátá lázeň vodním čerpadlem a opět dvěma jemnějšími filtry, které lázeň dočistí. Čistá lázeň se přehřeje na potřebnou teplotu 55 - 80° C v přihřívacím agregátu a pokračuje zpět potrubím a hubicí, která ústí vzadní podélné stěně do vany. Při spouštění linky je nutné pustit ohřívák i přihřívák na plný výkon, až se teplota lázně ustálí na požadované hodnotě a potom je třeba seřídít oba ohřívací agregáty tak, aby pouze udržovaly teplotu na požadované výši.

Ohřívací spirála /pos. 13/

Druhý možný způsob ohřívání lázně je odporovou vyhřívací spirálou, která může být umístěna ve dně vany v mezerách mezi ultrazvukovými zářiči, nebo nad zářiči a pohyblivými se závěsy s knoflíky. Tento způsob je však z konstrukčního hlediska méně výhodný než předchozí.

Oplachovací vana /pos. 14/

Vana je obdobně jako smáčení vyrobena z plechu a z vnitřní strany natřena protikorozním nátěrem. Je vsazena do kovového svařeného rámu z profilu tyč 15x15x2 ČSN 425541.01. Její náplň tvoří 0,05% -ní roztok chelotanu 3 a destilované vody. Chelotanový roztok je zde z důvodů dokonalého odmaštění, avšak není podmínkou, neboť lze použít pouze destilované vody, což je i z hlediska možnosti vzniků chelotanových odparků lepší. Výrobou chelotanu a experimentálním zjišťováním jeho čistících účinků se zabývá Synthesia n.p. Uhřetěves .

Oplachovací lázeň o obsahu 60 - 70 litrů je ohřívána na teplotu asi 50 - 60°C. Dochází v ní téměř k úplnému očištění a odmaštění knoflíků, jejichž nečistoty byly již uvolněny a z velké části odplaveny v ultrazvukové vaně. Lázeň se ohřívá a udržuje na pracovní teplotě vyhřívací spirálou, která je umístěna nad dnem vany. Zde oproti ultrazvukové vaně instalace vyhřívací spirály nečiní žádné potíže, neboť se jedná o vanu plechovou s rovným plným dnem.

Vodní filtry /pos. 15/

Čerpadlo /pos. 16/

Potrubí /pos. 17/

Tyto tři zařízení tvoří instalaci pro čištění oplachovací lázně a zároveň dodávají roztok zbavený nečistot z oplachovací lázně do sprch, o kterých bude pojednáno v odstavci Vodní sprchy /pos.18/. Chelotanová oplachovací lázeň znečištěná je odčerpávána čerpadlem přes vodní filtr, který odstraní hrubší nečistoty. Čerpadlo má mít opět výkon takový, aby obsah oplachovací vany byl přečerpán přibližně za čtyři minuty tzn. 15 -18 l/min.

Vodní sprchy /pos. 18/

Zde dochází k ukončení operace mytí, neboť po projití touto operací jsou již knoflíky dokonale čisté. Potom již následuje sušení čistých, ale mokrých knoflíků. Sprchy

jsou tvořeny dvěma trubkami a jsou na jedné části obvodu opatřeny malými otvory. Trubky vykonávají kývavý pohyb a tím provedou poslední oplach před sušením. Do sprch přichází lázeň odčerpávaná z oplachovací vany čerpadlem a po osprchování padá zpět do oplachovací vany. Aby lázeň ze sprch nestékala po stěně krytu mimo vanu, je zde gumový pás /pos. 19/, který je přišroubován na stěnu krytu a přesahuje do oplachovací vany. Aby byl oplach sprchami co nejdokonalejší, je možné instalovat ještě další dvě sprchy provádějící oplach ze spodní strany sít, anebo zajistit u nainstalovaných sprch na určitou dobu převrácení a tím docílit též spodního oplachu. V tomto případě by musely sprchy být instalovány níže než je zřejmé ze schématu linky.

Odvodňovací stěrky /pos. 20/

Stěrky jsou z pěnové gumy a pomocí nich dochází k odstranění největších kapek vody ulpívajících na knoflíkách a na spodní části síta. Jsou přitlačovány na spodní část síta tak, že při jeho pohybu stírají ulpívající vodu po oplachu sprchami. Stěrky je třeba vždy asi po dvou hodinách provozu zadním otvorem krytu linky nebo otvorem v boční stěně vyždímat a tím zlepšit jejich odvodňovací schopnost.

