

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 1

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra sklářství a keramiky

Josef R a b o c h

Konstruktivní návrh zařízení na odebírání tabulí skla
z konce linky Float-sever a jejich ukládání do beden.

D i p l o m o v á p r á c e

DP 224/74

Vedoucí diplomové práce : Ing. Josef Sixta, VŠST
Konsultanti : Ing. Pek, s. Cinke, Sklo Union, n.p.
závod Řetenice

v Liberci 31. 5. 1974

Vysoká škola: strojná a textilní

Katedra: sklářství a keramiky

Fakulta: strojná

Školní rok: 1973/74

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Josefa H a b e c h a

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: Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float.

Pokyny pro vypracování:

V současné době se nařezané formáty skla z konce linky Float-sever odebírají a ukládají do beden ručně. Se stoupající výrobou rychlostí již tento způsob nevyhovuje.

Vypracujte konstrukční návrh zařízení na odebírání tabulí skla z konce linky Float-sever a jejich ukládání do beden.

Konstrukční zpracování návrhu řešte jako samostatné zařízení s časovou přestavkou vazbou na pracovní cyklus linky. Zaměřte se na možnost regulace cyklu a změny velikosti odebíraných tabulí.

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

Autorské právo vyhrazeno podle zákona č. 121/1963 Sb. ze dne
závěrečné zkoušky, vyhl. č. 121/1963 Sb. ze dne
13. července 1963 (zákon o vysokých školách) ze dne
31. 8. 1962 (zákon o vysokých školách) ze dne 11. 8. 1962

Rozsah grafických laboratorních prací: cca 40 stran textu doplněných výkresovou a výpočtovou dokumentací.

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury:

Výkresy stávající linky Float.

Technologický postup výroby linky Float.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Josef S i x t a

Konsultanti:

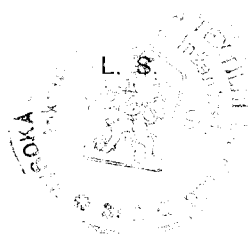
Ing. Pek, s. Cinke Sklo-Union, n.p.
závod Kamenice

Datum zahájení diplomové práce:

15. 10. 1973

Datum odevzdání diplomové práce:

31. 3. 1974



Prof. Ing. Dr. F. Kotěšník
Vedoucí katedry

Doc. Ing. O. Krejčíř, CSc
Děkan

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 2

O b s a h

Úvod	list 3
Současný stav	list 5
Návrh nového zařízení	list 11
Zhodnocení pohonů nového zařízení	list 15
Popis funkce a systém ovládání zařízení..	list 18
Návrh pojízďecí rychlosti kočky	list 21
Výpočet mostu	list 23
Výpočet vakuového obvodu	list 32
Návrh pneumatického obvodu	list 45
Schéma a popis činnosti logického obvodu.	list 46
Návrh pružiny tlumiče	list 54
Návrh doplňkových zařízení pro dokonalou činnost navrhovaného zařízení	list 56
Závěr	list 58
Seznam použité literatury	list 59
Seznam technické dokumentace	list 60

VŠST Liberec	Odebrání nářezů tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 3

Ú v o d

Ploché sklo se dnes uplatňuje ve stále rostoucí míře v architektuře, stavitelství a plní hlavní část zaklívacích úkolů. Kromě toho slouží jako polotovar k dalšímu usměrňování, výrobě všech druhů bezpečnostních skel a k zhotovení čaluných speciálních plochých skel.

V oboru plochých skel zaujímá nejdůležitější místo ploché sklo tažené. Nejnovějším způsobem výroby plochého skla je tzv. Float proces anglické sklářské společnosti Pilkington Brothers Ltd. Je to originální řešení problému lití skleněného pásu a povrchem prakticky úplně rovný a s výbornou optickou jakostí. Dnes představuje výrobní způsob Float proces převrat ve výrobě plochého skla. Tato nová technologie se stala vážnou konkurencí na úseku výroby zrcadlového skla a vystřídala mohutné konvejerové linky na kontinuální broušení a leštění plochého skla. Podle dosudního stavu techniky předčí produktivita výroby a ekonomičtější charakter nového způsobu spíše než dosavadního způsobu zhotovení zrcadlového skla i v nejmodernější obměně oboustranného broušení, tzv. twin dozing.

U všech způsobů výroby plochého skla je společné to, že vyžadují sklovinu nejlepší jakosti,

VŠST Liberec	Odstřecí zařízení tabulí skla na lince Floet	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 4

dokonale utavenou, vyčištěnou a homogenní. Výsledek výroby a jakost skla závisí nejenom na technologické úrovni výroby skloviny, ale i na dalším zpracování.

Výroby nekončí vlastním procesem vytvoření pásu skla. Odřezané vychlazené tabule se dále zpracovávají na řezací lince na požadované rozměry. Praktické použití plochého skla v nemalé míře závisí na možnosti přizpůsobit rozměry nejrozličnějším požadovaným velikostem. Celý proces zpracování plochého skla od odlomení tabule až po rozřezání na požadované rozměry je vlastně směřující nejrozsáhlejších úkonů - odlamování, přenášení, řezání atd. I když jsou za současného stavu výroby v průběhu různé odlamovací, překládací, řezací i jiné zařízení je podíl ruční práce veliký. Vstupuje zde do popředí fyzická námaha, poměrně velké nebezpečí úrazu a v neposlední řadě současný nedostatek pracovních sil. Ruční práce značně předražuje výrobu a je při zvyšování produktivity práce překážkou. Má-li se československá sklářská výroba zbavit cestou zvyšování produktivity práce, zvyšování sortimentu, objemu a jakosti při omezeném počtu pracovních sil, musí se nutně ubírat cestou mechanizace a automatizace. Důležitým faktorem je zde i efektivnost a zlevňování výroby.

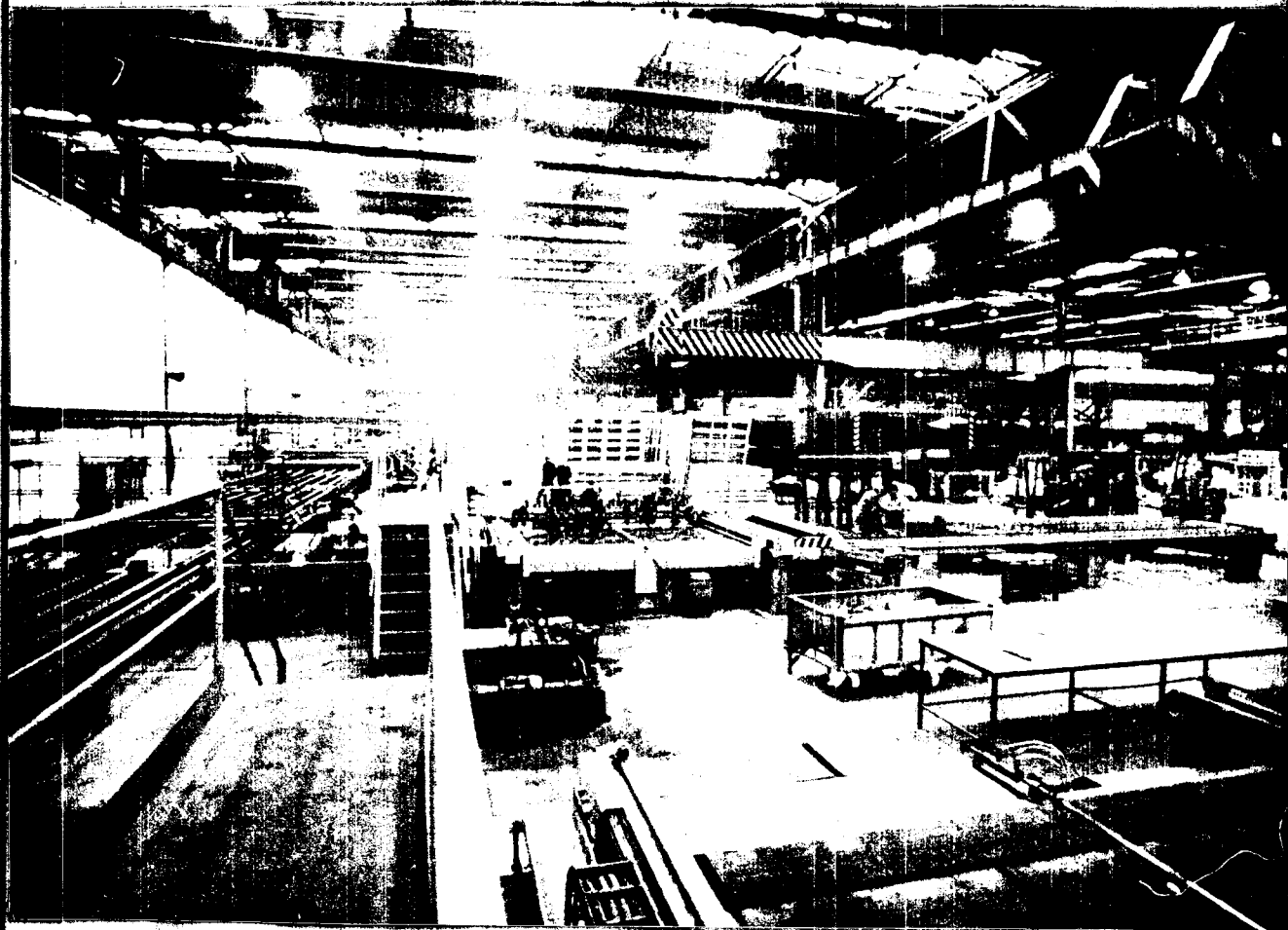
VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 5

Současný stav

Dosavadní stav ukládání tabulí na lince Float sever je takový, že tabule dojde na koncový pas linky. Po projetí rozlamovacími válci se nařezané formáty sestaví u stanoviště výstupní kontroly. Zde je tabule skontrolována co do optických vad, rozměry jsou dány pevným nastavením řezacích hlavic. Kontrolor vedné tabule označí a ty pak putují do střepového hospodářství, ostatní dobré tabule jsou obsluhou ručně odebírány z linky a ukládány do beden. K této operaci je třeba čtyř pracovních sil. Dvě připravují bedny a prokládají skleněné tabule papíry, další dvě provádějí samotné odebírání tabulí z linky a ukládají do beden. Protože se jedná o práci velmi namáhavou, monotónní a nebezpečnou, je zde velké nebezpečí poranění o ostré hrany tabulí skla, jak při odebírání z linky, tak při ukládání do bedny. Navíc je tato práce značně fyzicky namáhavá, neboť rytmus práce není určen zručností pracovníků a jejich fyzickou kondicí, ale cyklem linky. Z těchto důvodů je tato část výroby brzdou při jejím dalším zvyšování a zlevňování výroby. Tato operace je též na lince Float sever jedinou, kde prochází tabule skla lidskou rukou a je proto snaha, aby s rozvojem výroby byl lidský činitel jako jediná vážná překážka z výroby odstraněn.

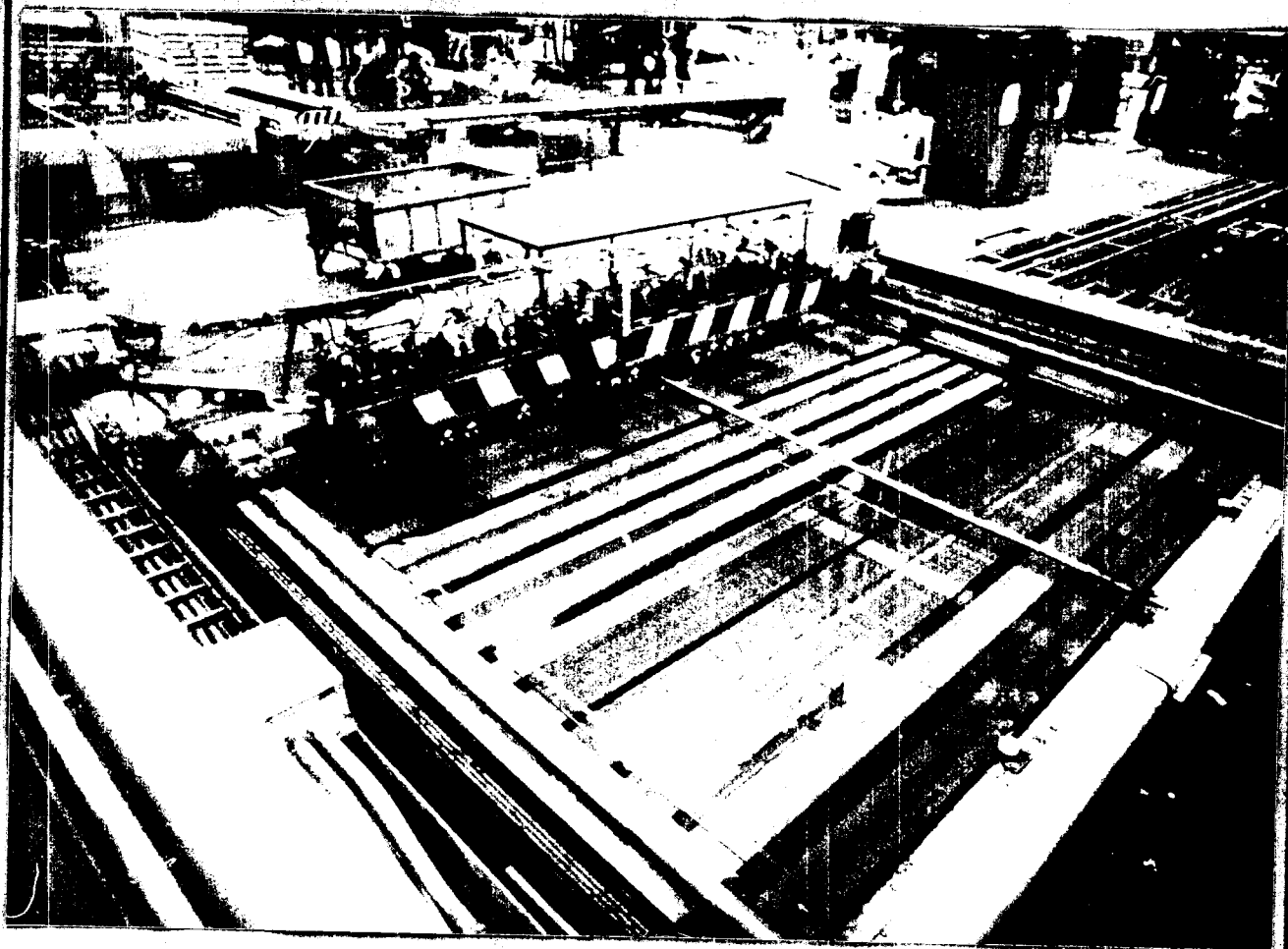
VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 6

Odstranění lidského činitele z výroby, její mechanizace a automatizace je jedinou správnou cestou jak zvyšovat produktivitu a efektivnost výroby. V naší zemi, o níž lze říci, že fond pracovních sil je prakticky vyčerpán a omezen pouze na roční přírůstky si další rozvoj hospodářství přímo vynucuje zavádění nové techniky a automatizace. To platí pro průmysl všeobecně a tím spíše pro sklářství. Zvláště proto, že se nyní rasí linie o přednostním rozvoji těch odvětví průmyslu, která pracují z vlastních zdrojů. Sklářský průmysl je jedním z nich, přes to, že je zde řada různých strojních zařízení, podíl namáhavých ručních prací je značný, je proto dobrým řešením zavádění mechanizace a automatizace do výroby.

