

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
Fakulta strojní

Obor 23-21-8

Stroje a zařízení pro chemický, potravinářský
a spotřební průmysl

Zaměření

Sklářské a keramické stroje

Katedra sklářských a keramických strojů

STABILITA LAHVÍ PŘI PŘESOUVÁNÍ

Oldřich Kočí

215/92

Vedoucí práce: ing. Jan Cibulka CSc., VŠST Liberec, KSK

Konzultant: ing. Oldřich Mikule, Sklostroj Turnov, výzkum
a vývoj

Rozsah práce a příloh:

Počet stran.....53

Počet příloh.....10

a tabulek.....3

Počet obrázků.....19

Počet výkresů.....0

Počet modelů

nebo jiných příloh.....0

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146075797

Datum: 3.12. 1992

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra
sklářských a keramických strojů

Školní rok: 1991/92

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Oldřicha K o č í h o

obor Stroje a zařízení pro chemický, potravinářský
a spotřební průmysl

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

Název tématu: Stabilita lahví při přesouvání

Zásady pro vypracování.

Řadové stroje typu AL pracují s nižší výrobní rychlostí než srovnatelné zahraniční stroje. Ve své DP se zaměřte na manipulaci s lahví od odstávky až po zasunutí do chladicí pece. Proveďte:

1. Vytipování kritických míst.
2. Rozbor veličin ovlivňujících bezchybnou manipulaci v kritických místech.
3. Shrnutí dosavadních poznatků a známých parametrů.
4. Určení předpokládaných vyšších hodnot daných vyšší výrobní rychlostí.
5. Určete, která kritická místa nevyhovují vyšším požadavkům.
6. Technickoekonomické zhodnocení.

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

KSK/SK

V 12/93 S

Rozsah grafických prací: cca 40 - 50 stran textu doplněného
příslušnými obrázky, grafy, výpočty
Rozsah průvodní zprávy: a výkresovou dokumentací
Seznam odborné literatury:

- /1/ Úplná výkresová dokumentace stroje AL
- /2/ Výzkumné zprávy KSK
- /3/ Diplomové práce KSK

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Cibulka, CSc.

Konzultant: Ing. Ivo Matoušek, VŠST - KSK

Ing. Oldřich Mikule, specialista výzkumu a vývoje, Sklostroj,
Turnov

Zadání diplomové práce: 31. 10. 1991

Termín odevzdání diplomové práce: 29. 5. 1992



Vedoucí katedry
Doc. Ing. Vladimír Klebsa, CSc.

Děkan
Prof. Ing. Jaroslav Exner, CSc.

V Liberci

dne 31. 10. 19 91

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

V Semilech 3.12. 1992

Oldřich Kouř

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci

Fakulta strojní

Katedra sklářských a keramických strojů

Obor: 23-21-8

Diplomant: Oldřich Kočí

Téma: Stabilita lahví při přesouvání

Číslo DP: 215/92

Vedoucí DP: Ing. Jan Cibulka, CSc.

Konzultant: Ing. Oldřich Mikule

Ing. Ivo Matoušek

Stručný výtah: Tato diplomová práce se zabývá výrobou obalového skla na řadovém automatu typu AL 116 konkrétně rozbořem a hodnocením činitelů ovlivňujících stabilitu lahví při přesouvání z odstávky na dopravník, z dopravníku na dopravník zasouvače a z dopravníku zasouvače do chladicí pece při zvýšených hodnotách výrobních rychlostí.

Seznam použitých zkratk a symbolů	str. 6
1. Úvod	str. 6
2. POPIS LINKY NA OBALOVÉ SKLO	
SHRNUTÍ ZNÁMÝCH PARAMETRU	str.12
2.1. Popis linky na obalové sklo	str.12
2.2. Charakteristika výrobků vyráběných na auto- matech AL 118	str.18
3. TEORETICKÝ ROZBOR VELIČIN OVLIVŇUJÍCÍCH STABILITU LAHVÍ	
MODELOVÉ SITUACE	str.19
3.1. Přímocarý rovnoměrný pohyb láhve na pásu	str.19
3.2. Rovnoměrně zrychlený (zpomalený) pohyb láhve při položení na pohybující se pás	str.19
3.3. Stabilita láhve při nuceném pohybu po kruhové dráze	str.20
3.4. Obecný pohyb láhve (existuje-li relativní pohyb láhve)	str.23
3.5. Stabilita láhve při překonávání překážky ("schodu"), vliv polohy působící síly na přesouvací rychlost	str.26
3.6. Stabilita láhve při nuceném pohybu po nakloněné rovině - vliv polohy působící síly vůči těžišti	str.31
3.7. Vzájemné působení lopatky přesouvače a láhve - existence pružné vazby	str.34
4. ZHODNOCENÍ PARAMETRU PŘESOUVACÍCH ZAŘÍZENÍ PŘI PŘEDPOKLÁDANÝCH VYŠŠÍCH HODNOTÁCH VÝ- ROBNÍCH RYCHLOSTÍ	str.38

5. TECHNICKOEKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	str.40
6. ZÁVĚR	str.42
Seznam příloh a přílohy	str.43
Seznam použité literatury	str.53

1. Úvod	(N)
2. Účel a rozsah práce	(N)
3. Úvodní slovo	(N)
4. Úvodní slovo	(N)
5. Úvodní slovo	(N)
6. Úvodní slovo	(N)
7. Úvodní slovo	(N)
8. Úvodní slovo	(N)
9. Úvodní slovo	(N)
10. Úvodní slovo	(N)
11. Úvodní slovo	(N)
12. Úvodní slovo	(N)
13. Úvodní slovo	(N)
14. Úvodní slovo	(N)
15. Úvodní slovo	(N)
16. Úvodní slovo	(N)
17. Úvodní slovo	(N)
18. Úvodní slovo	(N)
19. Úvodní slovo	(N)
20. Úvodní slovo	(N)
21. Úvodní slovo	(N)
22. Úvodní slovo	(N)
23. Úvodní slovo	(N)
24. Úvodní slovo	(N)
25. Úvodní slovo	(N)
26. Úvodní slovo	(N)
27. Úvodní slovo	(N)
28. Úvodní slovo	(N)
29. Úvodní slovo	(N)
30. Úvodní slovo	(N)
31. Úvodní slovo	(N)
32. Úvodní slovo	(N)
33. Úvodní slovo	(N)
34. Úvodní slovo	(N)
35. Úvodní slovo	(N)
36. Úvodní slovo	(N)
37. Úvodní slovo	(N)
38. Úvodní slovo	(N)
39. Úvodní slovo	(N)
40. Úvodní slovo	(N)
41. Úvodní slovo	(N)
42. Úvodní slovo	(N)
43. Úvodní slovo	(N)
44. Úvodní slovo	(N)
45. Úvodní slovo	(N)
46. Úvodní slovo	(N)
47. Úvodní slovo	(N)
48. Úvodní slovo	(N)
49. Úvodní slovo	(N)
50. Úvodní slovo	(N)
51. Úvodní slovo	(N)
52. Úvodní slovo	(N)
53. Úvodní slovo	(N)
54. Úvodní slovo	(N)
55. Úvodní slovo	(N)
56. Úvodní slovo	(N)
57. Úvodní slovo	(N)
58. Úvodní slovo	(N)
59. Úvodní slovo	(N)
60. Úvodní slovo	(N)
61. Úvodní slovo	(N)
62. Úvodní slovo	(N)
63. Úvodní slovo	(N)
64. Úvodní slovo	(N)
65. Úvodní slovo	(N)
66. Úvodní slovo	(N)
67. Úvodní slovo	(N)
68. Úvodní slovo	(N)
69. Úvodní slovo	(N)
70. Úvodní slovo	(N)
71. Úvodní slovo	(N)
72. Úvodní slovo	(N)
73. Úvodní slovo	(N)
74. Úvodní slovo	(N)
75. Úvodní slovo	(N)
76. Úvodní slovo	(N)
77. Úvodní slovo	(N)
78. Úvodní slovo	(N)
79. Úvodní slovo	(N)
80. Úvodní slovo	(N)
81. Úvodní slovo	(N)
82. Úvodní slovo	(N)
83. Úvodní slovo	(N)
84. Úvodní slovo	(N)
85. Úvodní slovo	(N)
86. Úvodní slovo	(N)
87. Úvodní slovo	(N)
88. Úvodní slovo	(N)
89. Úvodní slovo	(N)
90. Úvodní slovo	(N)
91. Úvodní slovo	(N)
92. Úvodní slovo	(N)
93. Úvodní slovo	(N)
94. Úvodní slovo	(N)
95. Úvodní slovo	(N)
96. Úvodní slovo	(N)
97. Úvodní slovo	(N)
98. Úvodní slovo	(N)
99. Úvodní slovo	(N)
100. Úvodní slovo	(N)