Elektrický keramický infrazářič typ 511 /pos. 21/

Průchodem síta s knoflíky pod těmito infrazářiči, kterých je v lince osm, vždy dva vedle sebe, začíná operace sušení. Infrazářič je zdrojem infračerveného záření, což je v podstatě elektromagnetické vlnění. Vlnění je nositelem energie je charakterizováno vlnovou délkou, což je vzdálenost dvou bodů se stejným stavem a fází. Vlnová délka u infračerveného záření se pohybuje mezi 0,75 - 400 mikronů. Tuhé látky vyzařují spojitě spektrum vlnových délek. Maximum energie je přenášeno na vlnové délce označené λ_{max} a je závislé na teplotě podle vztahu:

$$\lambda \cdot T = 2880 \quad [\mu, ^\circ K]$$

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 27

Záření se šíří od zdroje rychlostí 300 000 km/sec.

Po dopadu na předmět se část záření pohltí a zvýší teplotu ozařovaného předmětu.

Podle vlnových délek a maxima energie se infračervený obor rozděluje dle uvedeného schématu na obr.2.

Použití infrazářičů přináší jisté výhody oproti sušení konvenčnímu teplým vzduchem nebo parou:

- 1/ ohřev je rychlejší
- 2/ ohřev je hospodárnější
- 3/ zařízení jsou méně nákladná, neboť odpadá náročná izolace pecí

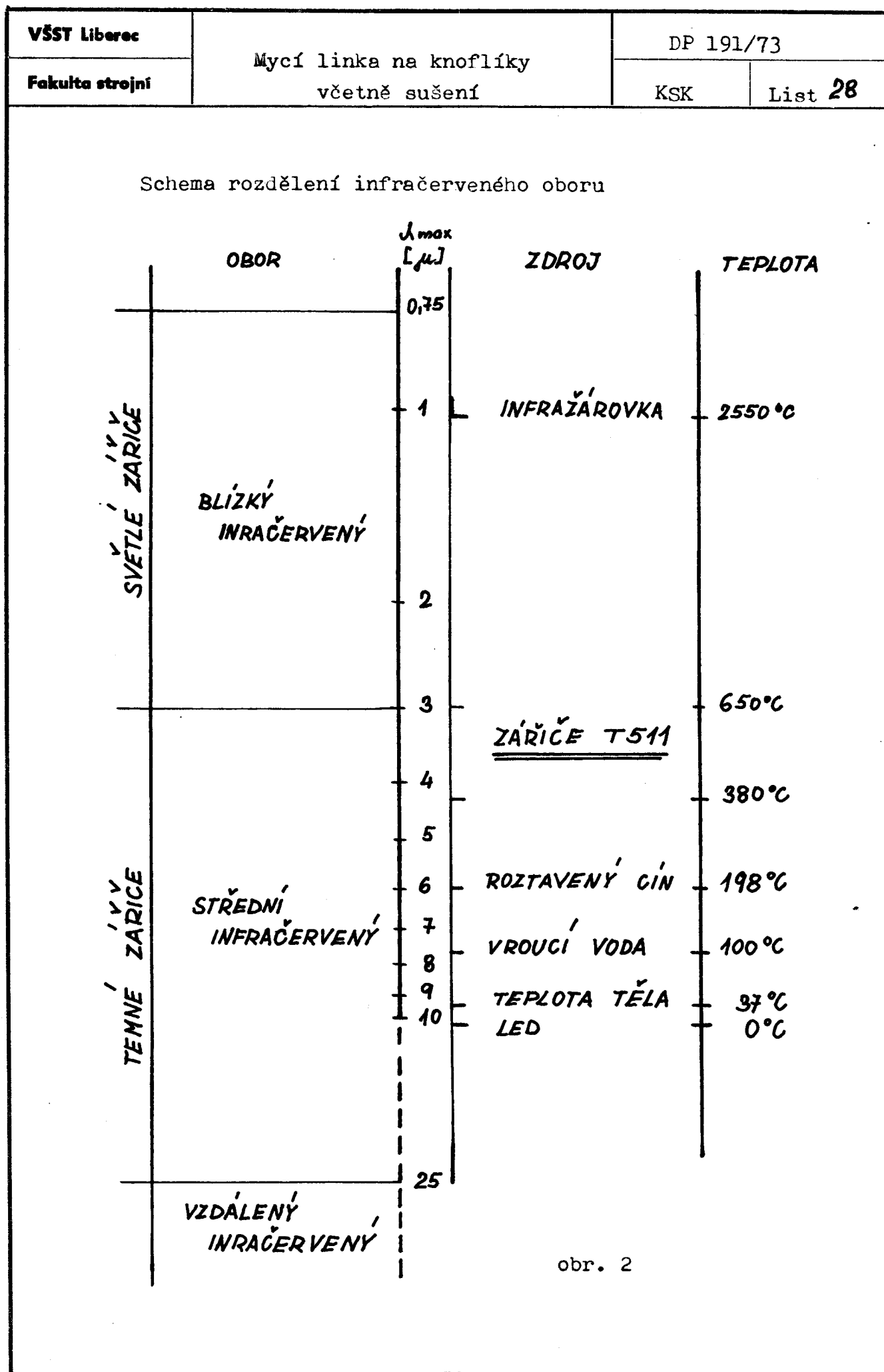
Diagramy dávající průběh teplot v určené vzdálenosti od zářiče nám umožňují správné umístění infrazářičů v ultrazvukové lince /graf 1 - 6/. Na grafech je na svislou osu nanášena teplota ve $^{\circ}\text{C}$, na vodorovnou osu vzdálenost ozařovaného předmětu měřená na rovnoběžce s osou infrazářiče ve vzdálenosti, kterou udává vždy příslušná křivka. Při 0 mm je tedy předmět přesně kolmo pod infrazářičem. Infrazářič docílí teploty přibližně 100°C asi za 10 sec od doby spuštění.