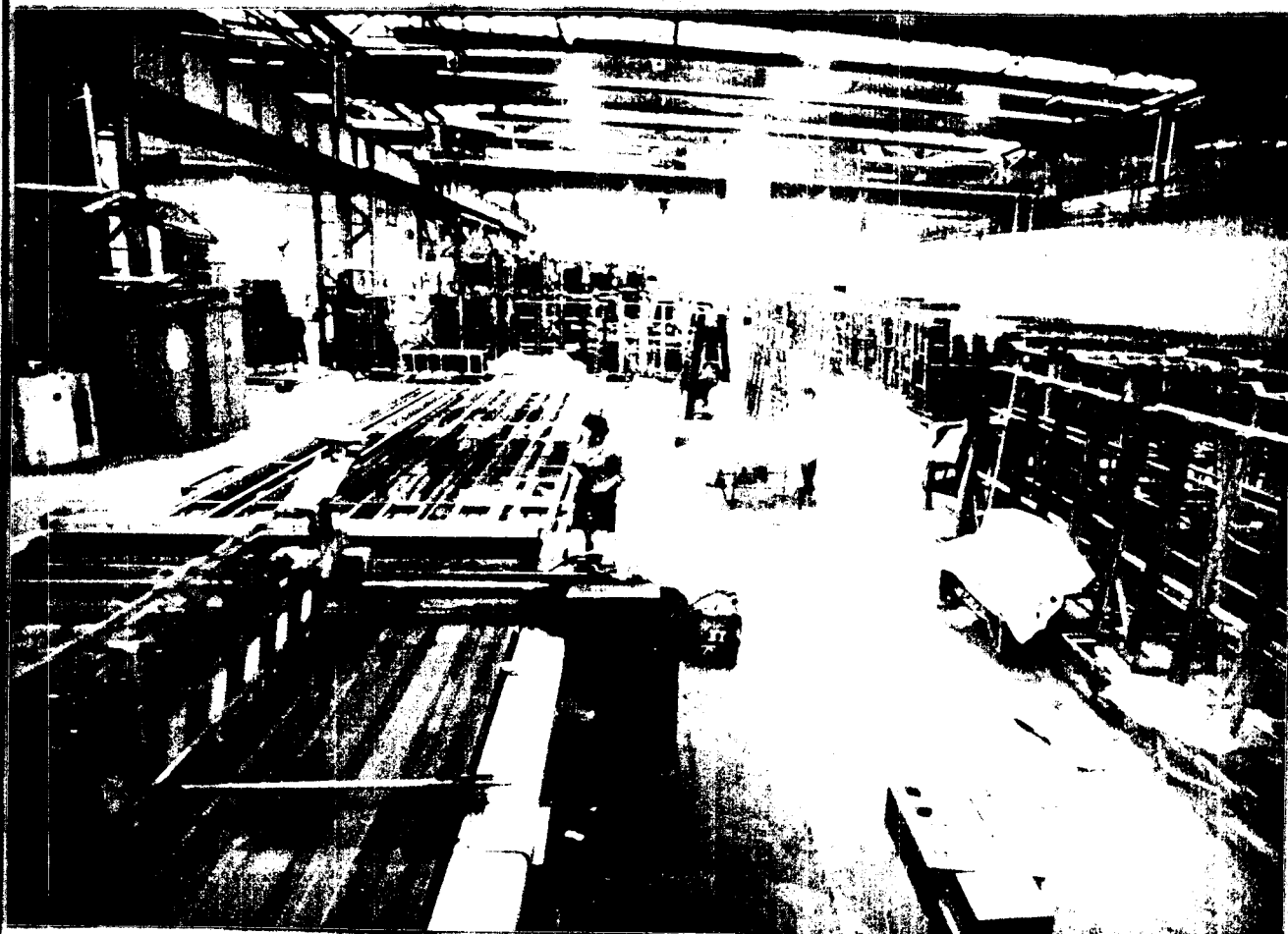


Celkový pohled na konec linky Float sever

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 8



Řezací stůl linky, kde je tabule rozřezána
na skupinku tabulí konečných rozměrů



Kontrola optických vad tabulí, odebírání
tabulí a ruční ukládání do beden

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 10



Ukázka bedny do jakých jsou tabule ukládány

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 11

Návrh nového zařízení

Tato práce obsahuje návrh mechanismu na odebírání tabulí skla z linky Float sever a jejich ukládání do beden. Tabule mají maximální rozměr 2000 x 1000 mm, tloušťku 3 - 6 mm. Řešení tohoto mechanismu se snaží odstranit dosavadní námahovou a nebezpečnou práci. Umožňuje automatizaci této poslední etapy výroby skleněné tabule. Řeší manipulaci tak, aby nemuselo dojít k úpravám dosavadního konce linky Float sever a snaží se o minimální náreky na prostor, nenáročnou obsluhu a zajištění bezpečnosti při práci. Ovládání mechanismu je projektováno tak, aby zařízení mohli obsluhovat osoby zapracované bez jakékoliv kvalifikace.

Přenášení tabule je prováděno přísavkami upevněnými na stavitelném rámu. Rám je nesen na pístní tyči vzduchového válce upevněného na kočce. Kočka pojezdí po mostě pomocí lanového pohonu. Rychlost pohybu kočky je odvozena od třífázového motoru prostřednictvím šnekové převodovky.

Čelý pracovní cyklus je ovládán impulsem koncových vypínačů sledujících pohyb tabule skla. Spojení všech zařízení mechanismu s logickým obvodem umožňuje optimální využití pracovního cyklu.

VŠT Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 12

Logický obvod je konstruován tak, aby od obsluhy, tj. od kontrolora nevyžadoval žádnou duševní námahu spojenou s odebíráním tabulí. Kontrolor pouze určuje spáčkutím jednotlivých tlačítek, která tabule je vadná. Vadná tabule putuje s pásem dál do střepního hospodářství na konci linky.

8. března 1974

Jako alternativy pro řešení přenosu tabule z linky do bedny byly uvažovány různé způsoby pomocí pákových a jiných mechanismů. Vybrán byl však navrhovaný způsob přenosu tabule, protože při tomto způsobu vykonává tabule nejkratší možnou dráhu. Dráha se skládá ze tří přímkových úseků, postupně na sebe kolmých. Tabule skla po dobu manipulace nemění svoji orientaci a na nejdělném úseku dráhy, vykonávaném pojezdem kočky je orientována tak, že její odpor je minimální. Naopak při ukládání do bedny bude kladně spolupůsobit odpor vzduchu.

Rám se savkami je konstruován jako nastavitelný a to tak, že nastavitelné jsou jak lišty s přísavkami, tak samotné přísavky na lištách, čímž je zaručena možnost odebírání tabulí různých formátů. Samotné přísavky jsou odpruženy pružinovým tlumičem, tak že umožňují měkké doručení rámu na tabuli i její uložení do bedny.

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 13

Přívod vakua do přísavek je jednou hadicí od výšvy 22V výrobek Sigay Hranice. Hadice je napojena na rozdělovač, z rozdělovače je proveden přívod ke každé přísavce vsláší přes ruční kohout. Toto propojení umožňuje odpojit jednotlivé přísavky, pokud jejich činnost není nutná při odebírání tabulí malých rozměrů. V případě nedosta-
tečného dosednutí jedné přísavky, vznikne do va-
kuového obvodu vzduch a nemůže tak dojít k odeb-
rání tabule do odstranění poruchy.

Vestikální pohyb rámu je zajištěn pneumatic-
kým válcem na jehož pístní tyči jest zavěšen.
Rychlost pohybu tohoto válce není ve výpočtu za-
hrnuta, neboť je závislá na zařízení škrtících
ventilů a to je možné určit jen při realizaci to-
hoto návrhu, či na jeho funkčním modelu. Optimální
zařízení rychlosti pohybu pneumatického válce je
základním požadavkem pro úspěšnou činnost navrho-
vaného zařízení. Pro pohyb směrem dolů, který píst
vykondává při nájedu rámu s přísavkami na tabuli
skla a při ukládání tabule do bedny je důležité
nastavení rychlosti pístu takové, aby nedocházelo
k rozbití tabule, či jejímu poškození. Naopak pro
pohyb pístu směrem nahoru, po uložení tabule do
bedny, by měla být využita maximální možná rychlost
pístu, aby se tak ušetřil čas a mechanismus mohl

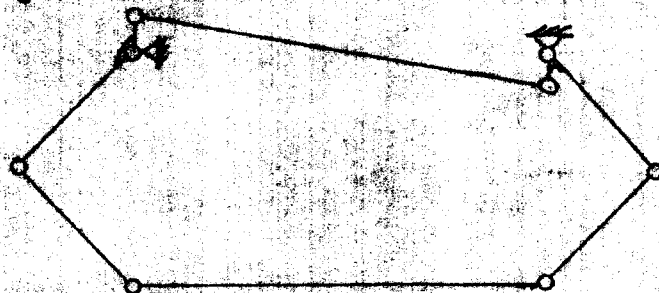
VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojí		KSK	list 14

pracovat v čase daném cyklem výroby.

Při vypracování výpočtové části bylo dbáno o postihnutí všech nepříznivých okolností provozu, přes tuto snahu nebylo možno všechny určit a zahrnout do výpočtu. Správnost navržených parametrů je však třeba ověřit na funkčním modelu v podmínkách za jakých bude dané zařízení pracovat. Jedná se o podchycení vlivu prašnosti prostředí, čistoty povrchu tabulí skla a těsnosti vakuového obvodu. Z těchto důvodů považují pasáž o tom kolik přísátí dovoluže větrník bez použití vývěvy pouze za informativní.

Aby byla zajištěna stálá poloha tabule a nedocházelo k natočení rámu vůči kočce, je použito mechanismu /viz obr. č. 1/, který zajišťuje rám proti natočení a zaručuje rovnoběžnost rámu s kočkou. Při odebírání tabulí menších formátů dochází k tomu, že těžiště tabule se zmenšujícím formátem posunuje k levé přední přísavce. Proto je vyrovnávání rámu nezbytné, aby nedocházelo k nadměrnému namáhání pístní tyče na ohyb. Vyšetření mechanismu nebylo provedeno, neboť mechanismus zde působí pouze jako stabilizační člen a není téměř namáhán.

obr. č. 1



VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 15

Zhodnocení pohonů nového zařízení

Pro navrhované zařízení má největší význam spolehlivý pohyb kočky v obou směrech s možností plynulého zvyšování rychlosti pojezdu s přesným počátkem a koncem dráhy. Požadavky na pohon pojezdu kočky :

- možnost přesného zastavení v daném bodě dráhy
- plynulost rozjezdu a dojezdu
- tuhost celého pohonu - ve spojení s koncovými vypínači na dráze mostu
- jednoduchost konstrukce a z ní vyplývající nenáročnost na obsluhu a údržbu
- hospodárny provoz

Při řešení pojezdu kočky bylo možno užít čtyř alternativ pohonů pojezdu :

- a - pojezd s vlastním pohonem na kočce
- b - pohon nekonečným galovým řetězem s motorem mimo kočku na rámu mostu
- c - pohon kuličkovým šroubem a maticí s motorem na rámu mostu
- d - pohon nekonečným lanem s motorem na rámu mostu

add a - tento druh pohonu byl od začátku zamítnut pro své zjevné nevýhody, neboť jeho aplikace by neumožňovala přesné brzdění a navíc

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 16

zvyšoval váhu pohyblivé hmoty.