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

D - dynamická síla	(N)
F - síla	(N)
FF - dvakrátfoukací způsob	(m)
F ₀ - odstředivá síla	(N)
G - tíhová síla	(N)
I _a - osový moment setrvačnosti	(kg.m ²)
I _{zx} , I _{zy} - rovinné momenty setrvačnosti	(kg.m ²)
L - vzdálenost jednotlivých sekcí stroje	(m)
LF - lisofoukací způsob	(m)
N, N ₁ - normálové reakce	(N)
PD - pásový dopravník	(m)
R - poloměr přesouvání	(m)
ŘS - řadový stroj	(m)
S - označení těžiště	(m)
ŠH - širokohrdlý skleněný obal	(m)
T, T ₁ - třecí síly	(N)
UH - úzkohrdlý skleněný obal	(m)
V - výsledná reakce	(N)
a - zrychlení	(m.s ⁻²)
a _x - zrychlení ve směru x	(m.s ⁻²)
a _t - tečné zrychlení	(m.s ⁻²)
a _c - Coriolisovo zrychlení	(m.s ⁻²)
a ₂₁ - zrychlení unášivého pohybu	(m.s ⁻²)
a ₃₂ - zrychlení relativního pohybu	(m.s ⁻²)
a ₃₁ - zrychlení absolutního pohybu	(m.s ⁻²)
d - průměr	(m)
e, e ₁ - vzdálenosti os setrvačnosti	(m)

f, f_1	- součinitele smykového tření	
g	- tíhové zrychlení	($m \cdot s^{-2}$)
h_s	- výška těžiště	(m)
l	- rozteč láhví na páse	(m)
l_1, l_2	- výška válců	(m)
l_f	- vzdálenost lahví ve formě při dvoukapce	(m)
l_z	- dráha zastavení	(m)
m	- hmotnost	(kg)
p	- vzdálenost působící síly od základního rámu	(m)
r	- poloměr	(m)
t	- čas	(s)
v	- rychlost	($m \cdot s^{-1}$)
v_x	- rychlost ve směru x	($m \cdot s^{-1}$)
v_0	- počáteční rychlost	($m \cdot s^{-1}$)
v_p	- rychlost pásu	($m \cdot s^{-1}$)
v_{31}	- rychlost absolutního pohybu	($m \cdot s^{-1}$)
v_{32}	- rychlost relativního pohybu	($m \cdot s^{-1}$)
v_{21}	- rychlost unášivého pohybu	($m \cdot s^{-1}$)
x	- odlehlost	(m)

α - rovinný úhel

ϵ - zrychlení rotačního pohybu

φ, ψ - rovinný úhel

ω - úhlová rychlost

δ - úhel pootočení

π - Ludolfovo číslo

λ - poměr L/l

1. ÚVOD

Výroba skla patří mezi nejstarší druhy výrob na světě. Pro vynález skla nemůžeme sice uvést žádné přesné datum, je ale zřejmé, že vznikalo postupně v době bronzové během 5. a 4. tisíciletí před naším letopočtem jako vedlejší produkt keramické výroby. Svou roli zde sehrály i zkušenosti z výroby kovů a zpracování kamene. Prvními předměty, které se ze skla vyráběly, byly různobarevné opakní korálky. Byly nalezeny na území dnešní Sýrie a datují se již do 5. tis. př.n.l. Také nejstarší známé fragmenty dutých nádob jsou asijského původu - pocházejí z Mezopotámie z konce 16. stol. př.n.l. Pro nás zajímavým může být fakt, že technika foukání skla sklářskou pišťalou byla vynalezena až v 1. stol. př.n.l., tedy poměrně pozdě. Přesto se však brzy stala hlavním způsobem výroby dutého i užitkového skla.

Ze starověku se přeneseme skokem do blízké minulosti. Ještě začátkem minulého století se foukané užitkové obalové sklo vyrábělo výhradně ručně pomocí sklářské pišťaly. Jeden sklář a jeden odnašeč byli schopni vyrobit za 8 hodin práce maximálně 500 lahví. Toto množství v souvislosti se zvyšující se poptávkou po skleněných obalech bylo zcela nedostatečné a tak není divu, že se k problému strojního tvarování skleněných obalů upnulo několik vynálezců. Přes počáteční nepřiliš úspěšná řešení se podařilo v roce 1887 angličanovi jménem H.M.Ashley zkonstruovat tvarovací stroj, který již měl všechny znaky moderního dvakrátfoukacího stroje.

Dalším skokem se přeneseme opět o několik dalších desetiletí kupředu, do let po druhé světové válce. Během ní byla strojní výroba sklářského průmyslu podobně jako i jiná prů-

myslová odvětví kromě zbrojního průmyslu dočasně ochromena. V souvislosti s poválečnými politickými změnami v naší zemi došlo i k výrazným změnám ve struktuře sklářského průmyslu, do té doby roztráštěného do řady nevelkých soukromých továren a malovýrobních provozoven. Po znárodnění továren se postupně, v souladu s rozvojem ostatních průmyslových odvětví, začalo rozvíjet i sklářství. Zásadní změna nastala v orientaci na jiný druh výroby, na výrobu technického zaměření - tedy na výrobu technického skla, skleněných vláken, plochého skla a v neposlední řadě skla obalového. Se zvyšujícími se nároky na skleněné obaly, jak co do sortimentu, jakosti a množství přestávaly staré tvarovací automaty typů Owens, Roirant a Ladena zavedené i u nás již počátkem 20. století vyhovovat a tudíž byly nahrazovány novými, výkonnějšími tvarovacími automaty, převážně řadovými, s použitím dvou- respektive tříkapky. Za špičku byl v té době považován automatický stroj Hartford IS. Jelikož však s dovozem těchto amerických strojů byly velké potíže - finanční i jiné, našlo se řešení v podobě tuzemské výroby obdobných výkonných strojů. Úkolu se ujal v té době n.p. Sklářské strojírny a slévárny v Turnově, nyní s.p. Sklostroj Turnov. V těžkých podmínkách se zde podařilo vyrobit prototyp řadového šestistanicového automatu nazvaného AL 106 na výrobu obalového skla, který svými parametry dosahoval tehdejších světových výkonů. Tyto automaty, v podstatě rekonstruované stroje IS, pak byly následně zavedeny ve všech sklárnách na obalové sklo, kde nahradily staré, neekonomické a poruchové linky. Lahvový automat AL 106 však byl pouze prvním z řady, na jejímž konci jsou v současné době připravované řadové stroje nové koncepce AL 106-4 a AL 108-4. Jako

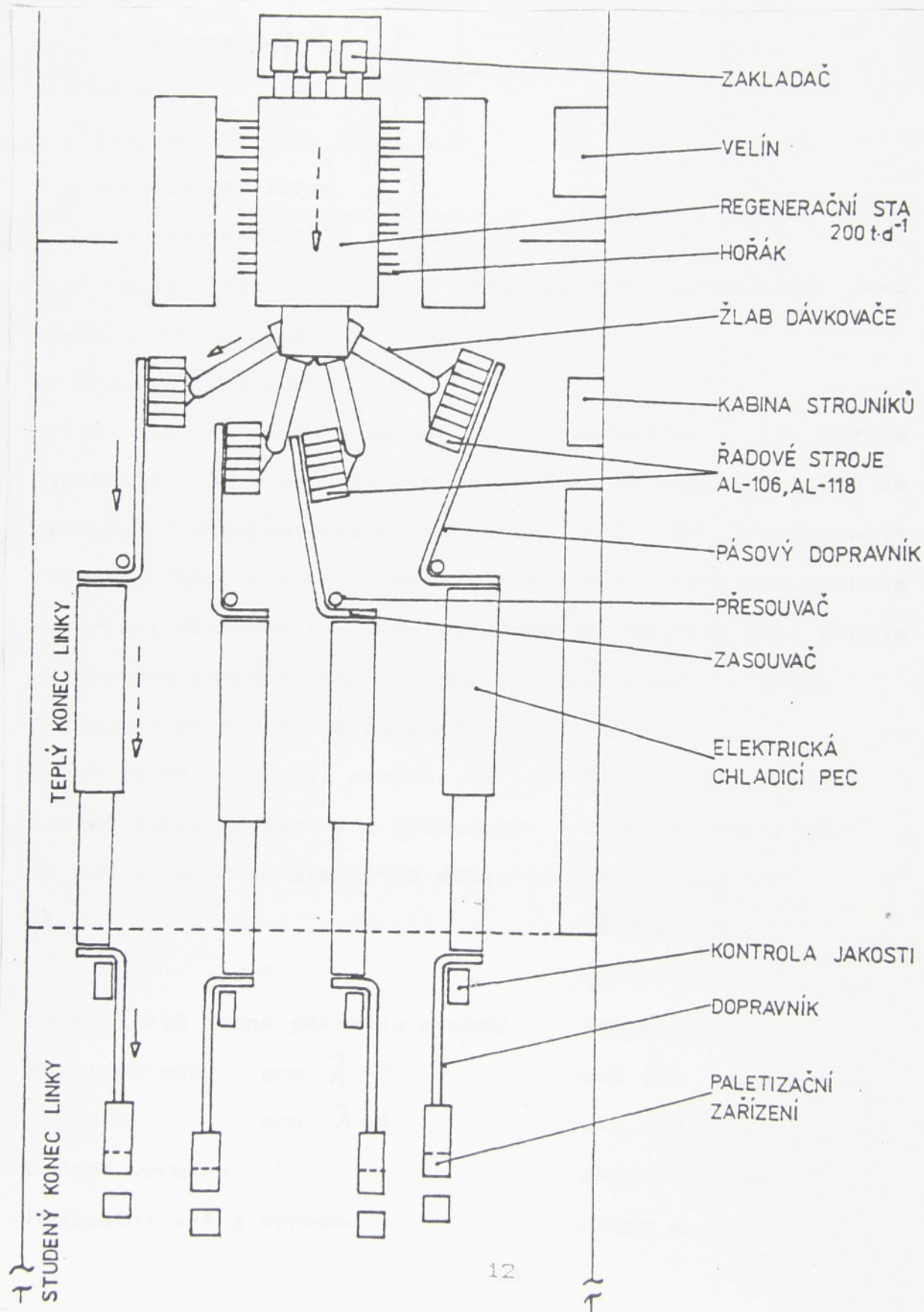
důkaz poctivého tvůrčího úsilí všech pracovníků s.p. Sklo-
stroj Turnov poslouží dobře tento stručný výčet nejdůleži-
tějších konstrukčních kroků prezentovaných jednotlivými typy
AL. Byly to tedy AL 106, AL 106-1,2, AL 118, AL 116-1 a AL
118-1 a konečně již zmiňované AL 106-4 a AL 108-4. Každý
z nich nabízí novější, nápaditější řešení a vyšší technic-
ké parametry jako je výkonnost, spolehlivost, efektivnost,
kvalita výrobků a další...