Zářiče použité v ultrazvukové lince jsou rozměry:

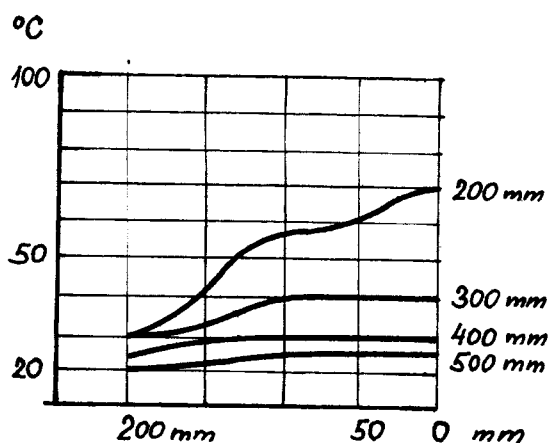
šířka 145mm, délka 296mm, výška 120mm.

Jedná se vždy o zářiče temné. Keramický zářič je uložen v kolébce, kterou lze naklápět dle potřeby a tím umožnit co největší osálení potřebné plochy.

Zářič typu 511 vyrábí Elektro-Praga n.p. Hlinsko v Čechách.

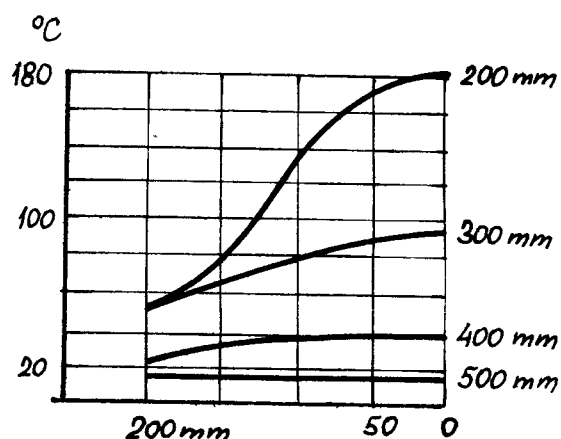


Diagramy teplot, směr příčný



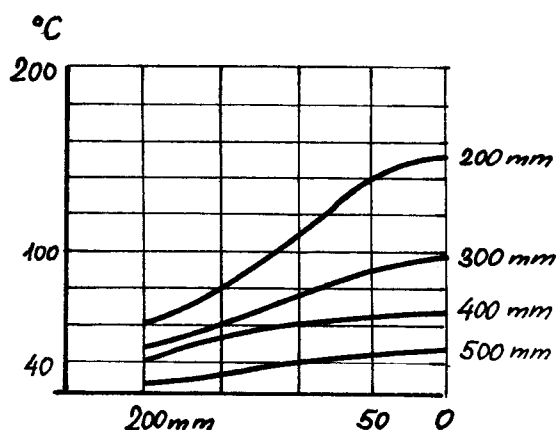
graf 1

Příkon 300 W, povrch.
teplota 380°C



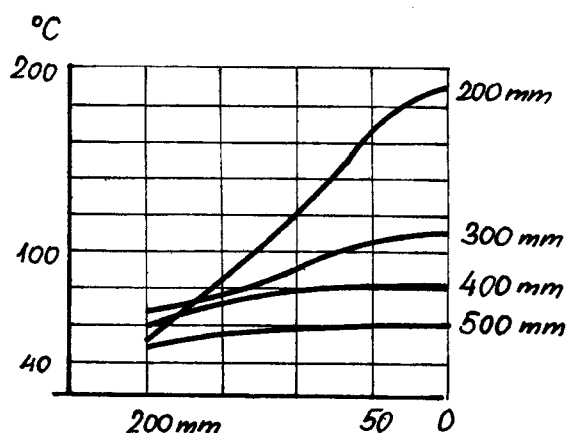
graf 2

Příkon 500 W, povrch.
teplota 480°C



graf 3

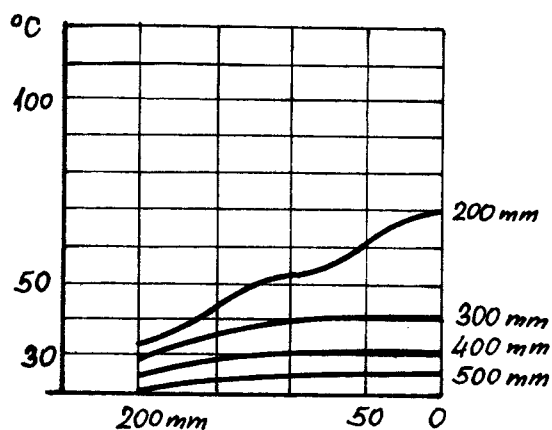
Příkon 750 W, povrch.
teplota 580°C



graf 4

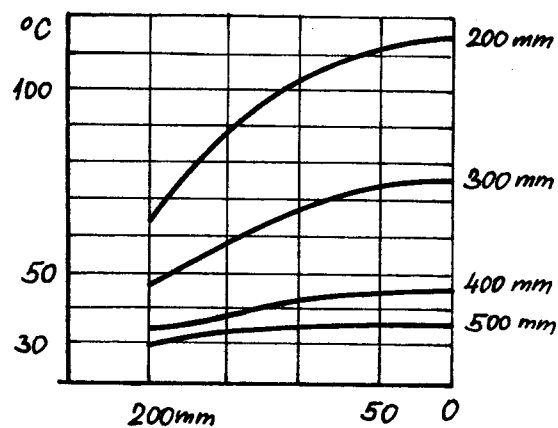
Příkon 1 000 W, povrch.
teplota 650°C

Diagramy teplot, směr podélný



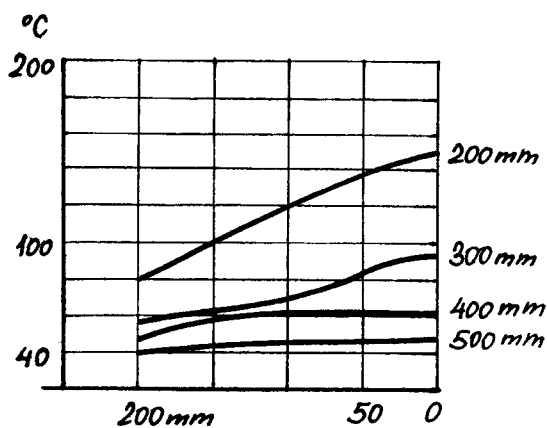
graf 5

Příkon 300 W, povrch.
teplota 380°C,