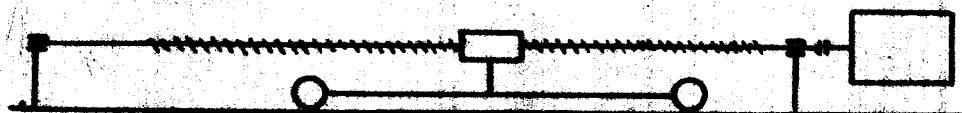
add b - tento druh pohonu bylo nutno zamítnout, protože zde bylo velké nebezpečí, že by se řetěz opakovanými rázy vytahoval a vznikaly by tak zbytečné poruchy a zařízení by se prodražovalo novými náklady na obnovu řetězu.

add c - tento pohon se zdál být nejvhodnější pro svoji vysokou účinnost a spolehlivost. Byl zamítnut, protože při požadovaných rychlostech i při použití šroubu s největším stoupáním by šroub nutně pracoval v nadkritické oblasti otáček /přes 3600 ot/min./. Při časté změně směru otáčení šroubu by docházelo k vysokým požadavkům na materiál a roztočení na tak vysoké otáčky a jejich okamžitá změna by bylo značně nehespodárné s ohledem na vysokou spotřebu energie. Tento způsob pohonu by vyžadoval značné pořizovací náklady a pečlivou údržbu.

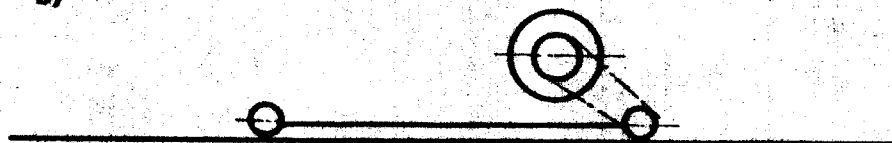
add d - tento pohon byl zvolen pro svoji jednoduchost, provozní spolehlivost, nízké pořizovací náklady a snadnou vyměnitelnost.

Obr. č. 2

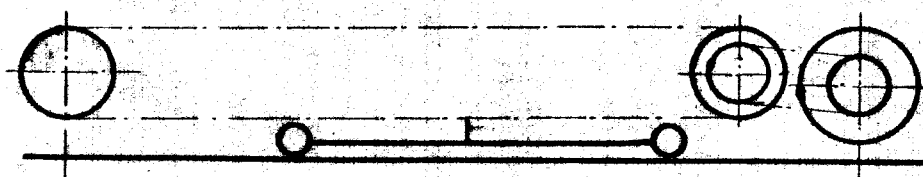
a/



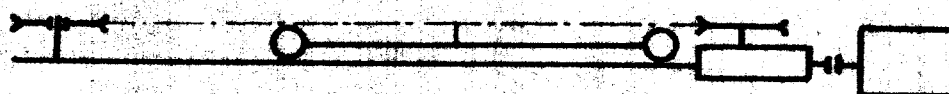
b/



c/



d/



VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 18

Popis funkce a systému ovládání zařízení

Nechť výchozí poloha kočky je :

Kočka v krajní poloze nad linkou a rám s přísavkami je zatažen t.j. pístní tyč pneumatického válce je zatažena.

Pracovní cyklus zařízení začíná tím, že na koncový vypínač umístěný na lince najede tabule skla. Na impuls tohoto vypínače prostřednictvím logického obvodu dojde k okamžitému zastavení pasu linky a přesunutí ventilu pneumatického válce. Pneumatický válec najíždí s rámem s přísavkami na tabuli skla. Dojde-li k dotyku sávek vlivem pohybu pneumatického válce, dojde ke stlačení pružin tlumiče přísavek. Na toto stlačení reaguje koncový vypínač. Tento vypínač přestaví prostřednictvím logického obvodu ventil vakuového obvodu a propojí vakuový obvod s větrníkem. Tím dojde k přísátí tabule k přísavkám. Po této operaci dojde k přestavení ventilu pneumatického obvodu a pneumatický válec zdvihne rám s přísavkami do výchozí polohy ke kočce. Na dosednutí rámu ke kočce reaguje vypínač, jež předá impuls logickému obvodu a jeho prostřednictvím dojde k uvedení motoru pojezdu do chodu a kočka se plynule

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojí		KSK	list 19

rozjízdí směrem k bedně. Najetím na koncový vypínač dojde k blokování motoru pojezdu kočky - kočka se zastaví a přestaví se ventil pneumatického válce. Pneumatický válec vysune rám s přísavkami tak dlouho, dokud dosednutím tabule na dno bedny či na jinou tabuli nedojde k sepnutí koncevého vypínače umístěného na tlumiči přísavky. Impuls tohoto koncevého vypínače dá povel prostřednictvím logického obvodu k přestavení ventilů vakuového a pneumatického obvodu - dojde tím k uvolnění tabule od přísavek a k vyzdvižení rámu s přísavkami vzhůru ke kočce. Dosednutím rámu ke kočce dojde k sepnutí koncevého vypínače. Povel tohoto vypínače uvede v činnost zpětný pojezd kočky - kočka se vrací do výchozí polohy. Na této poloze je blokována najetím na blokový vypínač. Další cyklus se opakuje na povel koncevého vypínače.

Celý mechanismus pracuje automaticky, nezávisle na obsluze. Obsluha pouze vymění naplněnou bednu za prázdnou. Kontrolor od ovládacího pultu dává pokyn mechanismu, kterou tabuli nemá odebírat.

Kontrolor prohlíží skupinku třech či čtyř tabulí, a hodnotí je ce do optických kvalit.

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 20

Vyskytne-li se ve skupince některá tabule vadná, značkne kontrolor mazací tlačítko, příslušné pořadí vadné tabule.

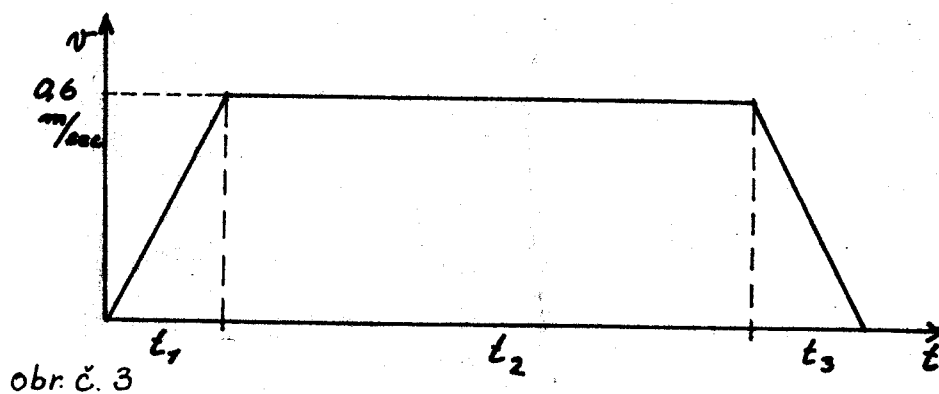
Na ovládacím panelu jsou dvě skupiny tlačítek, jedna skupina o třech a druhá o čtyřech. V provozu je zapojena pouze jedna skupina podle toho jaký je počet tabulí ve skupince. Skupinka vznikne posledním rozřezáním velké tabule skla na konečné formáty na řezacím stole před stanovištěm kontrolora. Stanoviště kontrolora je od odebíracího zařízení vzdáleno cca 4,5 m, což je vzdálenost jednotlivých skupinek tabulí od sebe. Z tohoto stanoviště kontrolor dává pokyny logickému obvodu o tom, která tabule je vadná značknutím mazacího tlačítka. Tlačítka jsou v klávesnici řazena tak, aby svým pořadím odpovídala pořadí tabule ve skupince. Znamená to, že první tabuli zleva působí první tlačítko zleva, druhé tabuli přísluší druhé tlačítko zleva atd. Tímto řazením je zaručeno, že kontrolor nemusí sledovat ovládací panel, má prostě položený tlačítkům a značká příslušná tlačítka dle potřeby. Dále má kontrolor na ovládacím pultu jedno havarijní tlačítko, kterým v případě havarijní situace zajistí zastavení odebíracího zařízení a všechny skleněné tabule přicházející linkou pak putují do střešového hospodářství.

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 21

Návrh pojízďecí rychlosti kočky

Průměrný interval přísunu tabule je 20 vteřin. Jelikož je nutno počítat se zvýšením výroby je třeba uvažovat rychlost kočky takovou, aby interval mezi jednotlivými cykly byl 12 vteřin. Doba pojezdu kočky je určující pro dobu celého cyklu. Největší možné zrychlení, kdy setrvačná síla působící na tabuli nepřekročí sílu potřebnou pro udržení tabule na přísavce je $0,8 \text{ m/sec}^2$.

Průběh rychlosti v závislosti na čase



obr. č. 3

navržená rychlost : $0,6 \text{ m/sec}$

doba rozjezdu $t_1 = 0,75 \text{ sec}$

doba dojezdu $t_3 = 0,75 \text{ sec}$

$$\text{zrychlení } a = \frac{v}{t_{1,3}} = \pm \frac{0,6}{0,75} = \pm 0,8 \text{ m/sec}^2$$

$$t_1 = t_3 = t \quad s = \frac{2 \cdot a \cdot t^2}{2} + v \cdot t_2$$

$$t_2 = \frac{s - a \cdot t^2}{v} = \frac{2,5 - 0,8 \cdot 0,75}{0,6} = 3,42 \text{ sec}$$

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 22

Celkový čas pojezdu :

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = 0,75 + 3,42 + 0,75 = 4,92 \text{ sec}$$

tento čas vyhovuje režimu mechanismu.

Vzhledem k tak krátké době rozjezdu a dojezdu není třeba regulovat rychlost motoru.

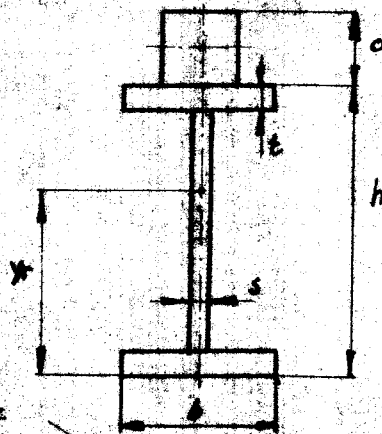
Dané podmínky vyhovují dynamice motoru. Dojezd je proveden tak, že ve vzdálenosti 2,05 m od počáteční polohy kočky dojde k vypnutí motoru a motor vlastní setrvačností zajistí dojezd.

Vliv setrvačných sil působících na kočku je možno zanedbat, nebo samosvornost užití šnekové převodovky brání kočce v pohybu, není-li motor v činnosti.

Výpočet mostu, kontrola na průhyb

Nosný profil tvoří tyč I 8 s navařeným čtvercovým profilem o straně $a = 20 \text{ mm}$.

Výpočet momentu setrvačnosti profilu.



obr. 4

$$y_T = \frac{h}{2}$$

$$y_T = \frac{1 \cdot b \cdot \frac{1}{2} + a(b-2t) \cdot t + b \cdot \frac{1}{2} + a^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot (b+a/2)}{1 \cdot b + a(b-2t) + t \cdot b + a^2}$$

osobní hodnoty
dosazujeme v cm

$$= \frac{0,59 \cdot 4,2 \cdot 0,285 + 0,39(8-1,18) + 0,59 \cdot 4,2(80-0,285) + 4 \cdot 9}{2(0,59 \cdot 4,2) + 0,39(8-1,18) + 4}$$

$$= 50,4 \text{ mm} - \text{dosazujeme cm - výsledek mm?}$$

$$= 5,12 \text{ cm}$$

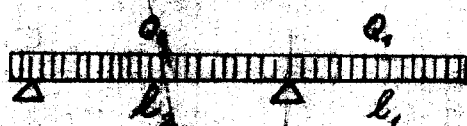
Moment setrvačnosti I_n

$$I_n = I_I + S_I (y_T - h/2)^2 + I_{II} + a^2 (a/2 + h - y_T)^2$$

$$= 77,8 + 7,6(50,4-4)^2 + 16/12 + 4(2+8-5,04)^2$$

$$= 185,742 \text{ cm}^4$$

výsledek dosazujeme stejné jednotky
mm⁴, cm



$$l_1 = 220 \text{ cm}$$

$$l_2 = 330 \text{ cm}$$

obr. č. 5

váha 1 m = 5,95 kg

$$Q_1 = 2,2 \cdot 5,95 = 13,1 \text{ kp} \checkmark$$

$$Q_2 = 3,3 \cdot 5,95 = 19,65 \text{ kp} \checkmark$$

Ohybový moment od vlastní váhy

$$M_{11} = \frac{Q_1 \cdot l_1}{2} = \frac{13,1 \cdot 220}{2} = 1440 \text{ kpcn}$$

$$M_{21} = \frac{Q_2 \cdot l_2}{2} = \frac{19,65 \cdot 330}{2} = 810 \text{ kpcn}$$

Ohybový moment od zatížení kočkou.