Současné tržní podmínky, konkurenční boj o zákazníka nutí
podniky, pokud mají životaschopný výrobní program, kromě
maximálního důrazu na kvalitu neustále zvyšovat objem výroby
bez ohledu na to, mají-li tyto podniky na nákup nových,
modernějších (a podstatně dražších) technologických zařízení
finanční prostředky, nebo nemají. Děje se tak proto i na
strojích staršího typu například právě na AL 118, kterými
jsou mimochodem po automatech AL 106 nejčastěji vybaveni
naši přední výrobci obalového skla (Skloobal Nemšová,
Vetropack Moravia Glass Kyjov, Obal Union Nové Sedlo,
Rudolfova Huť Dubí u Teplic a další). Při zvyšování výro-
bních rychlostí nad současnou horní mez však dochází k někte-
rým negativním jevům, k nimž patří především ztráta stabi-
lity výrobku, která pak nepříznivě ovlivňuje plynulý chod za-
řízení. Abychom jej mohli upravovat a optimalizovat, musíme
vycházet z důkladných znalostí všech faktorů majících vliv
v našem případě právě na stabilitu lahví při přesouvání od
jedné technologické operace k druhé.

2. POPIS LINKY NA OBALOVÉ SKLO. SHRNUTÍ ZNÁMÝCH PARAMETRŮ.

2.1. Popis linky na obalové sklo

Na obr.1 vidíme schematický nákres výrobní linky na obalové sklo tak jak je uveden v literatuře [1/



Obecně se jedná o uspořádání zavedené pochopitelně s menšími obměnami a různým strojním vybavením ve všech podnicích specializovaných na obalové sklo. "Srdcem" linky je v tomto případě řadový stroj AL 118.

Základní technické údaje a parametry.

1. Typové označení

A - automat

L - lahvový

1 - pneumatický pohon

1 - vývojová řada 1973 - 1983

8 - počet stanic (sekcí) pracujících samostatně jako výrobschopný celek

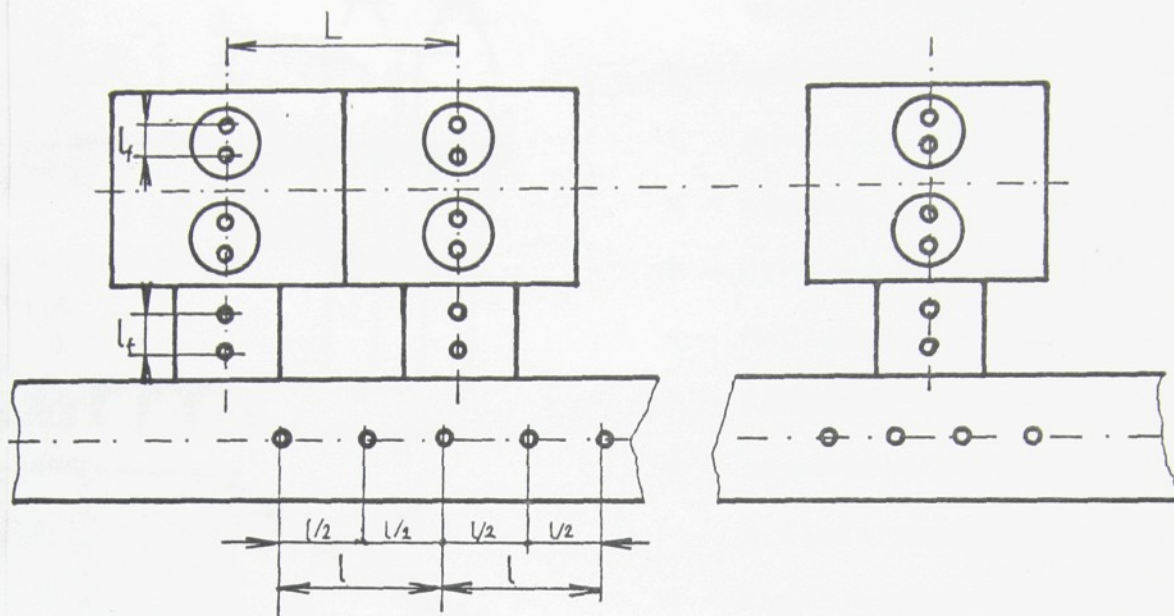
2. Pracovní provedení

Vyrábí se ve dvou základních provedeních a to buď na úzkohrdlé (ÚH) nebo širokohrdlé (ŠH) skleněné obaly. ÚH se vyrábějí způsobem dvakrátfoukacím (FF), ŠH lisofoukacím způsobem (LF). Obě provedení mají duplexní, tedy dvoukapkové dávkování skloviny (DK). Svými parametry se řadí mezi stroje určené pro automatickou střední a velkosériovou výrobu.

3. Stávající technické parametry

Počet taktů stroje za minutu	$T=30 - 120$
Rozteč lahví na páse při dvoukapce	$l/2=135$ nebo $67,5$
Rozteč výrobků ze stanic na páse	$l=270$ nebo 135
$\lambda = L/l$	$\lambda = 2$ pro $l=270$ $\lambda = 4$ pro $l=135$
Počet taktů jedné sekce za minutu	$t=4 - 15$
Rychlost pásu pro $\lambda = 2$	$v=0,135 - 0,540$ m/s
pro $\lambda = 4$	$v=0,067 - 0,270$ m/s
Průměr výrobku	$d=25 - 110$ mm
Maximální výška výrobku	$h=350$ mm

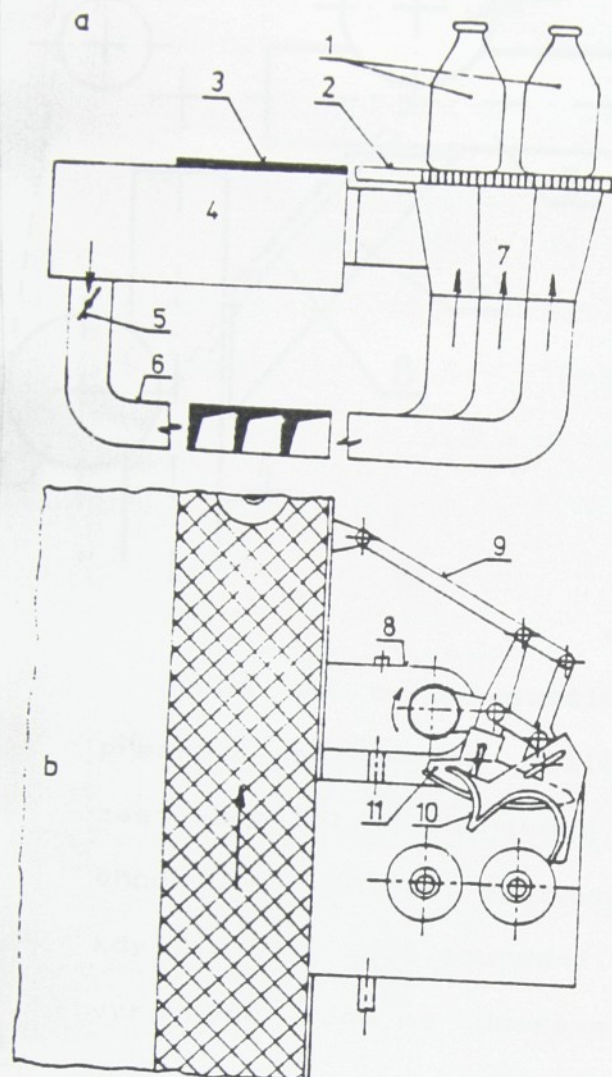
Na obr. 2 jsou označeny některé veličiny uvedené v přehledu.