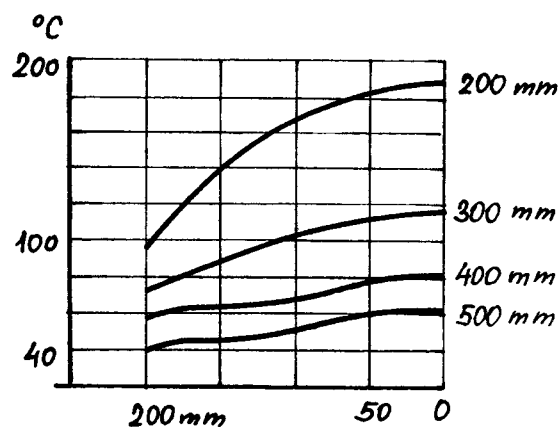
graf 6

Příkon 500 W, povrch.
teplota 480°C



graf 7

Příkon 750 W, povrch.
teplota 580°C



graf 8

Příkon 1 000 W, povrch.
teplota 650°C

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 31

Koaxiální kabel /pos. 22/

Kabel slouží k přenášení elektrických kmitů, jejichž zdrojem je generátor, do magnetostrikčních měničů, kde se elektrické kmity převádějí na mechanické.

Ultrazvukový generátor UG 4 /pos. 23/

Generátor dodává vysokofrekvenční energii různým ultrazvukovým zařízením, pracujícím s magnetostrikčními měniči. Pracuje v kmitočtovém pásmu 20 kHz s možností plynulého přeladění. Úroveň rušících napětí, které jsou vyzařované do elektrické sítě a okolí, je omezena na mez povolenou příslušnou normou středním stupněm odrušení, což umožňuje používat generátor i v obytných objektech. Obsluha tohoto generátoru je jednoduchá.