Pro zařízení mostu kočkou je uvažováno krajně nepříznivý případ, že váha kočky je soustředěna do předních kol, to znamená, že váha působí až na konci nosníku l_1 . Ve skutečnosti je váha soustředěna do těžiště kočky a maximální tlak na jedno kolo je 25 kp. Tímto přepočtem je dosaženo bezpečnosti $s = 2$

$$M_{12} = \frac{G}{2} \cdot l_1 = 50 \cdot 220 = 11000 \text{ kpcn}$$

$$M_{22} = \frac{G/2 \cdot l_2}{2} = \frac{50 \cdot 330}{2} = 8250 \text{ kpcn}$$

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 25

Maximální působící moment

$$M_{\max} = M_{11} + M_{12} = 1440 + 11000 = 12440 \text{ kpcm}$$

Modul průřezu v ohybu

$$W_o = \frac{I}{e} = \frac{185,7}{5,98} = 37,5 \text{ cm}^3$$

Ohybové napětí

$$\sigma_o = \frac{M_{\max}}{W_o} = \frac{12440}{37,5} = 331 \text{ kpcm}^{-2}$$

Průhyb - od vlastní váhy

$$f_{11} = \frac{Q_1 \cdot l_1^3}{8 \cdot E \cdot I} = \frac{13,1 \cdot 10,7 \cdot 10^6}{8 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 185,7} = 0,045 \text{ cm}$$

$$f_{21} = \frac{Q_2 \cdot l_2^3}{185 \cdot E \cdot I} = \frac{19,65 \cdot 36 \cdot 10^6}{185 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 185,7} = 0,0098 \text{ cm}$$

- od zatížení kočkou

$$f_{12} = \frac{Q/2 \cdot l_1^3}{3 \cdot E \cdot I} = \frac{50 \cdot 10,7 \cdot 10^6}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 185,7} = 0,458 \text{ cm}$$

$$f_{22} = \frac{7 \cdot Q/2 \cdot l_2^3}{768 \cdot E \cdot I} = \frac{7 \cdot 50 \cdot 36 \cdot 10^6}{768 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 185,7} = 0,0421 \text{ cm}$$

Celkový průhyb

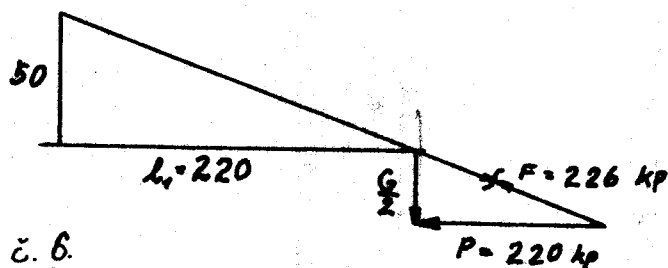
$$f_1 = f_{11} + f_{12} = 0,045 + 0,458 = 0,503 \text{ cm}$$

$$f_2 = f_{21} + f_{22} = 0,0098 + 0,0421 = 0,0519 \text{ cm}$$

Průhyb f_1 by přesahoval mez povolenou normou
ČSN 27 0101 čl. 416

Průhyb tohoto nosníku vykompenzujeme tažnými
lany, která ponесou část zatížení na konci
nosníku.

Silové poměry na takto vytvořeném nosníku



obr. č. 6.

$$\frac{G}{2} = 50 \text{ kp}$$

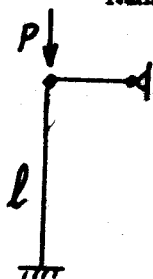
Z podobnosti silového trojúhelníku a trojúhelníku :
nosník, sloup, lano vyplývá, že síla $P = 220 \text{ kp}$

Síla v jednom tažném laně

$$F = \sqrt{(G/2)^2 + 220^2} = \sqrt{2500 + 48500} = 226 \text{ kp}$$

Tomuto namáhání vyhovuje lano $\varnothing 5 \text{ mm}$

Namáhání nosníku na vzpěru působením síly P



vzpěrná délka $l_0 = 0,7 \cdot l$

Napětí v prutu

$$\sigma = \frac{P}{F} \cdot c \leq \sigma_{\text{dov}}$$

F - plná plocha průřezu

σ_{dov} - dovolené namáhání materiálu v tlaku

c - součinitel vzpěrnosti - z tabulek

$$\lambda = \frac{l_0}{i} - \text{štíhlostní poměr}$$

l_0 - vzpěrná délka

i - poloměr setrvačnosti

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{185,7}{11,6}} = \sqrt{16} = 4 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{0,7 \cdot 220}{4} = 38,5$$

$$c = 1,115$$

$$\sigma = \frac{P}{F} \cdot c = \frac{220}{11,6} \cdot 1,115 = 21,1 \text{ kpcm}^2$$

$$\sigma < \sigma_{\text{dov}}$$

v jednom laně působí síla S

$$S = \sqrt{P^2 + (G/2)^2} = \sqrt{220^2 + 50^2} = 224 \text{ kp}$$

Tato síla vykompenzuje sílu způsobenou vahou
kočky a průhyb nosníku se tak zmenší o hodnotu
průhybu.

Po úpravě bude průhyb nosníku :

$$f_1 = f_{11} + f_{12} - f_{12} = 0,045 \text{ cm}$$

$$f_2 = f_{21} + f_{22} = 0,0098 + 0,421 = 0,0519 \text{ cm}$$

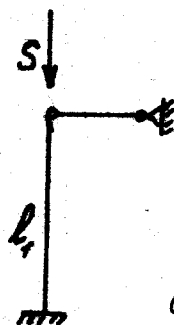
Maximální průhyb přípustný normou ČSN 27 0101

$$f_{1\max} = \frac{l_1}{700} = \frac{220}{700} = 0,314 \text{ cm} \gg f_1$$

$$f_{2\max} = \frac{l_2}{700} = \frac{330}{700} = 0,472 \text{ cm} > f_2$$

Most vyhovuje normě.

Kontrola nosných sloupů na vzpěr



Trubka Ø 163-4,5-1400 mm

$$l_1 = 0,7 \cdot l$$

obr. č. 7

i - poloměr setrvačnosti

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{712}{25,4}} = 5,28 \text{ cm}$$

I = moment setrvačnosti

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4) = \frac{\pi}{64} (16,3^4 - 15,4^4) = 712 \text{ cm}^4$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{0,7 \cdot l}{i} = \frac{0,7 \cdot 200}{5,28} = 26,5$$

$$c = 1,07$$

$$\sigma = \frac{S}{F} \cdot c = \frac{85}{25,4} \cdot 1,07 = 3,56 \text{ kp/cm}^2$$

$$S = Q_1 + Q_2/2 + Q/2 = 13,1 + 19,65 + 50 = 82,75$$

$$S \approx 85 \text{ kp}$$

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí akla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 29

$$F = (D^2 - d^2) \frac{\pi}{4} = (16,3^2 - 15,4^2) \frac{\pi}{4} = 25,4 \text{ cm}^2$$

Z výpočtu vyplývá, že trubka sloupu je značně předimenzovaná, což je způsobeno jejím druhým určením - funkcí větrníku.

Bezpečnost proti vybočení nosníku
norma ČSN 27 0101 čl. 773

$$\frac{M}{W} \cdot c_z \leq \sigma_{dov}$$

M - největší ohybový moment
W - průřezový modul neoslabeného průřezu
c_z - součinitel zborcení

$$c_z = \frac{\sigma_T}{\sigma_{krit}}$$

$$\sigma_T$$
 - mez průtažnosti t/cm²

$$\sigma_{krit}$$
 - kritické napětí t/cm²

$$\sigma_{krit} = f(\xi) \cdot \left(\frac{h}{l}\right)^2 \cdot \frac{I_y}{I_x} \cdot 10^3$$

$$\xi = 1,55 \left(\frac{h}{l}\right)^2 \cdot \frac{I_k}{I_y}$$
l - rozpětí nosníku
h - vzdálenost těžiště horního a dolního pásu
I_k - moment tuhosti v kroucení
I_x - moment setrvačnosti průřezu k ose x
I_y - moment setrvačnosti průřezu k ose y

Moment tuhosti v kroucení lze počítat dle

ČSN 270101 čl 784

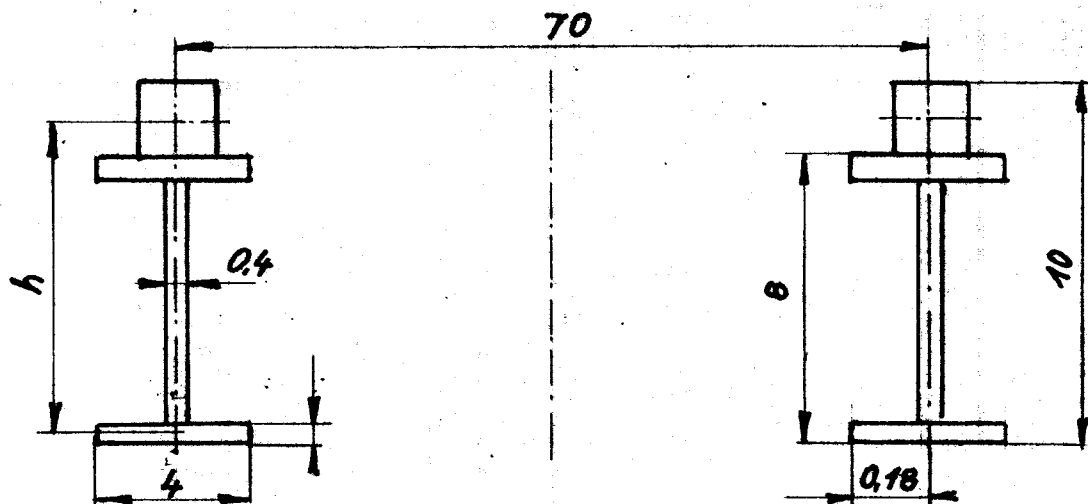
$$J_k = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^n b_i \cdot t_i^3$$

η ... koeficient podle tvaru průřezů vedených
v tabulce XXII

Pro $I = 1,3$

$b_i; t_i$... délky a tloušťky jednotlivých rovných
částí, z nichž se dá průřez složit

n počet jednotlivých rovných částí, z nichž
je průřez složen



obr. č. 8

$h = 8,7$ cm - vzdálenost těžiště horního
a dolního pásu

$$I_k = \frac{1}{3} \cdot 1,3 \cdot (8 \cdot 2 \cdot 0,4^3 + 2 \cdot 2 \cdot 2^3 + 0,18 \cdot 8 \cdot 0,6^3) = 14,55 \text{ cm}^4$$

$$\text{Výpočet } f = 1,55 \cdot \left(\frac{1}{h}\right)^2 \cdot \frac{I_k}{I_y} = 1,55 \cdot \left(\frac{330}{8,7}\right)^2 \cdot \frac{14,55}{4760} = 0,68$$

Podle tabulky XIX

pro $f = 0,68$ je $f \cdot (f) = 4,32$

Kritické napětí

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{krit}} &= f \cdot (f) \cdot \left(\frac{h}{l}\right)^2 \cdot \frac{I_y}{I_x} \cdot 10^3 = \\ &= 4,3 \cdot \left(\frac{8,7}{330}\right)^2 \cdot \frac{4760}{371,4} \cdot 10^3 = 39 \text{ t/cm} \end{aligned}$$

σ_{red} podle tabulky XX je pro materiál 1373

$$\sigma_{\text{red}} = 2,295 \text{ kp/cm}^2$$

součinitel c_z podle ČSN 0105 pro materiál 11373

$$\sigma_T = 2300 \text{ kp/cm}^2$$

$$c_z = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\text{krit}}} = \frac{2300}{2295} = 1,001$$

Most na vybočení vyhovuje.

$$\sigma = \frac{M}{W} \cdot c_z = \frac{12440}{37,5} \cdot 1,001 = 331 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{dov}} = 1500 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{dov}} > \sigma$$

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 32

Výpočet vakuového systému

Skleněná tabule je při přenosu z dopravníku do bedny držena pomocí vakuových přísavek. Tvar přísavek je patrný z výkresu DP 224/74-02 jejich rozmístění je patrné z výkresu DP 224/74-01 a možnost jejich přestavení z výkresu DP 224/74-03. Přísavná síla musí být tak veliká, aby s dostatečnou dimensí překonala účinky všech sil, které na skleněnou tabuli během pohybu působí.

Při výpočtu přísavné síly je nutno uvažovat :

- 1/ váhu skleněné tabule
- 2/ odpor vzduchu
- 3/ tření mezi tabulí a přísavkou
- 4/ účinek setrvačných sil

Velmi důležité je uvážení podmínek rozběhu a doběhu mechanismu - rozjezd a dojezd kočky. V tomto případě koná tabule zrychlený nebo zpomalený pohyb. Působení setrvačných sil by mohlo mít podstatný vliv na velikost přísavné síly.

Dále je nutno uvažovat rozměry tabule, vzhledem k tomu, že vyráběný sortiment na lince Float sever je velmi široký a tím i sortiment rozměrů skel. K zachování těžiště skleněné tabule při přenášení je nutné, aby byly přísavky stavitelné.

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 33

Váha skleněné tabule

Při výpočtu uvažuji tabuli maximálních rozměrů
a tloušťky stěny.