Obr. 2

Jelikož tato práce má za úkol zhodnotit stabilitu výrobku během transportu z odstávky do chladicí pece, budeme se dále podrobněji zabývat touto částí linky.

Po tvarování na AL 118 je láhev odnímačem přemístěna na desku odstávky viz. obr.3. Jedná se o odstávkový mechanismus typ DJN - 1. Pohon se sestává z elektromotoru, převodové skříně, předlohy a řetězového převodu. Synchronní vazbu mezi výrobní rychlostí stroje a rychlostí posuvu pásu dopravníku zajišťuje elektromotor, který je ovládán ze skupinového regulačního pohonu. V převodové skříně je zabudován diferenciál pro nastavení fázového posunutí mezi tvarovacím cyklem a činností odstávek.



a - schéma funkce odstávky

b - schéma přesouvacího

mechanismu odstávky

1 - skleněné obaly

2 - odstávková deska

3 - dopravní pás

4 - komora

5 - škrticí klapka

6 - rozváděcí těleso

7 - chladič vzduch

8 - převodová skříň

s elektromotorem

9 - čtyřkloubový mecha-

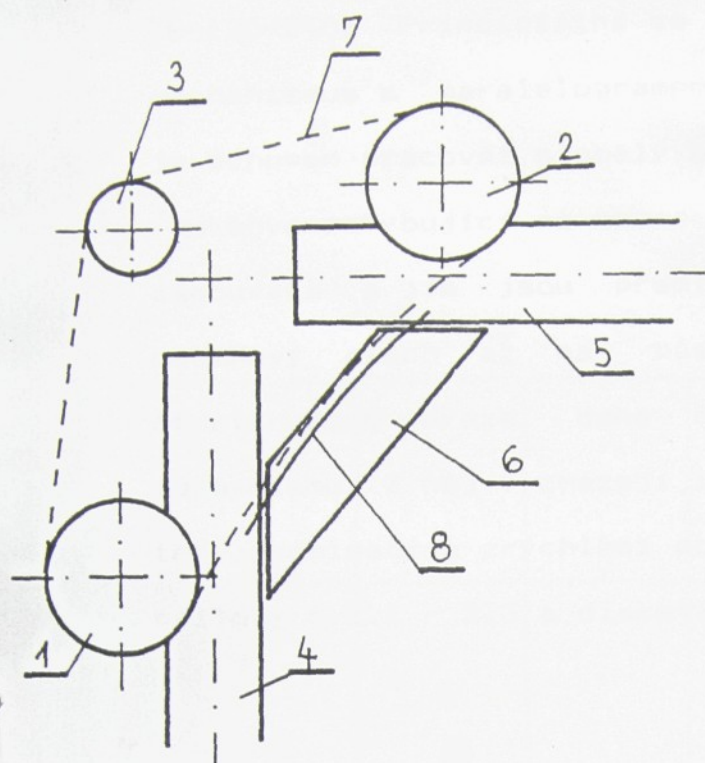
nismus

10 - horní čelist

11 - spodní čelist

obr. 3

Odstávkovým mechanismem je láhev přesunuta na článkový pás dopravníku, pohybujícího se konstantní rychlostí 0,202 m/s a jím je pak transportována k univerzálnímu řetězovému přesouvači firmy SHEPPE, TA 3000, který je schematicky znázorněn na obrázku 4 (viz následující strana).



- 1 - hnací řetězové kolo
- 2 - hnané řetězové kolo
- 3 - napínací řetězové kolo
- 4 - primární dopravník
- 5 - sekundární dopravník
- 6 - přechodový plech
- 7 - řetěz s lopatkami
- 8 - ocelová oblouková kolejnička

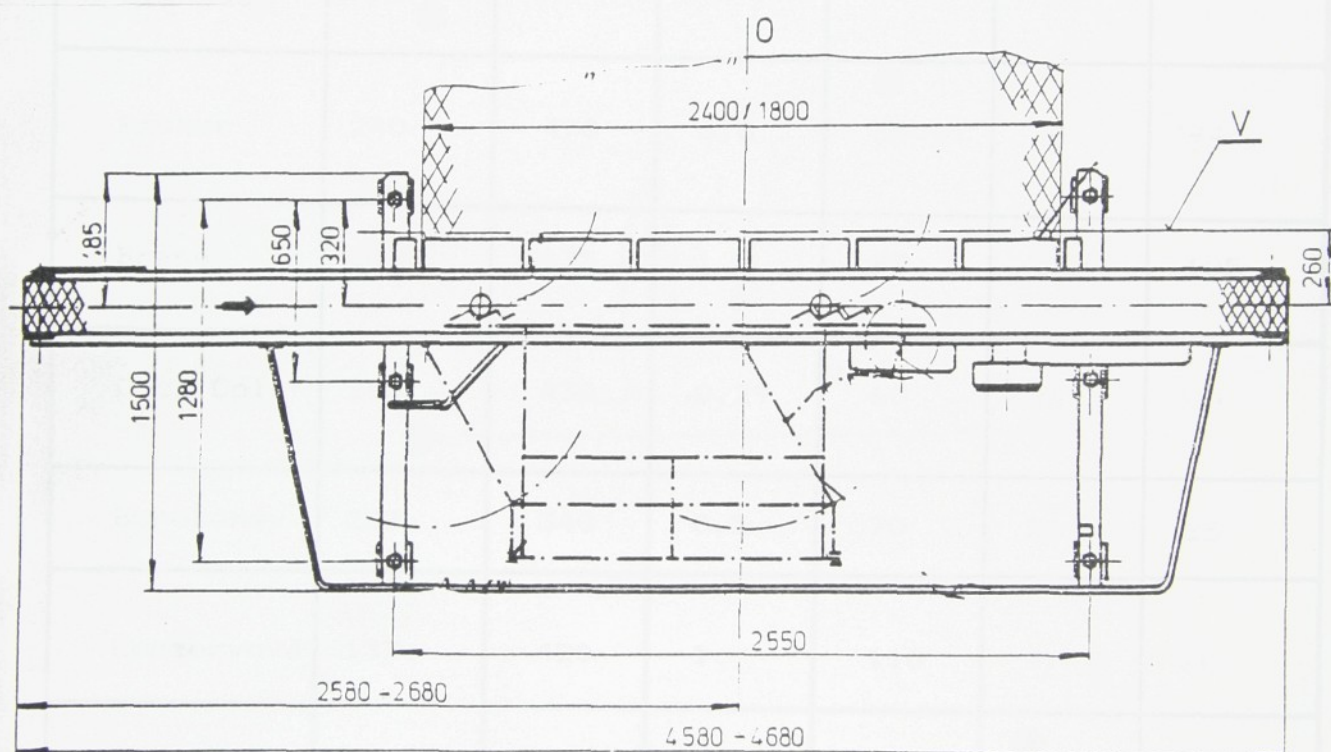
obr. 4

Jedná se o univerzální mechanismus pro nepřetržitou přepravu skleněných obalů z dopravníku (4) na dopravník zasouvače (5). Mechanismus pracuje s konstantní rychlostí shodnou s rychlostí dopravníku 1. Cyklus začíná v okamžiku, kdy se mezi dvě sousední láhve, posunující se v přibližně vyrovnané řadě na dopravníku 1, vsune lopatka přesouvače. Výrobek je zachycen lopatkou a nastává fáze tzv. nuceného přesouvání, která končí na dopravníku 2. Láhve jsou přitom přesouvány po dráze, která je dána tvarem ocelové obloukové kolejničky, jež vede řetěz s lopatkami. Lopatky jsou otočně uchyceny na nosném řetězu a jsou nastaveny tak, aby odpovídaly rozestupu obalů na dopravníku tvarovacího stroje.

Na dopravníku zasouvače se láhev opět pohybuje konstantní rychlostí až k vlastnímu zasouvači. V našem případě se jedná o typ ZO-120-240. Poslední číslo v typovém označení určuje, pro jakou šířku (zde v cm) chladičí pece je zasouvač určen. Na obrázku č.5 vidíme v půdorysu schematicky znázorněný

ZD-120-240. Principiálně se jedná o klasický čtyřkloubový mechanismus s paralelogramem, počet cyklů činí 5 - 15/min, je schopen pracovat s obaly o průměru 30 - 110mm.

Láhve pohybující se na dopravníku jsou zachyceny hrablem zasouvače a jím jsou přemísťovány s osy dopravníku přes náběhový plech až na pás chladicí pece přibližně po čtvrtkruhové dráze, dané stávajícím konstrukčním řešením mechanismu. Z něj vycházejí i hodnoty kinematických veličin, tedy rychlosti a zrychlení pohybu láhve při přesouvání (viz. přílohy č.2.1 - 2.3 a disketa s programem).



obr.5

2.2. Charakteristika výrobků vyráběných na automatech AL 118

V tabulce č.2 je uveden přehled lahví, který charakterizuje výrobní pásmo stroje AL 118.