Vysokofrekvenční výstupní výkon generátoru UG 4 je 4 kW a maximální příkon 10 kVA/25 A, pracovní kmitočet 20 kHz a je připojen na síť 50 Hz o napětí 3x380 V. Regulace výkonu je čtyřstupňová a provádí se anodovým napětím.

Rozměry generátoru jsou:

Půdorys 830x900 mm, výška 1 660 mm a celková váha je 450 kg.

4. Lázne používané v ultrazvukových myčkách

Volba pracovních kapalin je jedním z nejdůležitějších faktorů, které mají vliv na ultrazvukové čištění. Čištění je v podstatě fyzikálně-chemický proces, který probíhá na rozhraní čištěného předmětu a kapaliny. Použití kapaliny závisí na druhu nečistot a materiálu součástky.

Roztok musí mít následující vlastnosti:

- nízké povrchové napětí, malou viskozitu, nízký tlak par a hustotu rovnou hustotě vody
- chemicky působí na nečistoty tj. emulguje je nebo je rozpouští
- dobré akustické vlastnosti
- nekoroduje výrobky
- není toxický

Takovéto vhodné kapaliny pro ultrazvukové čištění dělíme na dvě skupiny:

4.1. Vodní roztoky smáčedel, alkalických přípravků a kyselin.

4.2. Organická rozpouštědla na bázi ropy, halogenové uhlovodíky, alkatoly, ketony.

4.1.1. Vodní roztoky smáčedel

Jsou to v podstatě saponáty, které zachycují vzduch /pění/, nejsou vhodné pro šíření ultrazvukového vlnění. U nás jsou to přípravky známé pod výrobní značkou Syntapon a Neokal.

4.1.2. Vodní roztoky alkalických přípravků

Používají se roztoky spolu se smáčedly. Jsou poměrně lacíné, pohotové a nekorozivní. Používají se hlavně k čištění skleněných výrobků a výrobků z umělých hmot. Velký význam mají hlavně tzv. Alkony A, S, Radalad a v pos-

lední době prostředky typu Ultrax / 1A, 4A, SU - 40/.
Ve zkušebním stádiu jsou přípravky Synalod 310, 340, 350,
které vyrábí Synthesia n.p. Uhřetěves. O přípravku Synalod
340 bude pohovořeno ještě podrobněji, neboť právě ten je
zvolen pro zde popisovanou ultrazvukovou mycí linku.

4.1.3. Vodní roztoky kyselin

Volba kyselin závisí na druhu čištěného materiálu.
Používají se v koncentraci 5 - 25% pro méně odolné součástky
a 20 - 50% pro odolnější materiály. Organické kyseliny se
používají v množství 30 - 120 g/l.

4.2. Organická rozpouštědla

Důležité vlastnosti pro jejich použití jsou:

- zápalnost
- tlumení zvuku
- toxicita
- možnost regenerace a odplynění

Ropné produkty se používají v ultrazvukovém čištění pouze
zřídka, proto zde budou uvedeny pouze názvy nebo výrobní
názvy všech organických rozpouštědel vyráběných v Česko-
slovensku, které je možno použít pro čištění ultrazvukem,
i když se jejich použití pro dříve uvedené vlastnosti spí-
še vyhýbáme.

Do této skupiny patří: petrolej, nafta, halogenové uhlovo-
díky, Triklon N, Perchloretylen, trichloreten, trichlor-
trifluoretan, / Arklon P/, Arklon L, Surklen B, Arklon W.
Nejdůležitější ze všech organických rozpouštědel z hledis-
ka použití pro ultrazvukové lázně je trichloretylen.

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 34

4.2.1. Trichloretylen

Z organických rozpouštědel je to přípravek nejhojněji používán pro jeho dobré vlastnosti:

- velká rozpouštěcí schopnost
- lehká odpařivost
- lehká destilace
- velká stálost
- malé toxické účinky
- nehořlavost
- je levný

Pro tyto jeho vhodné vlastnosti našel právě trichloretylen největší použití v linkách s ultrazvukovým čištěním.

4.3. Lázeň použitá v navrhované ultrazvukové lince

4.3.1. Synalod 340

Je to přípravek středně alkalický pracující při teplotě 50 - 90°C. Tento přípravek jsem zvolil v ultrazvukové lince, kde se mísí s destilovanou vodou v poměru 5 - 20 g na 1 litr destilované vody. Je založen na bázi fosforečnanů a síranů. Odstraňuje bezpečně zbytky mastnot, zbytky po leštění, skelný prach, vosk a krycí lak.