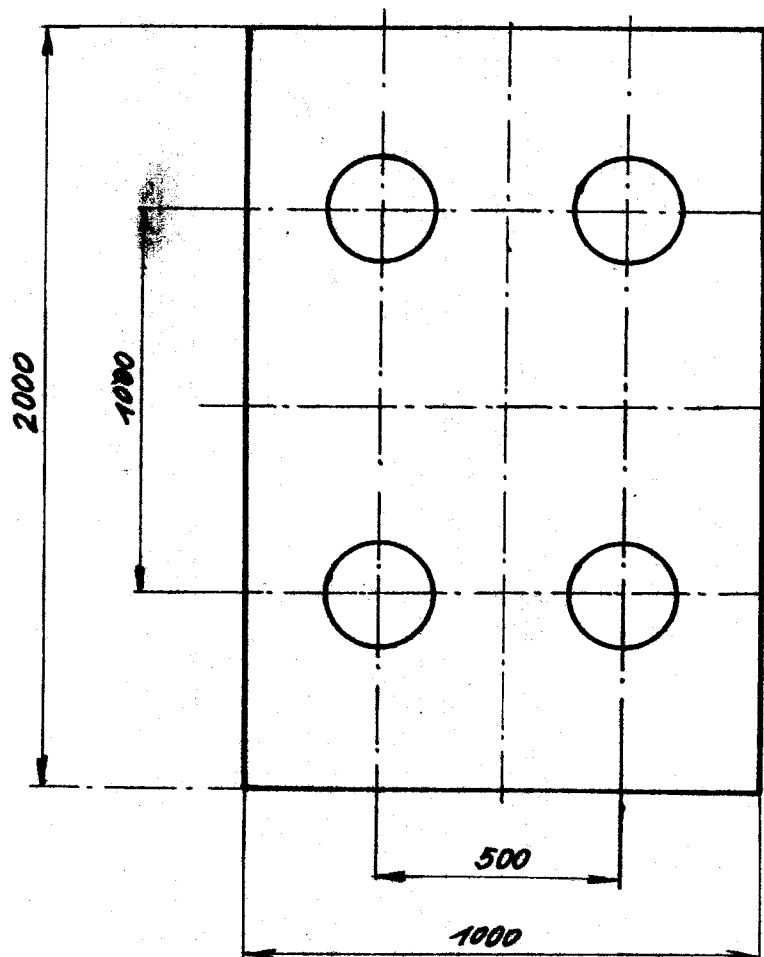
rozměry tabule : $a \times b \times t = 2000 \times 1000 \times 6 \text{ mm}$

měrná váha tabulového skla : $\gamma = 2,5 \text{ kg/dm}^3$

Váha tabule :

$$G_{\max} = a \times b \times t \times \gamma = 20 \cdot 10 \cdot 0,06 \cdot 2,5 = 30 \text{ kg}$$

Z maximální váhy tabule vyplývá základní roz-
místění přísavek (viz obrázek č. 9).



obr. č. 9

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 34

Vyšetření vlivu setrvačných sil na přenášenou tabuli /dynamika přenášení tabule/

Při vyšetřování těchto vlivů je nutno vycházet z kinematického řešení mechanismu - viz Návrh pojízdné rychlosti kočky. Z uvedeného návrhu vyplývá, že rám, na kterém jsou umístěny přísavky se pohybuje rovnoměrně a přímočaře ve třech směrech.

Předpokládané nepříznivé okamžiky nastávají v těchto místech :

Poloha 1

rozjezd rámu směrem vzhůru při odebírání tabule skla z dopravníku. Vzhledem k dráze pouhých 50 mm nevzniknou žádné kritické síly, působí zde pouze odpor vzduchu a setrvačná síla. Jelikož je však pohyb rámu tlumen nemohou vznikat žádné setrvačné síly, které by působily na odtržení tabule od přísavek.

Poloha 2

při rozjezdu kočky směrem k bedně vznikají velké setrvačné síly s ohledem na velkou rozjezdovou rychlost kočky dále zde spolupůsobí i když v malé míře odpor vzduchu vůči pohybu tabule.

Poloha 3

při dojezdu kočky nad bednou a zastavení působí na tabuli setrvačné síly.

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 35

Poloha 4

při spouštění tabule do bedny kladně spolu-
působí odpor vzduchu, jiné síly na tabuli nepů-
sobí, je-li rychlost spouštění správně seřizena
škrtkám ventilem.

Při zhodnocení sil působících na tabuli
můžeme zanedbat síly působící v polohách 1 a 4
jako velmi malé. Síly v polohách 2 a 3 jsou s
ohledem na průběh rychlosti kočky číselně shodné,
líší se pouze směrem působení v závislosti na tom,
jedná-li se o rozjezd či dojezd kočky, z těchto
důvodů je možno vyšetřovat silové poměry pouze
v jedné poloze např. poloze 2.

Výpočet polohy 2

Dle návrhu průběhu rychlosti pojezdu kočky
je doba rozběhu 0,75 sec na rychlost 0,6 m/sec,
tomu odpovídá zrychlení:

$$a = \frac{v_{\max}}{t} = \frac{0,6}{0,75} = 0,8 \text{ m/sec}^2$$

Síly působící na tabuli v poloze 2

1/ váha tabule $G = 30 \text{ kg}$

2/ odpor vzduchu

3/ vliv setrvačné síly od rozjezdu (dojezdu) kočky

$$S = m \cdot a = \frac{G}{g} \cdot a = \frac{30}{9,81} \cdot 0,8 = 2,44 \text{ kp}$$

4/ odpor přísavek $R \approx 5,5 \text{ kp}$ na jednu přísavku

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 36

add 2 - odpor vzduchu

F ... odpor vzduchu

S ... obtékaná plocha

ρ ... hustota vzduchu

$$F = c_x S \frac{w_k^2}{2}$$

při tlaku 1 atm a teplotě okolí 25°C

$$\rho = 1,2514 \cdot \frac{p}{p_0 \cdot v} = 1,2514 \cdot \frac{1}{1,092} = 1,145 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = \frac{\eta}{g} = \frac{1,145}{9,81} = 0,1168 \frac{\text{kg sec}^2}{\text{m}^4}$$

w_k ... rychlost pojezdu kočky $w_k = 0,6 \text{ m/sec}$

c_x ... odporový součinitel $c_x = 1,05 \div 1,27$

$$S = a \cdot b = 2 \cdot 1 = 2 \text{ m}^2$$

$$F = 1,27 \cdot 2 \cdot \frac{0,1168 \cdot 0,6^2}{2} = 0,0534 \text{ kp}$$

Z výpočtu vyplývá, že odpor vzduchu je velmi malý a proto je v dalším výpočtu zanedbán.

Grafické řešení sil v poloze 2

n ... udává směr nositelky příslavné síly

t ... směr pojezdu a polohy tabule

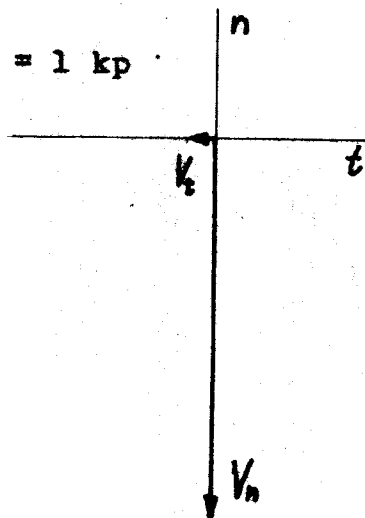
G - váha tabule 30 kp

R_c - celkový odpor savek 22 kp

S - setrvačná síla 2,44 kp

obr. č. 11

měřítko: 1 mm = 1 kp



$$V_n = G + R_c = 52 \text{ kp}$$

$$V_t = 2,44 \text{ kp}$$

Najvětší síly působící na přísavky

$$V_t = 2,44 \text{ kp}$$

$$V_n = 52 \text{ kp}$$

Síly působící na jednu přísavku v normálním směru

$$N = \frac{V_n}{4} = \frac{52}{4} = 13 \text{ kp}$$

v tečném směru

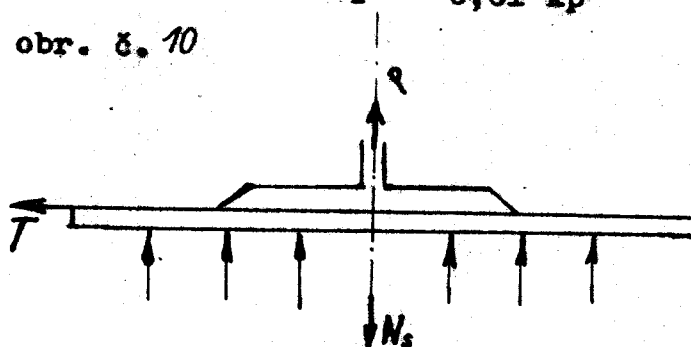
$$T = \frac{V_t}{4} = \frac{2,44}{4} = 0,61 \text{ kp}$$

Vyšetření rovnováhy sil na jedné přísavce

Působící síly : $N = 13 \text{ kp}$

$$T = 0,61 \text{ kp}$$

obr. č. 10



VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 38

Rovnice rovnováhy

f ... koeficient tření pryž - sklo $f=0,65$

$$T_p = N \cdot f = 13 \cdot 0,65 = 8,45 \text{ kp}$$

T_p je při nutné síle N větší než T a vykompenzuje s dostatečnou bezpečností setrvačnou sílu S působící na tabuli.

Protože je třeba pracovat s určitou bezpečností, je nutno zvýšit sílu N na hodnotu $N_s = 50 \text{ kp}$

Bezpečnost :

$$s = \frac{N_s}{N} = \frac{50}{13} = 3,84$$

Stanovení potřebného vakua

(viz obr. č. 10)

Potřebný podtlak určíme ze vztahu

$$N_s = F \cdot (p_{at} - p)$$

N_s ... přítlačná síla na jednu přísavku

F ... přísavná plocha

(Dle výkresu DP 224/74-02 a výkresu 45467-53 záv. Sklo Union Řetenice)

p_{at} ... atmosferický tlak

p ... nutný podtlak

$$p = p_{at} - \frac{N_s}{F} = 1 - \frac{50}{572,3} = 0,91 \text{ kp/cm}^2$$

Stanovení objemu vzdušníku :

Úkolem vzdušníku je udržovat předepsaný podtlak

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 39

v obvodu a vykryvat stoupnutí tlaku při přisátí tabule.

Stanovení objemu vakuového obvodu (schéma str.)

a/ objem přísavek V_p

b/ objem hadic V_h

c/ objem rozvaděče V_r

Objem přísavek je počítán podle výkresu DP 224/74-02

$$V_p = 636,27 \approx 636,3 \text{ cm}^3$$

Objem vakuových hadic

Délka hadic je cca 600 cm Js hadic = 6 mm

F - plocha průřezu = $0,283 \text{ cm}^2$

Vnitřní objem hadic

$$V_h = F \cdot l = 0,283 \cdot 600 = 170 \text{ cm}^3$$

Objem rozvaděče

jako rozvaděče užijí příčníku kočky

- trubka 45 x 45 - síla stěny 2,5 mm, délka 300 mm

objem rozvaděče je

$$V_r = a^2 \cdot l = 4^2 \cdot 30 = 480 \text{ cm}^3$$

Celkový objem vakuového obvodu

$$V_v = V_p + V_h + V_r = 636,3 + 170 + 480 = 1286,3 \text{ cm}^3$$

S přihlédnutím na možnou netěsnost beru do výpočtu vzdušníku hodnotu $V_1 = 1500 \text{ cm}^3$

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 40

Objem vzdušníku

$$O_1 = \frac{S \cdot c \cdot (1 - \varphi) \cdot P_0 \cdot \varphi}{\Delta p}$$

O_1 ... potřebný obsah vzdušníku (cm^3)

S minutový výkon vývěvy (cm^3/min) 83400 cm^3/min

z počet přísátí za hodinu 240

Δp ... dovolený pokles tlaku ve vzdušniku 0,05 at

P_0 ... sací tlak 1 at

V_1 ... objem vakuového obvodu 1500 cm^3

$$c = \frac{60}{z} = \frac{60}{240} = 0,25$$

$$\varphi = \frac{V_1}{S} = \frac{1500}{83400} = 0,01795 \approx 0,018$$

$$O_1 = \frac{83400 \cdot 1 \cdot 0,982 \cdot 1 \cdot 0,018}{0,05} = 29600 \text{ cm}^3$$

Jako vzdušniku je užito jednoho trubkového rámu mostu, jehož celkový vnitřní objem $O = 106000 \text{ cm}^3$ což je objem mnohem větší než potřebný.

Tímto řešením se lépe využije prostor a sníží nároky na materiálovou potřebu při výrobě.

Stanovení poklesu vakua ve vzdušniku při jednom přísátí tabule

$V_1 = 1500 \text{ cm}^3$... objem vakuového obvodu

$O_1 = 106000 \text{ cm}^3$... objem vzdušníku

$p_v = 0,8 \text{ kp/cm}^2$... tlak ve vzdušniku

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 41

$$p_0 = 1 \text{ kp/cm}^2 \dots \text{sací tlak}$$

$$T = T_1 = T_2 = T_3 = 273^\circ + 25^\circ = 298^\circ \text{K} \dots \text{teplota vzduchu}$$

Váha vzduchu ve vzdušníku

$$G_1 = \frac{p_v \cdot V}{R \cdot T} = \frac{8000 \cdot 0,106}{29,27 \cdot 298} = 0,097 \text{ kg}$$

Váha vzduchu ve vakuovém obvodu

$$G_2 = \frac{p_0 \cdot V_1}{R \cdot T} = \frac{10000 \cdot 0,0015}{29,27 \cdot 298} = 0,00173 \text{ kg}$$

po propojení obvodu platí :

$$V_3 = V_1 + V_2 = 1500 + 10000 = 107500 \text{ cm}^3$$

$$G_3 = G_1 + G_2 = 0,097 + 0,00173 = 0,09873 \text{ kg}$$

tlak směsí po propojení obvodu se vzdušníkem

$$p_3 = \frac{G_3 \cdot R \cdot T}{V_3} = \frac{0,09873 \cdot 29,27 \cdot 298}{107500} = 0,81 \text{ kp/cm}^2$$

Tlak potřebný pro udržení tabule je $0,91 \text{ kp/cm}^2$
po jednom přisátí tlak pod tuto hranici neklesne.

Po jednom přisátí vzroste tlak ve vzdušníku o Δp

$$\Delta p = p_3 - p_v = 0,81 - 0,8 = 0,01 \text{ kp/cm}^2$$

$$\text{maximální } \Delta p' = p - p_3 = 0,91 - 0,81 = 0,1 \text{ kp/cm}^2$$

p ... tlak potřebný pro udržení tabule

p_3 ... tlak pro propojení vakuového obvodu

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 42

Vzdušník umožňuje přibližně

$$\frac{P}{p} = \frac{0,1}{0,01} = 10$$

10 přísátí bez použití vývěvy

Tento údaj je třeba brát jako informativní, neboť do výpočtu není možné zahrnout vliv netěsností. Přes to z výpočtu vyplývá, že navržená vývěva 22 V je předimenzovaná a bude proto vhodné užít jedné této vývěvy k výrobě vakua pro dvě navrhovaná zařízení na oba konce linky Float sever.