Tab.2

Název	celk. výška (mm)	hmot- nost (g)	objem (l)	prům. těla (mm)	prům. ústí (mm)	výška těž. (mm)
Apolina- ris 340	202	340	0,2	59	25	72
Becher	240	470	0,5	54x91	28	94
Brandy	300	675	1	88	25	105
Coca Cola	245	430	0,27	60	25	90
Euroláhev	228	340	0,5	70	26	85
Konzervová	137	420	1	110	97	60
Lékovka 10	117	105	0,1	47	25	48

$$a = g \cdot f$$

(1)

Podmínku stability určíme z momentové rovnováhy k bodu A.

$$\sqrt{A} \quad D \cdot h_s - 1/2 \cdot G \cdot d = 0$$

$$m \cdot a \cdot h_s = 1/2 \cdot m \cdot g \cdot d \quad \text{dosazením vztahu (1) a úpravou}$$

$$f = d/2 \cdot h_s \quad (2)$$

Rychlosti pásu v_p dosáhne láhev v určitém časovém intervalu a na odpovídající dráze. Hodnotu času t vypočteme

$$t = v_p/a = v_p/f \cdot g \quad (3)$$

Za tuto dobu urazí dráhu l

$$l = 1/2 \cdot a \cdot t^2 = v_p^2/2 \cdot f \cdot g \quad (4)$$

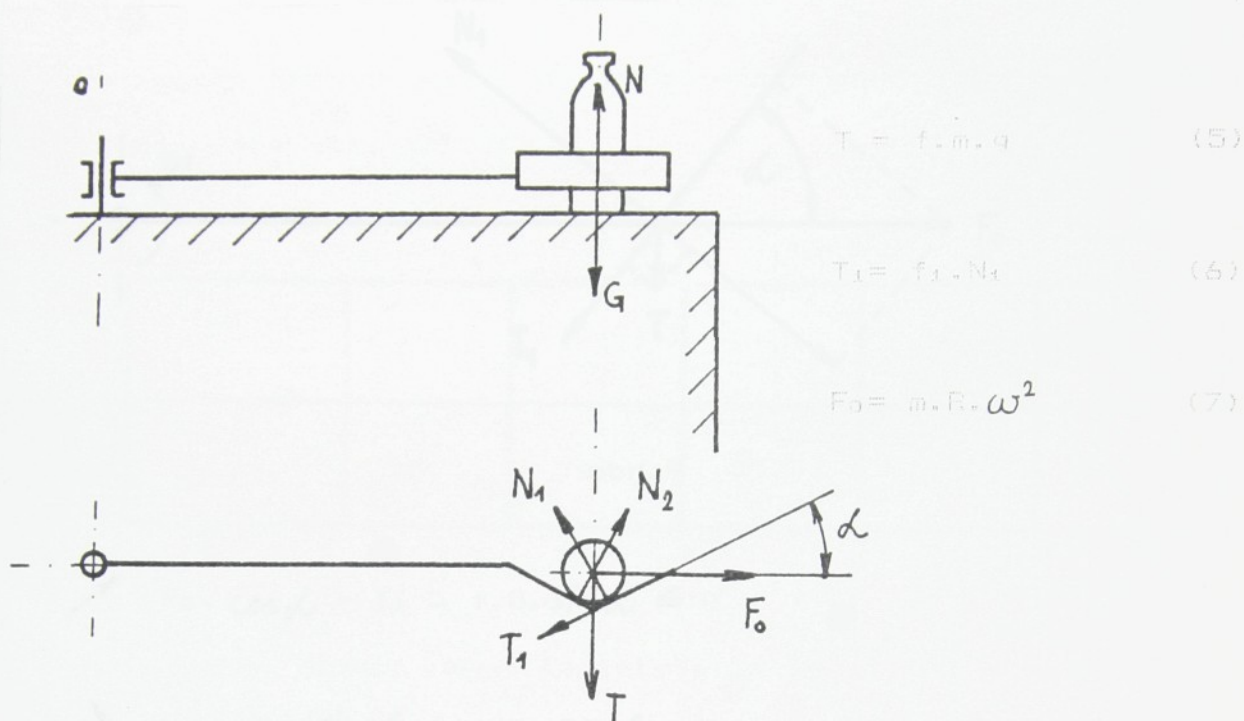
Mezi veličinami t, l a f platí nepřímá úměrnost, což znamená, že hodnoty času i dráhy klesají s rostoucím součinitelem smykového tření.

3.3. Stabilita láhve při nuceném pohybu po kruhové dráze

Tento pohyb vykonává láhev při přesouvání z pásu dopravníku na pás zasouvače a z něj pak dále do chladicí pece, přičemž v prvním případě je pohyb realizován přesouvačem TA 3000, v druhém případě zasouvačem ZO-120-240. Rozbor je proveden obecně pro oba případy a

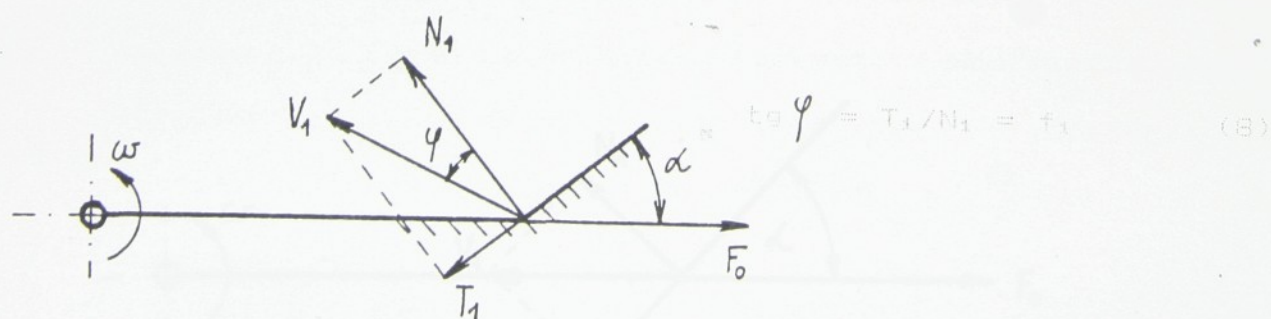
vychází ze zjednodušeného modelu znázorněného na obrázku

č.7 vyjadřuje



obr.7

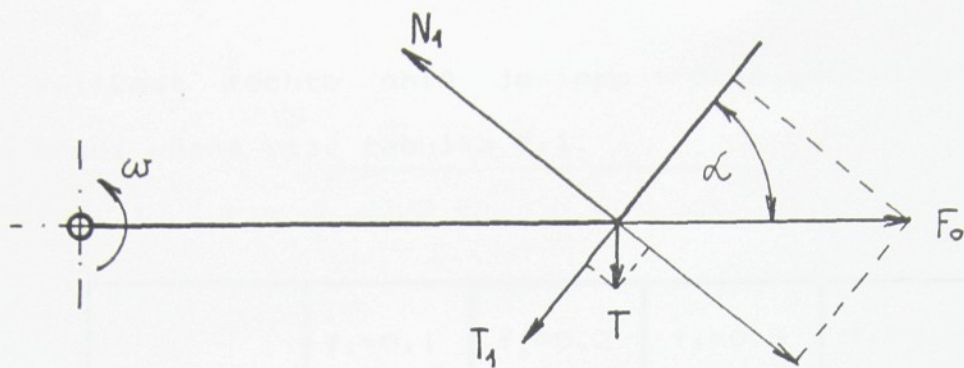
Kde f je součinitel smykového tření pro dno láhve a f_1 je součinitel smykového tření pro stěnu láhve a lopatku přesouváče (hrablo zasouvače).



obr.8

Podmínku rovnováhy za předpokladu, že $N_2 = 0$, $\omega \rightarrow \omega_{KRIT.}$

stanovíme dle obrázku č.9 ze dvou složkových rovnic.



obr.9

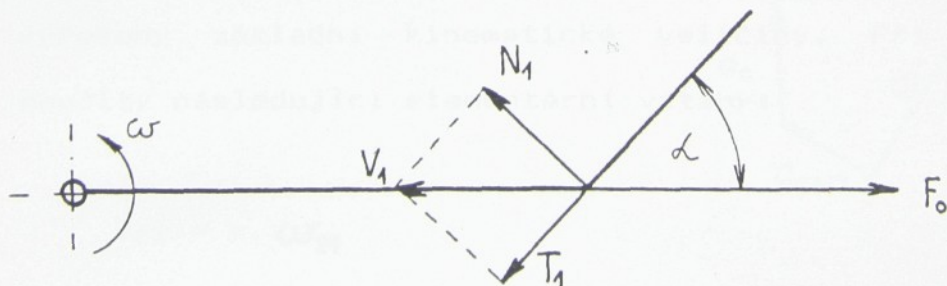
$$F_0 \cdot \cos \alpha - T_1 - f \cdot G \cdot \sin \alpha \leq 0$$

$$N_1 - F_0 \cdot \sin \alpha - f \cdot G \cdot \cos \alpha = 0$$

Po dosazení rovnic (5), (6), (7) a matematické úpravě dostáváme pro výpočet úhlové rychlosti přesouvání vztah

$$\omega \leq \sqrt{g \cdot f / R \cdot (\sin \alpha + f_1 \cdot \cos \alpha) / (\cos \alpha - f_1 \cdot \sin \alpha)} \quad (8)$$

Uvažujeme-li dále $N_2 = 0$, pak je z obrázku č.10 na základě vztahů (5), (6), (7), (8)



obr.10

$$\alpha_{\text{opt.}} = \text{arccotg } f_1 \quad (9)$$

$$f_1 = \text{cotg } \alpha \quad (10)$$

Velikost těchto úhlů je pro různé součinitele smykového tření různá viz. tabulka č.1.