4.3.2. Destilovaná voda

Destilovaná voda použitá s přípravkem synalod 340, ale i též ve smáčení a oplachovací vaně je dodávána z destilačních přístrojů, které jsou nepřímou součástí mycí linky. Jsou zde dva o výkonu 5l/h, což dostatečně stačí, uvážíme-li, že za jednu směnu vyrobí 80 l destilované vody a celkový obsah všech tří van činí přibližně 200 l. To znamená, že při plném výkonu obou přístrojů by se mohly všechny tři lázně měnit za necelé tři pracovní směny, což je z hlediska čistoty lázní dostačující. Je zde ale

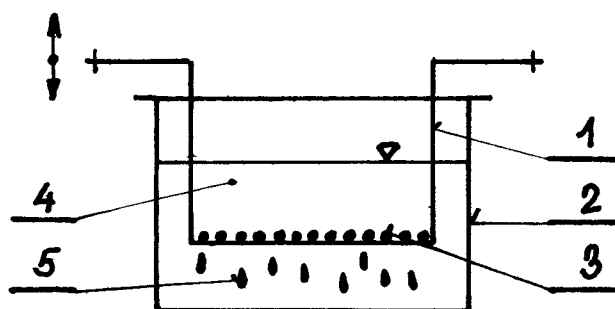
i možnost nechat přístroje pracovat po celých 24 hodin a potom přístroje vyrobí 240 l destilované vody. To by znamenalo, že by se lázně mohly měnit před každým rozběhem linky v nové směně. Doba činnosti destilačních přístrojů je tedy závislá hlavně na stupni znečištění každé ze tří lázní.

5. Druhý možný způsob ultrazvukového čištění knoflíků

Tento druhý způsob se liší od předchozího v operacích odvodnění a sušení. Předcházející operace se v podstatě neliší. Lázeň ve smáčecí vaně tvoří oproti dřívějšímu způsobu pouze obyčejná průmyslová voda. Lázeň v ultrazvukové vaně je tvořena opět průmyslovou vodou a již zmíněným synalodem 340. Také oplachovací vana je naplněna průmyslovou vodou. Tedy u tohoto způsobu odpadne použití destilované vody, a tím i destilačních přístrojů, které je veškerá nahrazena vodou průmyslovou.

5.1. Odvodnění výrobků

Zde probíhá poněkud složitější proces než u předchozího způsobu odvodnění pomocí stěrek. Odvodnění se děje v další do linky vřazené vaně tzv. odvodňovací. Tato vana obsahuje jako náplň lakový benzín. Ten má tu vlastnost, že sbaluje kapičky vody a odpoutává je z čištěného předmětu tzv. vytěšňovač vody. Voda potom odkapává z knoflíků na dno odvodňovací vany a tím jsou knoflíky zbaveny veškeré vody. U síta probíhajícího v odvodňovací vaně je třeba zajistit vibraci nebo trhavé svislé pohyby, aby došlo k dokonalému odvodnění.



1. Závěs se sítím
2. Odvodňovací vana
3. Skleněné knoflíky
4. Lázeň /lakový benzín/
5. Kapičky vody

obr. 3

Schematické znázornění odvodňovacího procesu je na obr.3 str. 36

Odvodňovací vana musí být izolována od ostatní linky, a zajištěno u ní dokonalé odsávání výparů lakového benzínu, který patří mezi toxické látky

5.2. Oplach v perchloru

Po operaci odvodnění je třeba odstranit zbytky lakového benzínu, což se provádí oplachem v tekutém perchloru. Pro dokonalé odstranění lakového benzínu je možné po tomto oplachu zařadit malou ultrazvukovou vanu, která by měla jako pracovní kapalinu opět perchlor.

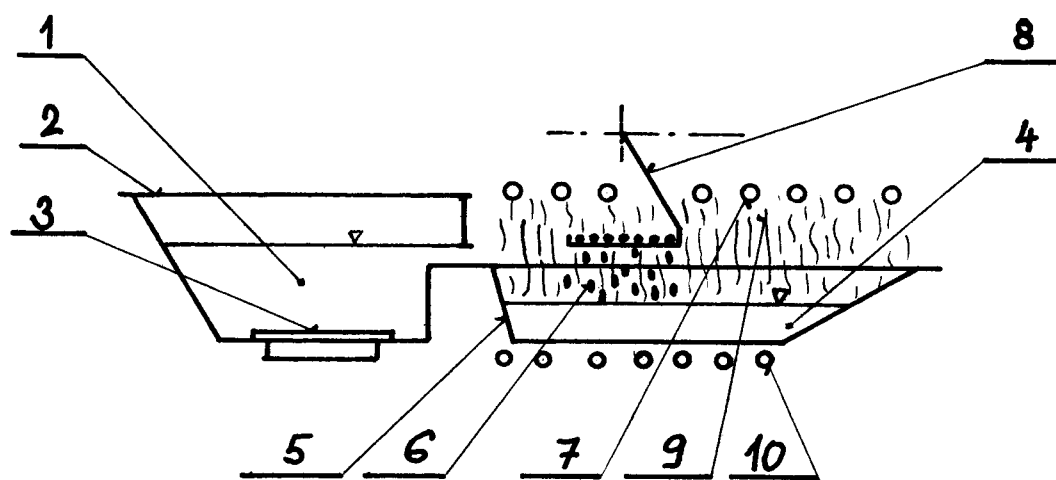
Po projití knoflíků touto ultrazvukovou vanou je veškerý lakový benzín odstraněn a nyní je třeba z knoflíků odstranit tekutý perchlor a to se provádí v tzv. sušící vaně.