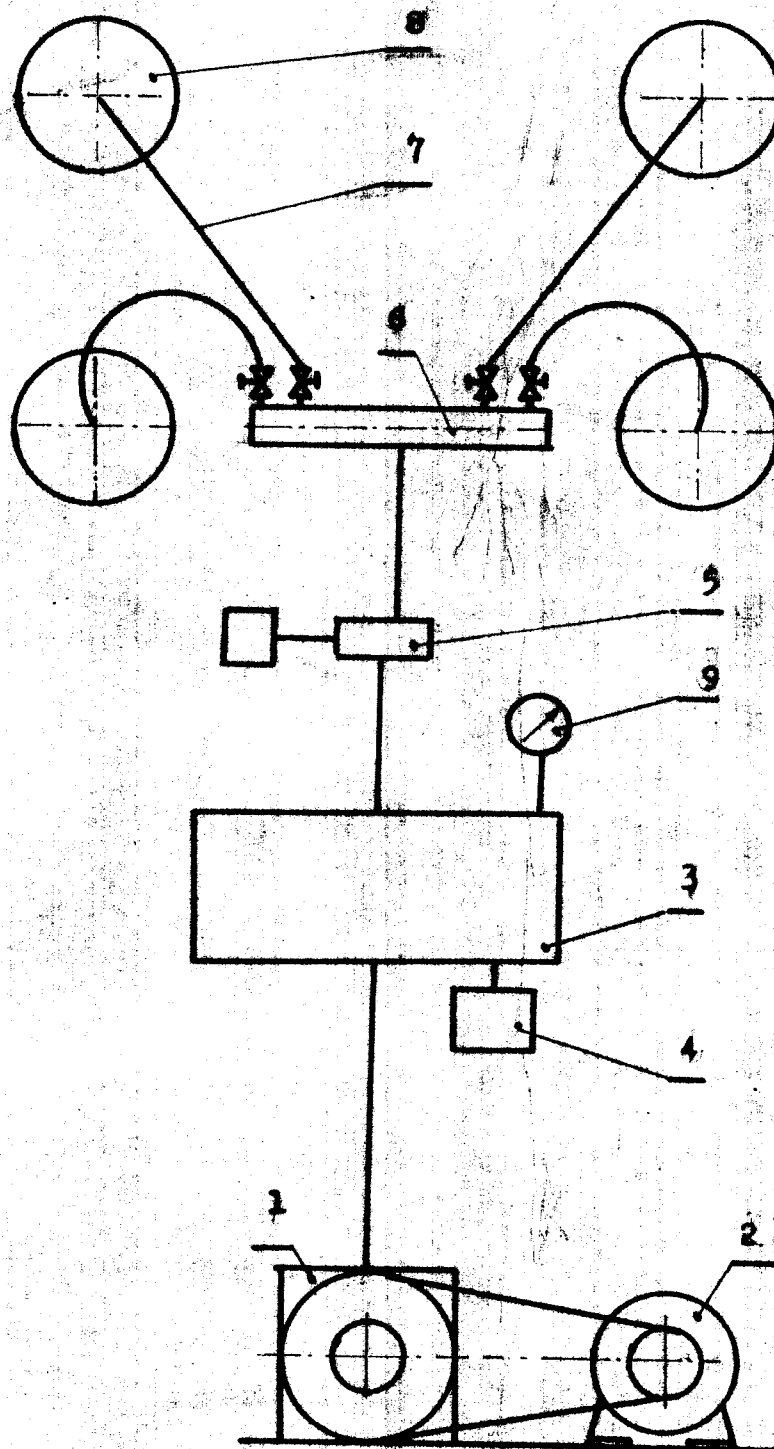
Pro hospodárný provoz vývěvy bude použito dvoupolohové regulace podtlaku ve vzdušníku manostatem podtlaku.

Schéma vakuového obvodu /následující list/ obr. č. 12

- 1/ Vývěva
- 2/ Motor
- 3/ Vzdušník
- 4/ Manostat podtlaku
- 5/ Elektromagnetický ventil Js 13 V
- 6/ Rozvaděč podtlaku
- 7/ Vakuová hadice
- 8/ Přísavka
- 9/ Vakuometr 03 326-V

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Floet	BP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 43

Schéma vakuového obvodu



obr. č. 12

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 44

Vývěva 22 V

sací výkon 5 m³/hod

konečné vakuum $5 \cdot 10^{-4}$ torr

váha 49 kg

dodává se společně s elektromotorem OR27s4; 0,4kW;
1400 ot/min

výrobce Sigma Hranice

Elektromagnetický ventil Js 13 V

je vakuový elektromagnetický ventil s ovládáním
pro 48 a 220 V

Manostat podtlaku typ č. 94 519

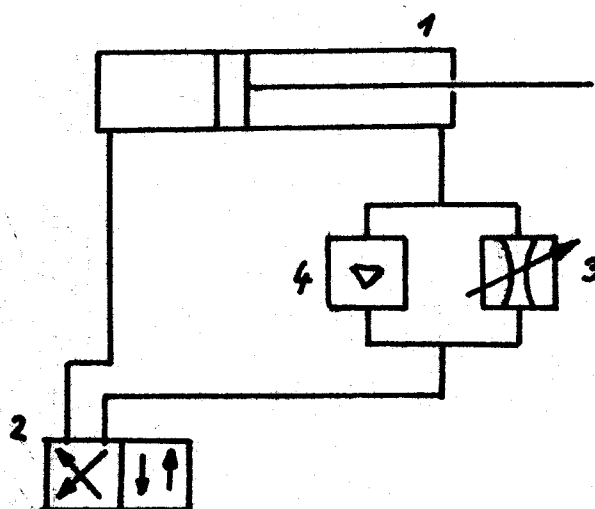
je určen pro dvoupoložkovou regulaci nebo signaliza-
ci podtlaku a tlaku neagresivních plynů a kapalin.
regulační rozsah 0,8 - 2,2 kp/cm²

Vakuometr 03 326-V

měřicí rozsah 0 až 0,1 kp/cm²

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 45

Návrh pneumatického obvodu



obr. č. 13

- 1 pneumatický válec PA 11A Ø 80 x 500 mm
- 2 ovládací šoupátko elektromagnetické
OSV 4 - 2E - A Js 10 Jt 6 kp/cm²
- 3 škrticí ventil SZV 10 Js 10 Jt 6 kp/cm²
- 4 škrticí ventil ve funkci zpětného ventilu
SZV 10 Js 10 Jt 6 kp/cm²

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na linee Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 46

Schéma a popis logického obvodu

Řízení mechanismu je provedeno tak, aby automatický průběh celého cyklu odebírání a uložení tabule skla probíhal jeden za druhým bez zásahu člověka. Do tohoto režimu zasahuje kontrolor, který prostřednictvím ovládacího obvodu určuje která tabule nemá být odebrána a uložena do bedny pro vadu, ale má být odeslána do střeptového hospodářství.

Celé ovládání mechanismu a logický obvod je sestaveno z relé a koncových vypínačů. Tato koncepce byla zvolena pro svoji jednoduchost a spolehlivost s ohledem na prostředí a podmínky za jakých bude mechanismus pracovat. Životnost nejdůležitějších prvků se musí volit tak, aby odpovídala době životnosti tavícího agregátu tj. od jednoho výhasu do druhého. Základní životnosti relé jsou od 10^6 sepnutí až po 10^9 sepnutí. Při maximálním vytížení mechanismu by došlo k 240 sepnutí za 1 hodinu, což odpovídá $2,1 \cdot 10^6$ sepnutí za 1 rok při 24 hodinovém provozu denně. Toto znamená, že při použití relé a stykačů s životností 10^7 sepnutí by se životnost obvodů shodovala s životností tavícího

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 47

agregátu. Správné stanovení životnosti celého zařízení i jednotlivých prvků obvodů je velmi důležité, neboť při poruše jediného prvku by došlo k vyřazení celého zařízení z provozu.

Při volbě koncepce ovládání byla dána přednost systému s relé a koncovými vypínači před různými systémy s tranzistorovým a jiným ovládáním, rovněž jako čidla pro přenos impulsů byly zvoleny koncové vypínače před fotonkami a jinými druhy snímání impulsu. Vodítkem byla snaha o to, aby zařízení bylo co nejjednodušší a tím byla dána možnost k sestavení a údržbě provozním elektrotechnikem silnoproudého zaměření v závodě. Tím by se odstranila nutnost závislosti na sestavení jiným podnikem.

Celý obvod se dělí na několik samostatných obvodů s různou funkcí. Základní obvody jsou :

řídící obvod
ovládací obvod

Řídící obvod - viz příloha 1

je ovládán koncovými vypínači po celou dobu cyklu. Automaticky řídí průběh cyklu v předepsané závislosti jednotlivých operací. Po vykonání cyklu vrací kočku do výchozí polohy a

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 48

najetím pasu s tabulí skla automaticky zahájí další cyklus odebrání tabule a její uložení do bedny.

Ovládací obvod - viz příloha 2

omezuje cyklus řídicího obvodu tak, aby reagoval pouze na kvalitní tabule skla a ne-kvalitní tabule odesílal dopravníkem do střepového hospodářství.

Ovládací obvod je složen ze čtyř dílčích obvodů :

- 1/ Třídící obvod
- 2/ Paměť ovládacího obvodu
- 3/ Signální obvod
- 4/ Propojovací obvod - viz příloha 3

add 1 - Třídící obvod je složen ze čtyř relé a sedmi tlačítek. Tlačítka jsou uspořádána na ovládacím panelu tak, aby tvořila skupinku po čtyřech a třech tlačítkách. Těmito tlačítky kontroler dá povel k paměti, která tabule je vadná a má být odeslána do střepového hospodářství. Tlačítka svým pořadím odpovídají pořadí jednotlivých tabulí ve skupince, která je na kontrolním stanovišti.

add 2 - Paměť ovládacího obvodu zaznamená, která tabule ze skupinky je vadná. Záznam je

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 49

proveden přepnutím odpovídajícího relé. Tímto přepnutím je vyřazen řídicí obvod z provozu na jeden cyklus. Po vyřazení určeného cyklu se relé automaticky vrací do původní polohy.

add 3 - Signální obvod je v činnosti od převzetí do vykonání daného povelu kontrolora.

add 4 - Propojovací obvod spojuje ovládací obvod s řídicím prostřednictvím vačkové hřídele ovládané krokovým motorkem. Vačková hřídel spíná jednotlivými vačkami obvody jednotlivých tabulí a paměti ovládacího obvodu. Tento obvod přímo omezuje řídicí obvod mechanismu v jeho automatické činnosti.

Popis činnosti jednotlivých obvodů

Řídicí obvod - předpoklad : obvod mezi svorkami a a b je propojen. Tabule unášená dopravníkem sepne vlastní vahou kontakt 1K1 dojde tím k přestavení relé C1, které je drženo samodržným kontaktem 1C1 v činnosti. Kontakt 2C1 rozepne stykač S1, čímž dojde k zastavení dopravníku. Kontakt 3C1 relé C1 propojí elektromagnet 1Z1 pneumatického ventilu a uvede píst pneumatického válce

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 50

do pohybu směrem dolů. Pístní tyčí pneumatického válce je unášen rám s přísavkami. Dotykem přísavky s tabulí skla dojde k smačknutí tlumiče. Na tento pohyb reaguje kontakt K2, který přestaví relé C2, jež je drženo samodržným kontaktem 1C2. Současně reaguje kontakt K3, který propojí vakuový obvod s vzdušníkem pomocí elektromagnetu Z2 vakuového ventilu J43V. Propojení vakuového obvodu dojde k přisátí tabule. Přestavením relé C2 kontakt 2C2 přestaví relé C3, které svými kontakty 1C3 rozpojí elektromagnet 1Z1 a kontaktem 2C3 propojí elektromagnet 2Z1, tím dojde k přestavení ventilu pneumatického obvodu a píst válce se pohybuje směrem vzhůru. Na dosažení rámu ke kočce reaguje kontakt K4, který přestaví stykač S2 jež je držen svým samodržným kontaktem 1S2. Tímto stykačem je napojen motor pro pohyb kočky směrem k bedně. Najetím kočky na kontakt 1S dojde k vypnutí motoru přestavením stykače S2 kontaktem 2K5.

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 51

Kontakt 1K5 přestaví relé C3 do klidové polohy tj. kontakt 1C3 propojí elektromagnet 1Z1 a kontakt 2C3 odpojí elektromagnet 2Z1, tím dojde k přestavení elektromagnetického ventilu a rám s tabulí se pohybuje směrem dolů do bedny. Dotykem tabule skla se dnem bedny či jinou tabulí dojde značknutím tlumiče a tím k sepnutí kontaktu K2 a přepnutí kontaktu K3. Na přepnutí kontaktu K3 dojde k odpojení vzdušníku od vakuového obvodu a zavzdušnění obvodu tj. uvolnění tabule od přísavek. Současně je přestaven ventil pneumatického válce pro pohyb vzhůru přestavením relé C2 a sepnutím jeho samodržného kontaktu 1C2, sepnutím kontaktu 2C2 je přestaveno relé C3, které zajistí pohyb pístu směrem vzhůru. Na dosednutí rámu ke kočce reaguje kontakt K6, který sepne stykač S3 a jeho samodržným kontaktem 1S3, tímto dojde k propojení motoru pojezdu kočky pro pohyb směrem do výchozí polohy. Najetím kočky na kontakt K7 dojde k odpojení stykače S3

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 52

a současněmu propojení relé C4 kontaktem 2K7. Přestavením tohoto relé dojde sepnutím kontaktu 1C4 k propojení stykače S1, čímž je uveden dopravník do pohybu a nový cyklus je zahájen najetím další tabule na koncový vypínač K1.