Tab. 1

	$f_1=0,1$	$f_1=0,2$	$f_1=0,3$	$f_1=0,4$	$f_1=0,5$
$\alpha_{\text{opt.}}$	84°	78°	73°	68°	63°

3.4. Ubočný pohyb láhve (existuje-li relativní pohyb láhve)

Unašeč (v našem případě přesouvač nebo zasouvač) koná unášivý rotační pohyb úhlovou rychlostí $\omega_{21} = \text{konst.}$, $\epsilon_{21} = 0$. Uvažujme dále, že existuje relativní pohyb láhve vůči unašeči. Na láhev při obecném pohybu působí výsledná reakce V_1 (stěna láhve * lopatka nebo hrablo), odstředivá síla $F_o = m \cdot r \cdot \omega^2$ třecí síla $T = m \cdot g \cdot f$ (dno láhve * podložka) a Coriolisova síla $F_c = m \cdot a_c = m \cdot 2 \cdot v_{32} \cdot \omega_{21}$.

Úloha tohoto typu vede k sestavení diferenciálních rovnic. Na obrázku č.11 jsou na principu kinematiky současných pohybů vyřešeny základní kinematické veličiny. Při řešení byly použity následující elementární vztahy:

$$v_{21} = r \cdot \omega_{21} \quad (11)$$

$$v_{32} = dx/dt \quad (12)$$

Dle obrázku č.11 sestavíme složkové rovnice ve vodorovném a svislém směru,

$$\rightarrow m \cdot a_{32} + F_0 \cdot \cos(\alpha - \psi) + m \cdot a_{31} \cdot \cos \delta - T_1 - m \cdot a_{21} \cdot \cos(\alpha - \psi)$$

$$- T \cdot \cos \delta = 0$$

$$\downarrow F_0 \cdot \sin(\alpha - \psi) + T \cdot \sin \delta - m \cdot a_{31} \cdot \sin \delta - m \cdot a_2 - N_1$$

$$- m \cdot a_{21} \cdot \sin(\alpha - \psi) = 0$$

jejichž řešení po dosazení vztahů (11) až (15) a matematických úpravách vede na diferenciální rovnici relativního pohybu láhve při přesouvání.

$$\begin{aligned} d^2x/dt^2 - r \cdot \omega_{21}^2 (\cos \alpha \cos \psi + \sin \alpha \sin \psi - f_1 \cdot (\sin \alpha \cos \psi - \\ - \cos \alpha \sin \psi)) + 2 \cdot f_1 \cdot \omega_{21} \cdot dx/dt + g \cdot f_1 \cdot (\sin \delta + \cos \delta) = 0 \end{aligned} \quad (16)$$

Řešením této diferenciální rovnice bychom získali velikost posunutí x v závislosti na úhlové rychlosti rotačního pohybu a úhlu pootočení ψ .

Pro vytvoření názornější představy o problematice relativního pohybu při přesouvání láhve použijeme přibližného řešení pro počáteční zrychlení a , respektive pro malou odlehlost x :

$$a \approx R \cdot \omega^2 \cdot (\cos \alpha - f_1 \cdot \sin \alpha) - g \cdot f_1 \cdot (\sin \alpha + f_1 \cdot \cos \alpha) \quad (17)$$

Okamžitá rychlost relativního pohybu láhve je dána

rovnici (12). Zrychlení v odlehlosti x (t.j. v čase t) je

$$a \approx d^2x/dt^2 = d(v^2)/2 \cdot dx \quad (18)$$

Přibližná velikost zrychlení relativního pohybu láhve (17) je dána pro známý poloměr přesouvání, úhlovou rychlost, úhel a součinitele smykového tření. Z rovnice (18) vyjádříme velikost posunutí láhve ve směru relativního pohybu.

$$x \approx a \cdot t^2 / 2 \quad (19)$$

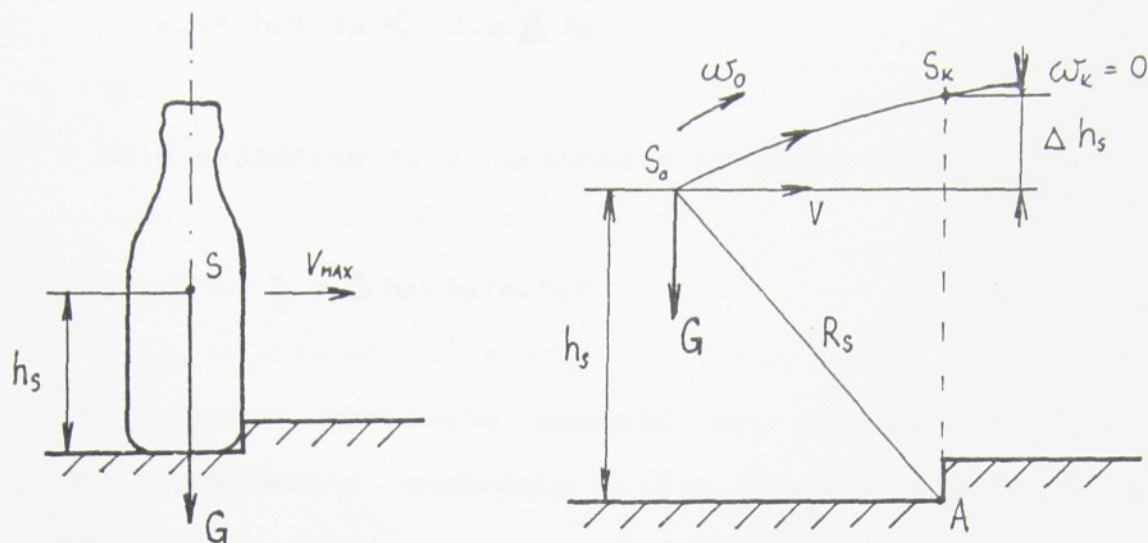
Dosadíme-li do vztahu (19) čas potřebný k přesunutí láhve danou úhlovou rychlostí o úhel pootočení φ , můžeme určit hodnotu dráhy relativního pohybu v daném časovém úseku.

3.5. Stabilita láhve při překonávání překážky ("schodu"), vliv polohy působící síly na přesouvací rychlost

Při přechodech z odstávkové desky na dopravník 1, z dopravníku na desku zasouvače, z ní na dopravník 2 a konečně z dopravníku 2 na náběhový pléch a potom na pás chladicí pece, musí láhev překonávat "schody", které - byť jsou nepatrných rozměrů - mohou ovlivnit její stabilitu. Teoretickým rozbořem tohoto problému zjišťujeme maximální rychlost, kterou se láhev může pohybovat, aniž by při nárazu na záračku (resp. při pohybu ze "schodu" dolů) došlo ke ztrátě stability. Na obrázku č.12 je znázorněná výchozí situace. Láhev pohybující se určitou rychlostí narazí na záračku. Po nárazu se začne naklápět úhlovou rychlostí ω_0 . Z rovnosti momentů hybnosti před a po nárazu je

$$m \cdot v \cdot h_s = I_D \cdot \omega_0$$

(20)



obr. 12

matematickou úpravou (20) pak dostáváme rovnici pro výpočet počáteční úhlové rychlosti naklápění.

$$\omega_0 = m \cdot v \cdot h_s / I_D \quad (21)$$

Ze zákona o změně kinetické energie za podmínky, že nesmí dojít k překlopení je

$$I_D \cdot \omega_k^2 / 2 - I_D \cdot \omega_0^2 / 2 < - m \cdot g \cdot \Delta h_s$$