5.3. Sušení v parách perchloru

Tato poslední operace probíhá opět v uzavřeném prostoru s dokonalým odsáváním. Sušení se provádí v parách perchloru, které jsou jedovaté a výbušné, a proto při práci je třeba dbát zvýšené opatrnosti a dodržovat veškeré bezpečnostní předpisy.

Perchlor se v tzv. sušící vaně vlivem zahřívání odpařuje a jeho páry stoupají vzhůru. Při styku perchlorových par se zbožím, na kterém ulpívají zbytky tekutého perchloru, dochází ke kondenzaci perchloru, který odkapává zpět do sušící vany a strhává s sebou perchlor ulpívající na zboží. Po vyjetí síta ze sušícího prostoru jsou knoflíky dokonale suché, lesklého vzhledu. Aby nedocházelo k vyčerpávání perchlorové sušící lázně vlivem unikání par do odsávacího prostoru, jsou zde chladicí spirály, na kterých unikající páry kondenzují. Tento kondenzát je zachycován a odváděn do již zmíněné ultrazvukové vany s perchlorem. Tím je zajištěna obnova a dokonalá čistota perchloru v ultrazvu-

kové vaně. Přebytečný perchlor potom odchází přepadem zpět do sušicí vany, kde probíhá jeho zpětné odpařování. Schematicky je znázorněn oplach v perchloru a sušení v parách perchloru na následujícím obr. 4.



obr. 4.

1. Perchlor v ultrazvukové vaně
2. Ultrazvuková vana
3. Ultrazvukový zářič
4. Perchlor v sušicí vaně
5. Sušicí vana
6. Zkondenzovaný perchlor
7. Chlací spirála
8. Síto s knoflíky
9. Páry perchloru
10. Vyhřívání na bod varu perchloru

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 39

6. Ekonomické zhodnocení

Pomineme-li nejprve jakékoliv finanční efekty přínášející zavedení nové mycí linky, je třeba na prvním místě vidět odstranění namáhavé lidské práce. Toto je hledisko, kterým je třeba se vždy řídit při navrhování nových zařízení. Při dřívějším způsobu mytí musela pracovnice přenášet a různě manipulovat se 450 kg knoflíků za jednu směnu. V nové lince se veškerá lidská práce omezila na nakládání a vykládání knoflíků na síta dopravníku.

V současné době mytí zajišťují dva pracovníci v oddělení brusírny a jeden pracovník v oddělení malírny.

Profese umývání je zařazena vzhledem k velmi namáhavé práci v profesi pomocný dělník do 4. třídy V. křivky, s hodinovým platem 5,25 Kčs a průměrným výkonnostním příplatkem 40 %. Celková hodinová mzda představuje 7,35 Kčs. Proplachování v kyselinách - tato profese je odměňována v 6. třídě V. křivky se základním tarifem 6,70 Kčs + 25 % výkonnostní příplatek, celkem 8,40 Kčs za odpracovanou hodinu. K této mzdě je přiznán ještě příplatek za zhoršené pracovní prostředí ve výši 1,30 Kčs za každou odpracovanou hodinu.

Sušení zajišťují dvě sušící pece typu SEL - 8s a SEL - 11. Kapacita těchto pecí je právě 15 000 tc za pracovní směnu. Spotřeba elektrické energie pecí:

malá pec 25 kWh

velká pec 50 kWh

Spotřeba vody na mytí je 8 - 10 m³.

Tyto údaje jsou na jednu pracovní směnu.

Pořizovací hodnota pecí:

malá pec /SEL - 8s/ 10 748 Kčs

velká pec /SEL - 11/ 18 719 Kčs

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 40

Mzdové náklady:

mytí po broušení ve vodě	1 600 Kčs
mytí po broušení v kyselině..	1 800 Kčs
mytí po dekorování	1 300 Kčs

Přibližné pořizovací a provozní náklady ultrazvukové mycí linky.