Ovládací obvod - předpoklad : ve skupince o čtyřech tabulích je vadná např. tabule druhá v pořadí, přepínač P1 přepnut na ovládání skupinky o čtyřech tabulích. Kontrolor smačkne tlačítko T2, druhé tlačítko ve skupince čtyř tlačítek. Sepnutím tohoto tlačítka dojde k propojení relé C6, které je drženo svým samodržným kontaktem 1C6. Druhý kontakt relé C6-2C6 propojí relé C10 jež je nadále drženo svým samodržným kontaktem 1C10. Kontakt 1C10 přeruší propojovací obvod. Tímto je přerušen obvod mezi svorkami a a b, nemůže dojít k cyklu řídicího obvodu - tabule postupuje dál a dopravníkem do střepového hospodářství. Opětovně najetím další tabule na kontakt K24 dojde k pootočení vačkového hřídele o 1/4 otáčky a tím k vymazání paměti

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 53

prostřednictvím kontaktu K10. Po vykonání celé otáčky tj. odbavením celé skupinky - uložení první, třetí a čtvrté tabule do bedny a odeslání druhé tabule do střepevého hospodářství dojde k vyžádání povelu kontrolora prostřednictvím kontaktu K8 ovládaném vačkou. Třídící obvod je připraven pro přijímání nových povelů. Shodná situace je při třídění skupinky o třech tabulích tj. přepínač P1 propojuje pouze skupiny po třech relé.

Pro případ havarijní situace je na ovládacím panelu kontrolora havarijní tlačítko T8, kterým kontrolor zastaví činnost odebíracího zařízení a odesílá všechny tabule do střepevého hospodářství.

Panel kontrolora je mobilní spolu se stano-voštěm kontrolora, neboť vzdálenost mezi jednotlivými skupinkami tabulí se mění s rychlostí dopravníku což je závislé na tloušťce vyráběné tabule a na přísunu skla na linku severs. Navrhovaný způsob umožňuje kontrolorovi, aby prohlížel tabule z jednoho místa. Při dosavadním způsobu musel každou vadnou tabuli označit přímo na tabuli mastnou křídou.

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojí		KSK	list 54

Návrh pružiny tlumiče

d - průměr drátu 2 mm

D_e - střední průměr pružiny 36 mm

n - počet závitů 12

$L_0 = n \cdot t_0 + 1,5 \cdot d = 12 \cdot 13,3 + 1,5 \cdot 2 = 163 \text{ mm}$

k - tuhost pružiny

G - modul pružnosti ve smyku $8,2 \cdot 10^5 \text{ kp/cm}^2$

$R = \frac{D}{2}$

$k = \frac{G \cdot d^4}{64 \cdot R^3 \cdot n} = \frac{8,2 \cdot 10^5 \cdot 0,2^4}{64 \cdot 1,8^3 \cdot 12} = 29,3 \text{ kp/cm}$

Dle Hookeova zákona

$F = k \cdot \delta$

δ - deformace - stlačení pružiny

Síla F při stlačení pružiny

při stlačení o 25 mm

$F_{25} = k \cdot \delta_1 = 29,3 \cdot 2,5 = 73,4 \text{ kp}$

při stlačení o 50 mm

$F_{50} = k \cdot \delta_2 = 29,3 \cdot 5,0 = 146,2 \text{ kp}$

při stlačení o 75 mm

$F_{75} = k \cdot \delta_3 = 29,3 \cdot 7,5 = 219,5 \text{ kp}$

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DF 224/74
Fakulta strojní		KSK list 55
Navržená pružina svými vlastnostmi vyhovuje daným požadavkům. Pružiny je užito v tlumičích přísavky i v tlumičích na dosedání rámu ke kočce.		

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSE	list 56

**Návrh doplňkových zařízení pro dokonalou činnost
navrhovaného zařízení**

Jako nevyhnutné doplňky pro činnost navržené-
ho zařízení jsou nutná tato doplňková zařízení:

- 1/ Počítač tabulí uložených do bedny
- 2/ Zařízení vyměňující plnou bednu za prázdnou
- 3/ Vyřešit prokládání tabulí

add 1 - Počítač tabulí by mohl mít čidlo (kontakt)
snímající počet uložených tabulí v místě
dojezdu kočky nad bednu. Tento počítač by
dával signál obalaze k výměně bedny či
by svým impulsem tuto výměnu sám provedl.

add 2 - Výměnné zařízení by měla být plošina s
měnitelnou ukládací plochou aby bylo možné
na ni položit různě vysoké bedny neboť
pro navržené zařízení je nutné, aby horní
hrana bedny byla ve výšce dopravníku tj.
955 mm nad podlahou. Tato plošina musí
též umožnit snadné odebírání tabulí vysoc-
kosdvižným vozíkem. Samotná výměna plné
bedny za prázdnou by byla tak, že by byly
na plošině vedle sebe položeny dvě bedny.
Do jedné bedny by byly ukládány tabule
skla a po jejím naplnění by plošina s bed-
nami přešla tak, aby v místě ukládání by-
la prázdná bedna. Tento přesun by bylo možno
svázat s počítačem tabulí a zajistit tak

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí	DP 224/74	
Fakulta strojní	skla na lince Float	KSK	list 57
okamžitou výměnu. Obsluhu by potom obstarávala jen odsun plavých a přístava prázdných beden. add 3 - Prekládání tabulí nebyla v této práci uvažováno, neboť v současné době je ve stadiu zkoušek nový způsob prekládání tabulí eilenovou nití. Tento nový způsob pokud se osvědčí by nejlépe vyhovoval navrženému zařízení.			

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 58

Z á v ě ř

Věřím, že tento návrh splňuje požadavky pro zvýšení výrobní rychlosti na lince Float sever. Umožní zrychlit a zlevnit výrobu, sníží požadavky na pracovní síly a odstraní namáhavou fyzickou práci. Realizací tohoto návrhu by byl učiněn další krok k zefektivnění a zvýšení produktivity výroby kvalitního plochého skla.

V Liberci dne 31.5.1974

Josef Raboch

VŠST Liberec	Odehírací zařízení tabulí akla na lince Float:	DP 224/74	
Fakulta strojní		ESK	list 59

Sesnam použité literatury

1. Barton, Strojnické tabulky, SPN Praha 1958
2. Černoch, Strojně-technická příručka, Praha, Praha 1967
3. Čížek, Elektrické pohony, SNTL Praha 1963
4. Hájek, Pružnost a pevnost ve strojnictví, SNTL Praha 1972
5. Kladrubský, Základy průmyslové teplotní mechaniky, SNTL Praha 1963
6. Krause, Diplomová práce, VŠST Liberec 1967
7. Němec, Části strojů III. skriptum, ČVUT Praha 1973
8. Normy ČSN 27 0101, ČSN 73 1401, ČSN 73 0035,
ČSN 13 7700, až ČSN 13 7992

VŠST Liberec	Odebírací zařízení tabulí skla na lince Float	DP 224/74	
Fakulta strojní		KSK	list 60

Seznam technické dokumentace :

DP 224/74 - 01 Překladač tabulí
DP 224/74 - 02 Příloha
DP 224/74 - 03 Rám

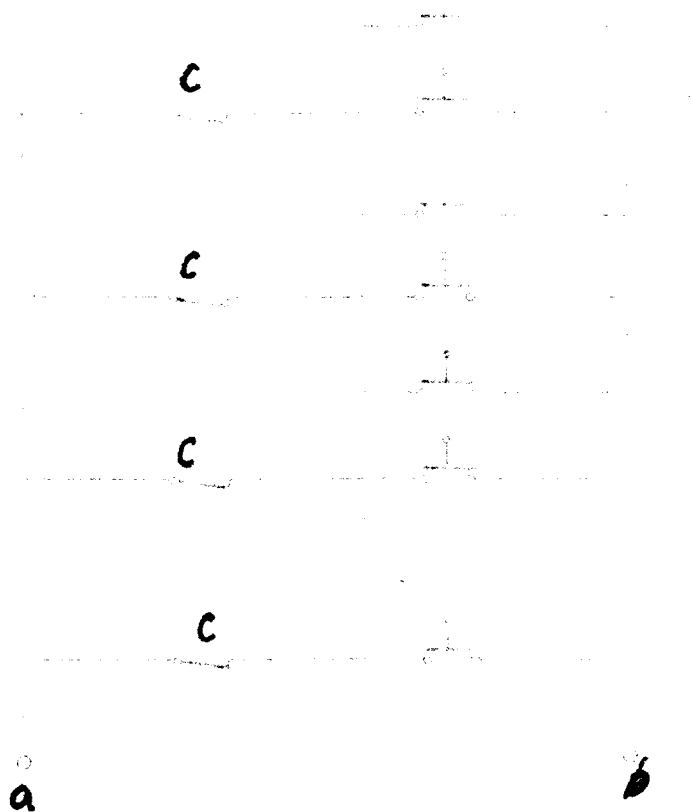
Kusovníky

DP 224/74 - 01 2 listy
DP 224/74 - 02 1 list
DP 224/74 - 03 1 list

Přílohy

Příloha 1 Řídicí obvod
Příloha 2 Ovládací obvod
Příloha 3 Propojovací obvod
Příloha 4 Schéma elektrického obvodu

[illegible]



PŘÍLOHA 3

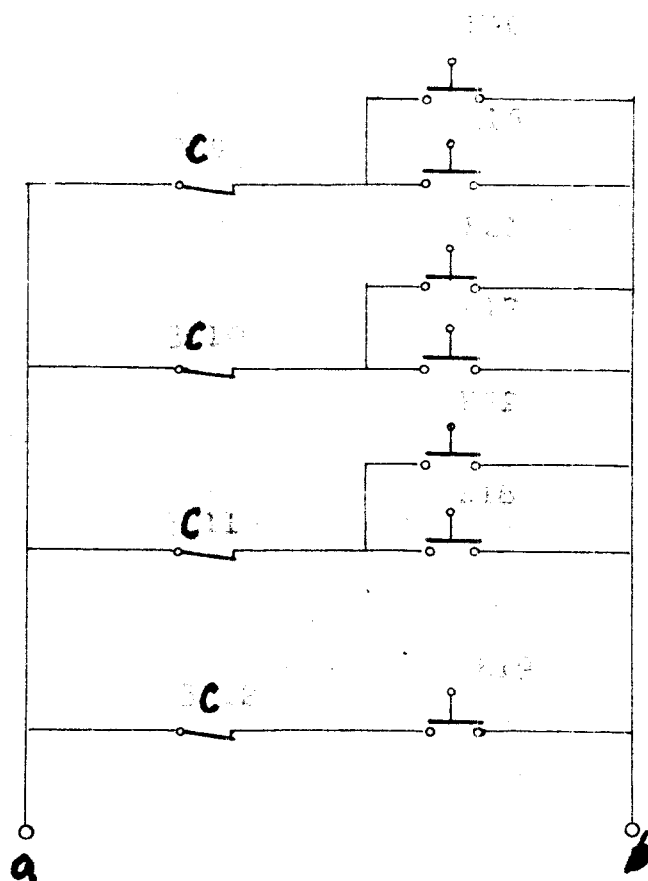
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Trubka 4HR 45x2-1200	ČSN426720.3	potrubí k tlumiči						1
1	Tlumič Ø 51x5-170	ČSN425715							2
1	Tyč tlumiče	Svařenec							3
1	Kotouč Ø 260x27	ČSN424201.6 AL-Cu4-Mg							4
1	Kotouč Plech 8-Ø247			11 373					5
1	Přísavka	PRYŽ							6
1	Pružina	ČSN426403 Ø 2-1300		12 090					7
1	Pouzdro	ČSN428611 Ø 45-22		423016					8
1	Držák	Svařenec							9
1	Pouzdro Ø 40-15	Polyamid							10
10	Šroub M5-8	ČSN021185							11
2	Zátka 5	ČSN027462							12
8	Šroub M6-15	ČSN021103							13
8	Podložka 6,1	ČSN021740							14
1	Těsnicí kroužek Ø 17-2	PRYŽ							15
1	Matice M10	ČSN243541							16