a po úpravě, předpokládáme-li, že $\omega_k = 0$

$$\omega_0^2 < 2 \cdot m \cdot g \cdot \Delta h_s / I_D \quad (22)$$

Porovnáním vztahů (21) a (22) je

$$(m \cdot v \cdot h_s / I_D)^2 < 2 \cdot m \cdot g \cdot \Delta h_s / I_D$$

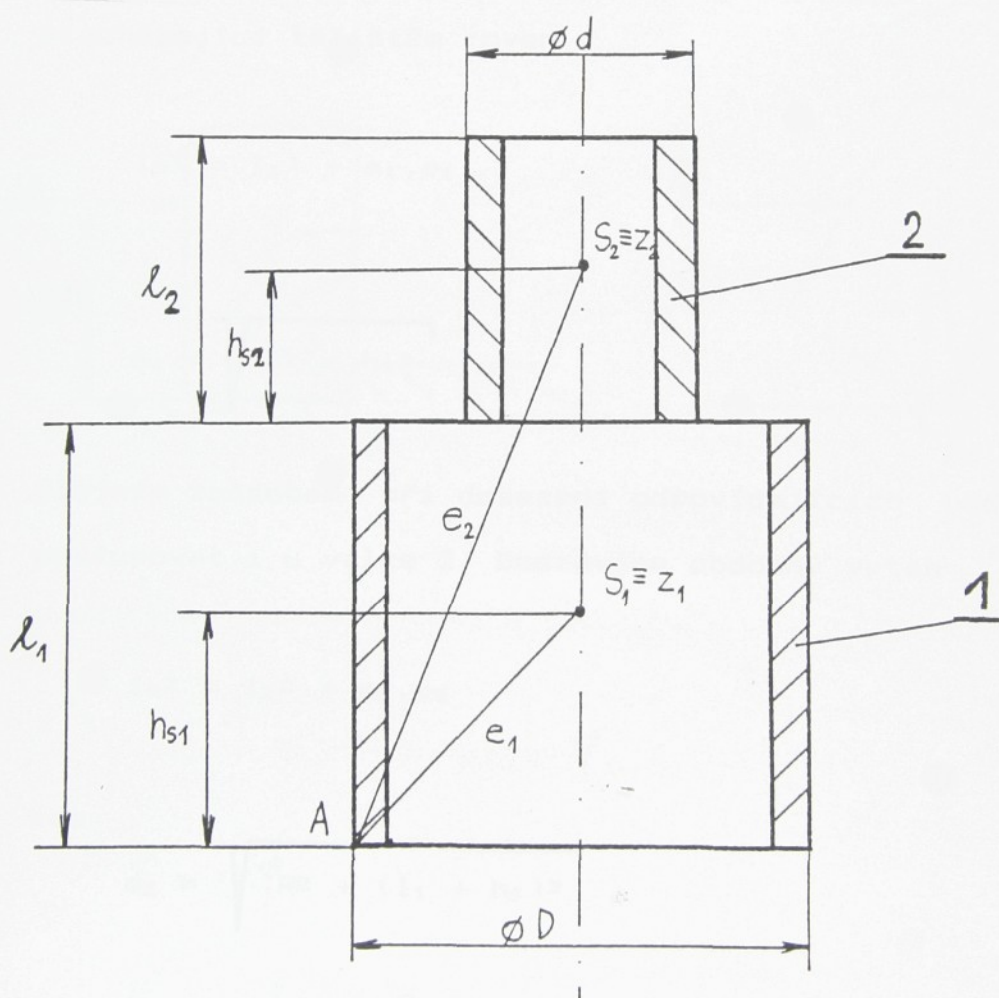
po úpravě

$$m \cdot v^2 \cdot h_s^2 / I_A < 2 \cdot g \cdot \Delta h_s$$

a dále vyjádříme-li z nerovnosti rychlost v dostáváme

$$v^2 < 2 \cdot g \cdot \Delta h_s \cdot I_A / m \cdot h_s^2 \quad (23)$$

Pro výpočet hmotového momentu setrvačnosti láhve vyjdeme pro zjednodušení z obrázku č.13 a následujících vztahů pro tenkostěnný váleček.



obr.13

Moment setrvačnosti k ose z

$$I_z = I_{zx} + I_{zy} \quad (24)$$

momenty setrvačnosti k rovinám

$$I_{zx} = m \cdot l^2 / 12 \quad (25)$$

$$I_{zy} = m \cdot R^2 / 2 \quad (26)$$

potom

$$I_z = m \cdot l^2 / 12 + m \cdot R^2 / 2$$

Podle Steinerovy věty pak je moment setrvačnosti I_A k ose procházející bodem A, která je rovnoběžná s osou z procházející těžištěm roven

$$I_A^1 = I_z^1 + m_1 \cdot e_1^2 \quad (27)$$

kde

$$e_1 = \sqrt{R^2 + h_s^2} \quad (28)$$

Stejným způsobem při dosažení odpovídajících hodnot budeme postupovat i u válce 2. Dostáváme obdobný vztah

$$I_A^2 = I_z^2 + m_2 \cdot e_2^2 \quad (29)$$

kde

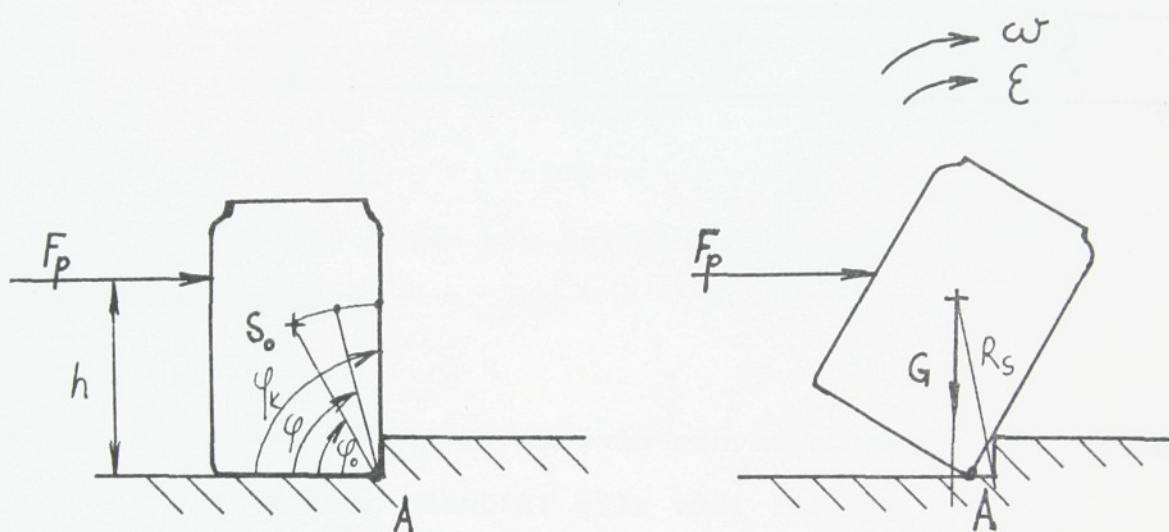
$$e_2 = \sqrt{R^2 + (l_1 + h_s)^2} \quad (30)$$

Pro výsledný hmotový moment setrvačnosti ze vztahů (27) a (29) pak platí

$$I_A = I_A^1 + I_A^2 \quad (31)$$

Dosažením do nerovnice (23) pak dostáváme výsledný vztah pro maximální rychlost v , kterou se může pohybovat láhev při nárazu na překážku.

Prozatím jsme do výpočtu nezahrnuli přesouvací sílu F_p (viz. lopatka přesouvače, hrablo zasouvače), která při přesouvání působí v určité výšce na láhev. Jakým způsobem ovlivní tato výška maximální přesouvací rychlost při překonávání překážky, zjistíme následujícím výpočtem. Při sestavování rovnic vyjdeme z obrázku č. 14.



obr. 13

Momentová rovnice k bodu A je

$$\overset{A}{\curvearrowright} I_A \cdot \epsilon = F_p \cdot h - G \cdot R_s \cdot \cos \varphi$$

$$\epsilon = f(\varphi)$$

$$\epsilon = d(\omega^2)/2 \cdot d\varphi = (F_p \cdot h - G \cdot R_s \cdot \cos \varphi) / I_A \quad (32)$$

$$\int_{\omega_0^2}^{\omega_k^2} d(\omega^2) = 2 \int_{\varphi_0}^{\varphi_k} (F_p \cdot h - G \cdot R_s \cdot \cos \varphi) d\varphi / I_A$$

$$[\omega]_{\omega_0^2}^{\omega_k^2} = 2 \left[F_p \cdot h \cdot \varphi - G \cdot R_s \cdot \sin \varphi \right]_{\varphi_0}^{\varphi_k} / I_A$$

$$\omega_k^2 - \omega_0^2 = 2 \left[F_p \cdot h \cdot (\varphi_k - \varphi_0) - G \cdot R_s \cdot (\sin \varphi_k - \sin \varphi_0) \right] / I_A$$

a předpokládáme-li, že $\omega_k = 0$, pak

$$\omega_0 = \sqrt{2 \cdot G \cdot R_s \cdot (\sin \varphi_k - \sin \varphi_0) - F_p \cdot h \cdot (\varphi_k - \varphi_0) / I_A} \quad (33)$$

po dosazení do vztahu (20) dostaneme

$$v_{\max} = I_A \cdot \sqrt{2 \cdot G \cdot R_s \cdot (\sin \varphi_k - \sin \varphi_0) - F_p \cdot h \cdot (\varphi_k - \varphi_0) / I_A} \quad (34)$$

m.s

což je výsledný vztah pro maximální přesouvací rychlost za daných podmínek.