Největší část pořizovacích nákladů představuje ultrazvukové zařízení linky. Pořizovací hodnota generátoru UG-4 činí 147 000 Kčs. Pořizovací hodnota ultrazvukových zařízení představuje přibližně 45 000 Kčs.

Odhadnutá pořizovací hodnota ostatních součástí linky /dopravník, infrazářiče, vany, sprchy apod. + ostatní materiál/ 30 000 Kčs.

Náklady na provoz.

Jsou to náklady na elektrickou energii. Generátor při 40 - 60 % vytížení odebírá asi 10 kW a ultrazvukové zařízení asi také 10 kW - tzn. dohromady 20 kW za hodinu provozu. Tedy náklady na provoz ultrazvukového zařízení při sazbě 28 haléřů/kWh představují 5,60 Kčs za jednu hodinu provozu.

Dále je třeba sem zahrnout náklady na provoz infrazářičů. Jestliže použijeme 8 infrazářičů typu 511 o výkonu jednoho infrazářiče 1 kW, představují provozní náklady zařízení 2,24 Kčs/hod. Do provozních nákladů je třeba také zahrnout náklady na provoz dopravníku a destilačních přístrojů.

Tímto způsobem, jak již bylo dříve popsáno, se zvýší produkce výroby o 350 %, což představuje 53 000 tc umytých knoflíků za jednu pracovní směnu. U tohoto zařízení odpadá použití dvou sušících pecí, které jsou nahrazeny keramickými infrazářiči, a kyselin. Zařízení obsluhuje pouze jeden pracovník, na jehož kvalifikaci nejsou kladeny žádné zvláštní požadavky.

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 41

Obsluha celé linky je velmi jednoduchá a zboží umyté v ultrazvukové myčce dosahuje velmi vysoké kvality, neboť neobsahuje žádné nečistoty a je dokonale suché.

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 42

Závěr.

Tato práce se zabývá konstrukcí ultrazvukové čistící linky. Je zde popsána nová metoda mytí znečištěných předmětů /knoflíků/ pomocí ultrazvukových kmitů. Tato ultrazvuková myčka má nahradit dosavadní způsob mytí knoflíků, který je velmi neefektivní a zastaralý. U dosavadního způsobu mytí knoflíků nebylo dosahováno požadované čistoty, která je velmi důležitá, a bylo třeba vynakládat při mytí mnoho lidské práce. Právě tyto důvody vedly ke konstrukci zařízení, kterým by se dosahovalo vysokého stupně čistoty umytých knoflíků a dokonalého vysušení.

Metoda ultrazvukového čištění je novou progresivní metodou, kterou lze dosáhnout dokonalého vyčištění zboží. Lze ji použít ve všech odvětvích průmyslu. Zavedením ultrazvukové myčky se sníží čas potřebný na vyčištění předmětů 50 x a kvalita čištěného povrchu je velmi vysoká. Zavedením ultrazvukové myčky na knoflíky je možno zvýšit výrobu asi o 350 % a hlavně odstranit lidské úsilí vynakládané při dosavadním způsobu čištění.

Z ekonomického hlediska je tedy zavedení této linky do provozu velmi výhodné, neboť je třeba vždy hledat nová zařízení, která usnadní lidskou práci, nebo ji nahradí stroji. Musíme neustále zaváděním nových efektivnějších zařízení hledat cesty ke zvýšení produktivity, ale i kvality zboží a tím i nepřímo zvýšení životní úrovně všech lidí.

Miroslav Vlček

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 43
Seznam příloh Výkres č. DP 191/73 - 01 Ultrazvuková vana formát A0 Výkres č. DP 191/73 - 02 Schema ultrazvukové mycí linky formát A2			

VŠST Liberec	Mycí linka na knoflíky včetně sušení	DP 191/73	
Fakulta strojní		KSK	List 44

Seznam použité literatury

Současný technologický postup

Časopisy:

Automatizace 2.ročník 1959 č.5 str. 151 - 152

Chema zpravodaj 2/1971 str. 14 - 21

Technische Rundschau 59, Nr.18 str. 3 - 5

Korespondenční sdělení:

Chema n.p. Praha

Elektro-Praga n.p. Hlinsko v Čechách

VÚMA /Výzkumný ústav mechanizacie a automatizacie/
n.p. Nové Mesto nad Váhom

Synthesia n.p. Uhřetěves

Osobní sdělení:

ing. J. Šícha n.p. Preciosa Jablonec nad Nisou

s. Svárovský n.p. VÚSAB Jablonec nad Nisou