Raboch

31.5.1974

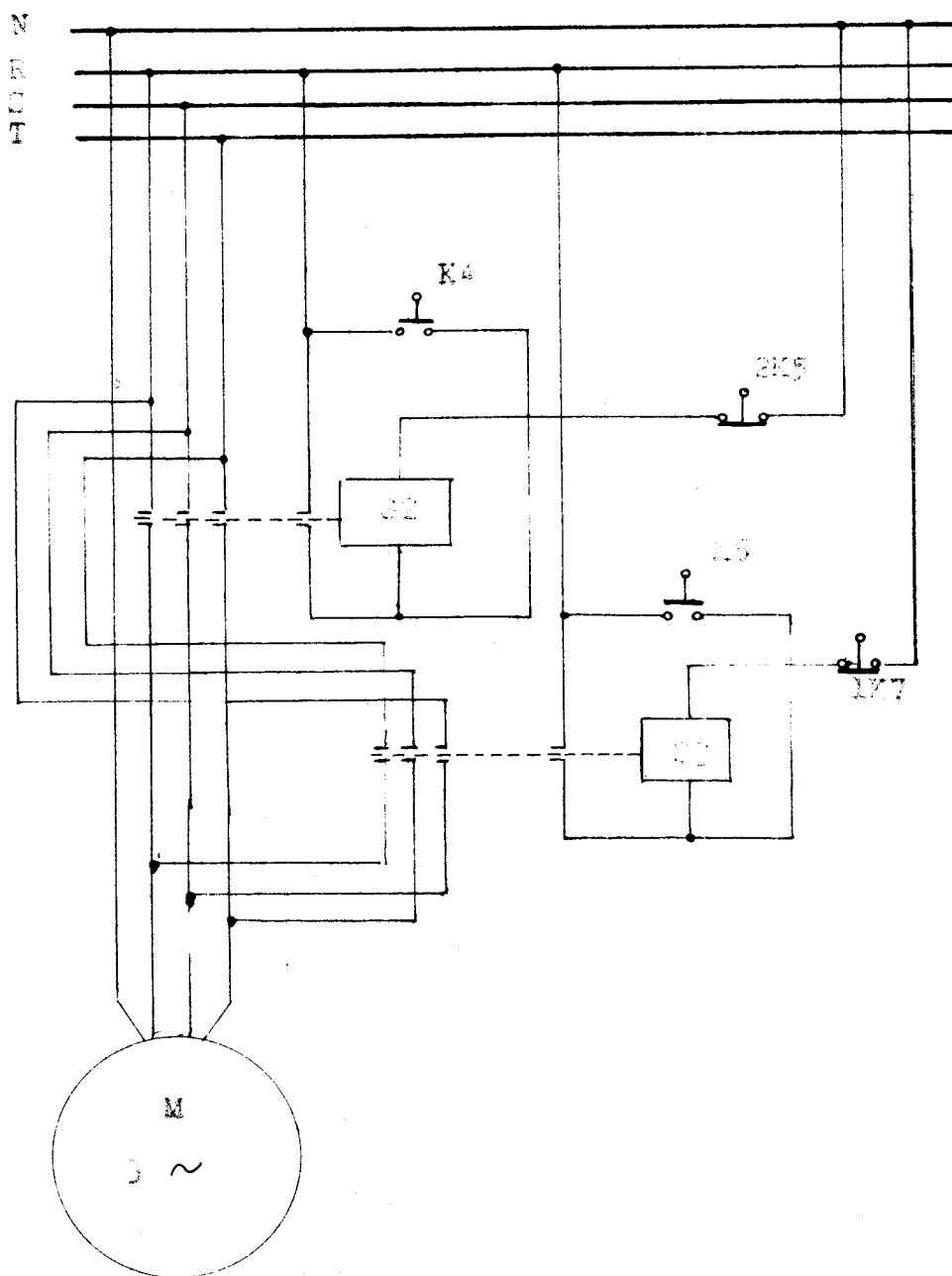
PRÍSAVKA

DP224/74-02



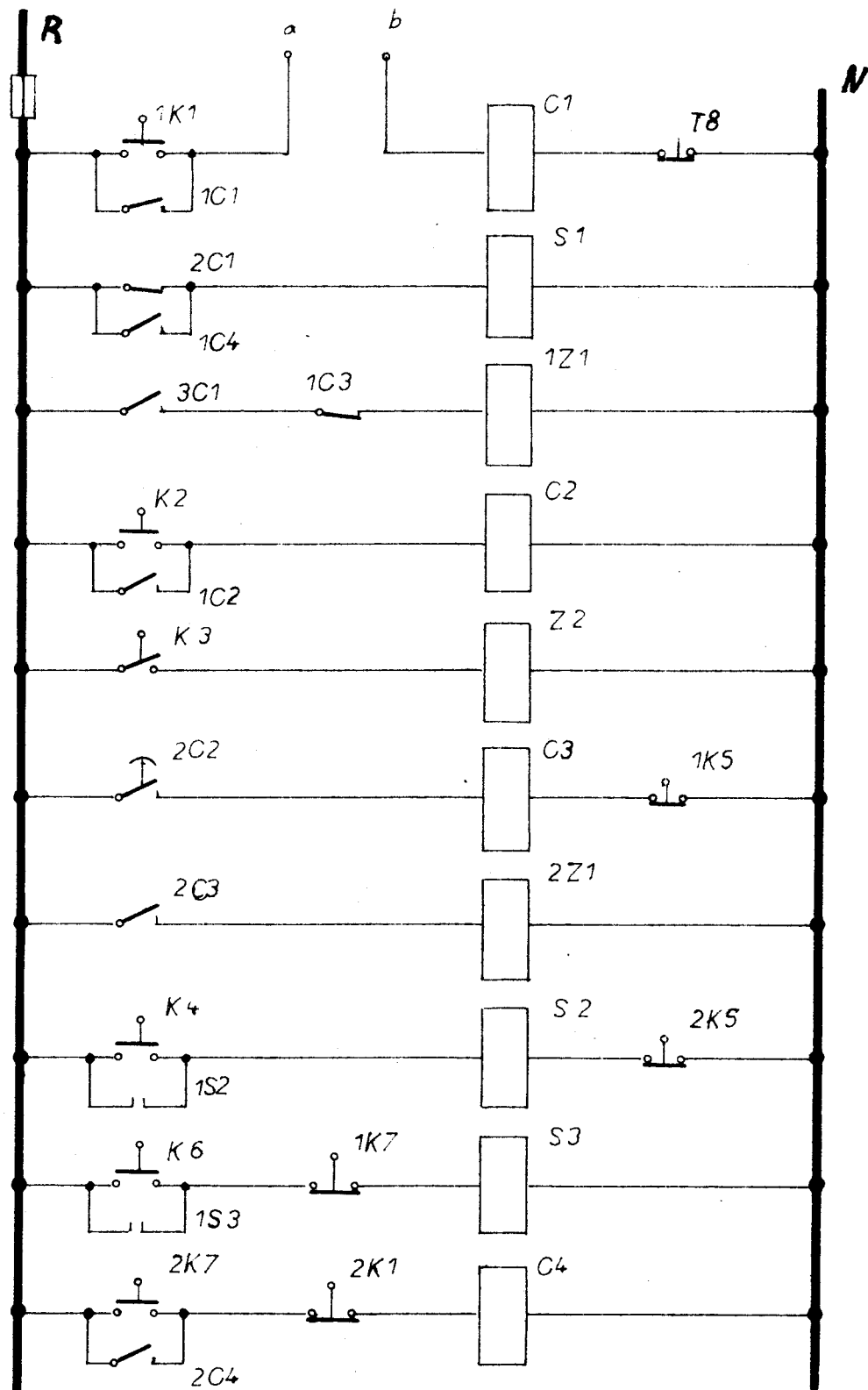
PŘÍLOHA 3

DP 204/74



PŘÍLOHA 4

DP 224/74

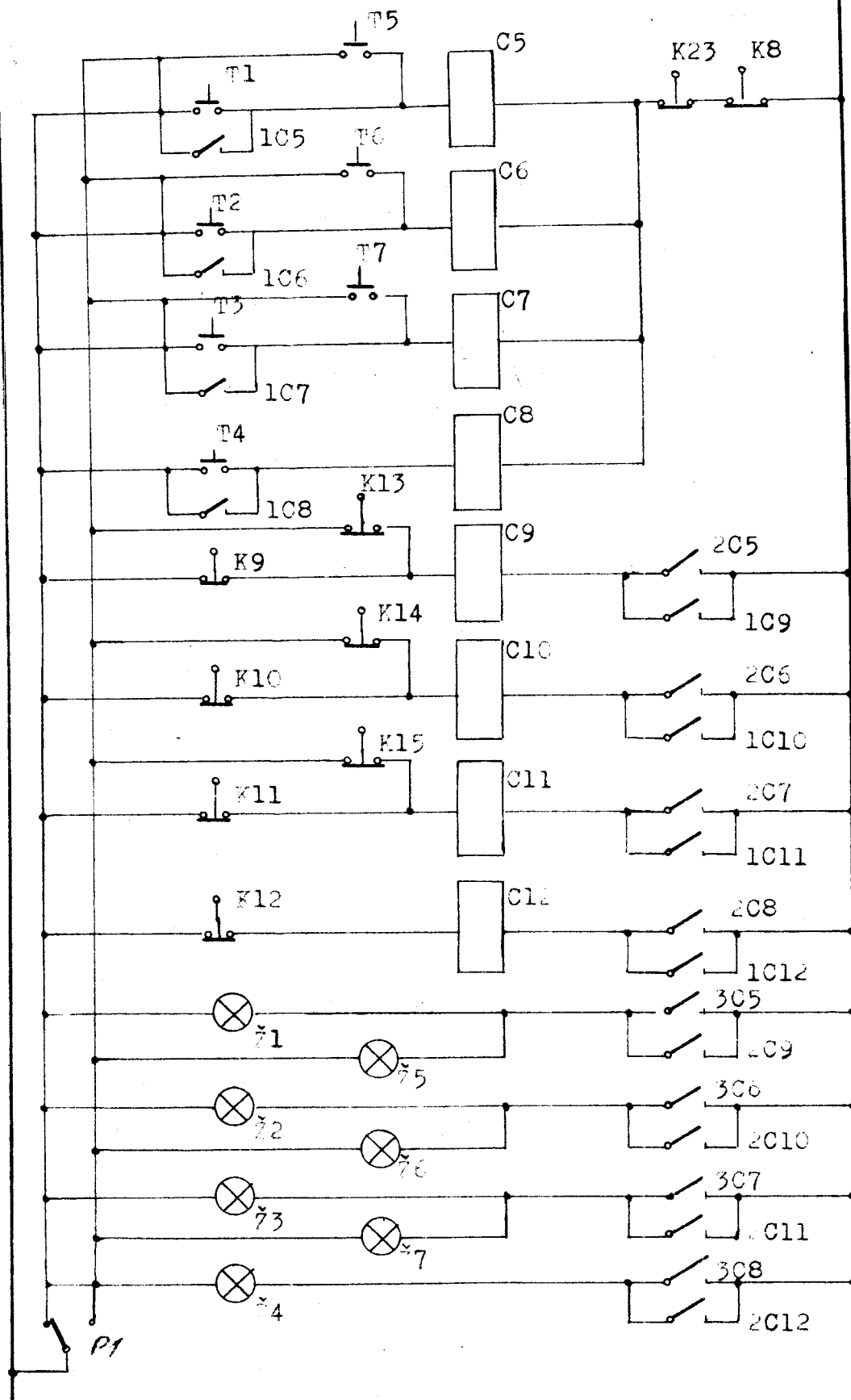


PRÍLOHA 1

PŘÍLOHA 2

R

N



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
✓ 2	Trubka 4HR 45x2-600	ČSN426720.3		11 353					1
✓ 2	Trubka 45x30x2-455	ČSN426722.3		11 353					2
✓ 2	Trubka 4HR 2 45x2-80 70	ČSN426720.3		11 353					3
✓ 1	Plech 3,0x220x200	ČSN425301.1		10340.1					4
✓ 1	Lůžko Ø 70-22	ČSN427610		11 353					5
✓ 2	Trubka 4HR 45x2-1200	ČSN426720.3		11 353					6
4	Pouzdro 45x20-30	ČSN427524		11 353					7
2 ✓ 1	Ložisko	Ø 25-20		Polyamid					8
✓ 8	Šroub M6x30	ČSN021101							9
✓ 8	Podložka 6,1	ČSN021740.02							10
4	Plech 2,0x45x45	ČSN425301.1		10340.1					11
4	Šroub M10x35	ČSN021101							12
4	Matice M10	ČSN021401							13
4	Podložka 10,2	ČSN021740.02							14

Raboch

31.5.1974

RÁM

DP 224/74-03

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
②	Napínák	prot.kurni ²							24
①	Lano 5,0-5500	ČSN024322.23	prot.kurni ²						25
1	Ventil OSV 4-2E-A								26
1	Ventil Js 13V								27
2	Škrtící ventil SZV10								28
2	Spojka T Js 10	ČSN137732							29
5	Koleno 3/8"	ČSN137723							30
1	Pneu.válec PV Ø 80x500	TPF080249-62							31
1	Elmotor 380 V 2AP 90L-4 H0								32
4	Kolečko Ø 100x45	ČSN425510		11 370					33
4	Čep Ø 60x105	ČSN425510		11 370					34
4	Matice M72x2	ČSN425510 Ø 75-18		11 370					35
4	Kroužek Ø 40-15	ČSN425510		11 370					36
4	Podložka Ø 40-4	ČSN425510		11 370					37
4	Matice M16	ČSN021411							38
4	Ložisko 6206	ČSN024636							39
4	Závlačka 4x30	ČSN021781							40
8	Těsnění Ø 56-8			Plst					41

Raboch

31.5.1974

PŘEKLADAČ
TABULÍ

DP 224/74-01

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Most	Svařenec							1
1	Kočka	Svařenec							2
1	Rám							DP224/74-03	3
4	Rameno I	Svařenec							4
4	Rameno II	Svařenec							5
4	Držák přísavky							DP224/74-02	6
2	Tyč	Svařenec							7
1	Čep kladky Ø 40x85	ČSN427610		11 353					8
1	Kladka	Ø 230-60		11 353					9
1	Třmen	Svařenec							10
1	Kladka hnací	Ø 230-60		11 353					11
1	Trubka Ø 3/8"-600	ČSN425710		10004.0					12
2	Příložka 8x20-30	ČSN427524		11 353					13
1	Matice M16	ČSN021401							14
1	Matice M20x1,5	ČSN021401							15
2	Matice M10	ČSN021401							16
5	Šroub M10x15	ČSN021101							17
4	Šroub M10x35	ČSN021101							18
4	Podložka 10,2	ČSN021740.02							19
2	Podložka 10,2	ČSN021740.02							20
4	Čep 16x40	ČSN022109							21
12	Kolík Ø 4x20	ČSN022150		11 500					22

7 Koncový vypínač

23

Raboch

31.5.1974

PŘEKLADAČ
TABULÍ

DP 224 / 74 - 01