3.6. Stabilita láhve při nuceném pohybu po nakloněné rovině - vliv polohy působící síly vůči těžišti

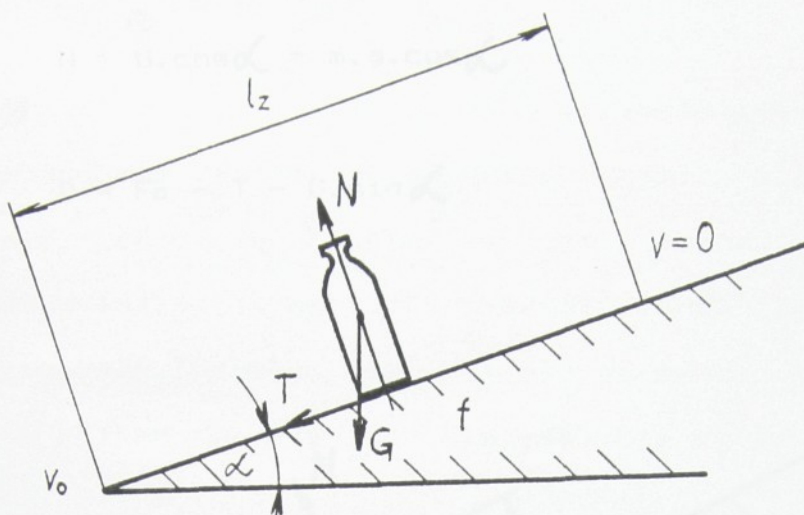
Při přechodu láhve z běžícího pásu dopravníku na pevnou desku přesouvače (náběhový plech chladicí pece), by se bez působení přesouvací síly F_p láhev zastavila.

Dle obrázku č.14 sestavíme rovnice rovnováhy

$$\downarrow \quad m \cdot a = - G \cdot \sin \alpha - T$$

$$\nwarrow \quad 0 = N - G \cdot \cos \alpha$$

$$T = f \cdot N$$



obr.14

Úpravami dostáváme pro "zpomalení" a vztah

$$a = -g(\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) = d(v)^2 / 2 \cdot dx \quad (35)$$

$$\int_{v_0^2}^{v^2} d(v)^2 = -2 \cdot g(\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) \int_0^x dx$$

$$v^2 - v_0^2 = -2 \cdot g(\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) \cdot x$$

a dosadíme-li $v = 0$ a $x = l_z$, dostáváme vztah pro dráhu l_z , jež urazí láhev do zastavení při pohybu po nakloněné rovině.

$$l_z = v_0^2 / 2 \cdot g(\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) \quad (36)$$

Působí-li na láhev přesouvací síla F_p , sestavíme dle obrázku č.15 následující složkové rovnice



$$F_p - D - T - G \cdot \sin \alpha = 0$$

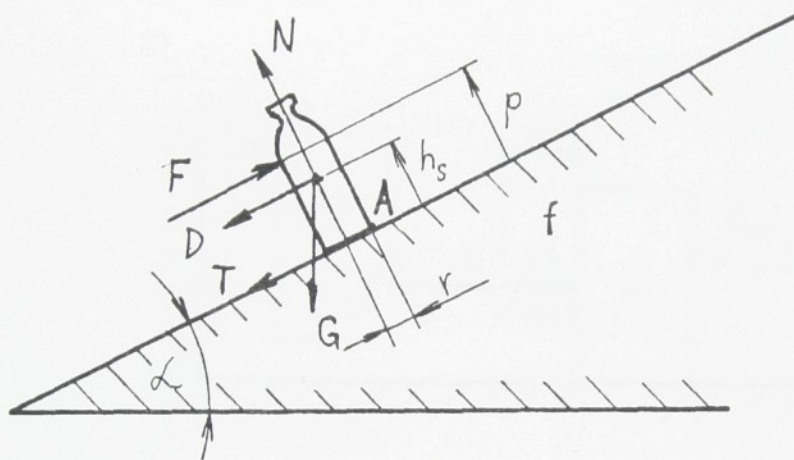


$$N - G \cdot \cos \alpha = 0$$

$$N = G \cdot \cos \alpha = m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

$$D = F_0 - T - G \cdot \sin \alpha$$

(37)



obr.15

Momentová rovnice k bodu A, zvolíme-li $p = h_s$ a zároveň pokud předpokládáme, že normálová reakce N působí v okamžiku "počátku naklápění" pouze v bodě A, zní

$$A \quad F_0 \cdot d - D \cdot h_s - h_s \cdot G \cdot \sin \alpha - r \cdot G \cdot \cos \alpha \leq 0$$

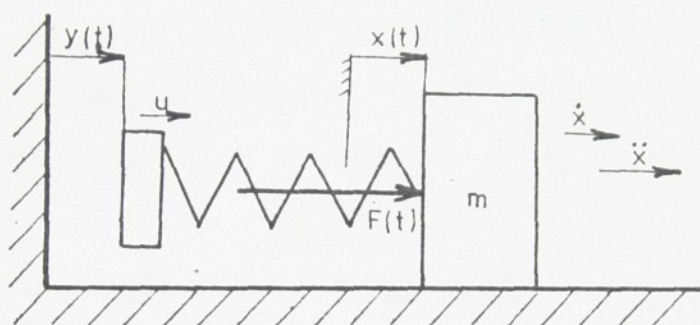
Po dosazení vztahu (37) a dalších matematických úpravách dostáváme

$$F \leq (r - h_s \cdot f) \cdot G \cdot \cos \alpha / (p - h_s) \quad (38)$$

což je výsledný vztah pro maximální přesouvací sílu F_0 .

3.7. Vzájemné působení lopatky přesouvače a láhve - existence pružné vazby

Podobně jako kdekoli jinde v technice, i našem případě nepracujeme s tělesy dokonale tuhými, ale s tělesy, mezi nimiž existuje jistá pružná vazba. Počáteční fázi přesouvání, tj. okamžik, kdy je láhev zachycena lopatkou přesouvače (hrablem zasouvače), si proto můžeme představit jako případ zobrazený na následujícím obrázku.



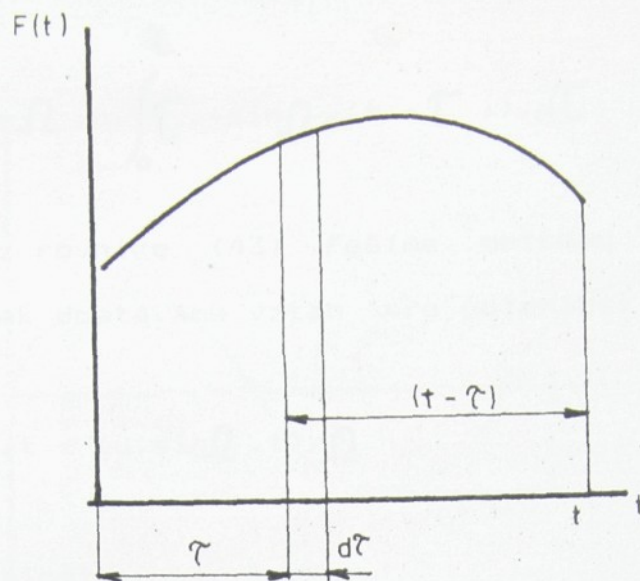
obr.16

Předpokládejme, že budící síla $F(t)$ působící na pružně uložené těleso bez tlumení (láhev) má zcela obecnou závislost např. podle obrázku č.17. V případě kinematického buzení $y = y(t)$ je $F(t) = k \cdot y(t)$. Řešení pohybu hmotného bodu provedeme dle následující úvahy. Součin

$$F(t) \cdot dt = dI \quad (39)$$

je diferenciál impulsu. Působí-li takový impuls v čase $t = \tau$ na bod o hmotnosti m s 1^0 volností, nebude tento bod počáteční rychlost dv , pro kterou platí dle zákona o zachování hybnosti a dle vztahu (39)

$$m \cdot dv = F(\tau) \cdot d\tau$$



obr.17

Soustava se rozkmitá a pohyb způsobený tímto impulsem na konci doby t (tzn. po době $t - \tau$) od okamžiku působení impulsu je za použití výrazu pro odchylku x hmotného bodu, na něj působí pouze síla pružiny F

$$x(t) = x_0 \cdot \cos \Omega \cdot t + v_0 \cdot \sin \Omega \cdot t / \Omega \quad (40)$$

a za předpokladu, že $x_0 = 0$, $v_0 \approx dv$, $x \approx dx(t)$

$$dx(t) = dv \cdot \sin \Omega \cdot (t - \tau) / \Omega = F(\tau) \cdot (\sin \Omega \cdot (t - \tau)) \cdot d\tau / m \cdot \Omega \quad (41)$$

Působí-li silový účinek spojitě v intervalu $0 - t$, je výchylka za předpokladu, že na počátku byla soustava v klidu, dána závislostí

$$x(t) = (m \cdot \Omega) \cdot \int_0^t F(\tau) \cdot (\sin \Omega \cdot (t - \tau)) \cdot d\tau \quad (42)$$

Po úpravě, je-li dáno $y(t) = u \cdot t$, $y = u$, $y = 0$, je

$$x(t) = (m \cdot \Omega) \cdot k \cdot \int_0^t u \cdot (\sin \Omega \cdot (t - \tau)) \cdot d\tau =$$

$$= \Omega \cdot u \cdot \int_0^t \tau \cdot (\sin \Omega \cdot (t - \tau)) \cdot d\tau \quad (43)$$

Integrál z rovnice (43) řešíme metodou "per partes", po úpravách pak dostáváme vztah pro odlehlost

$$x = u \cdot t - (u \cdot \sin \Omega \cdot t) / \Omega \quad (44)$$

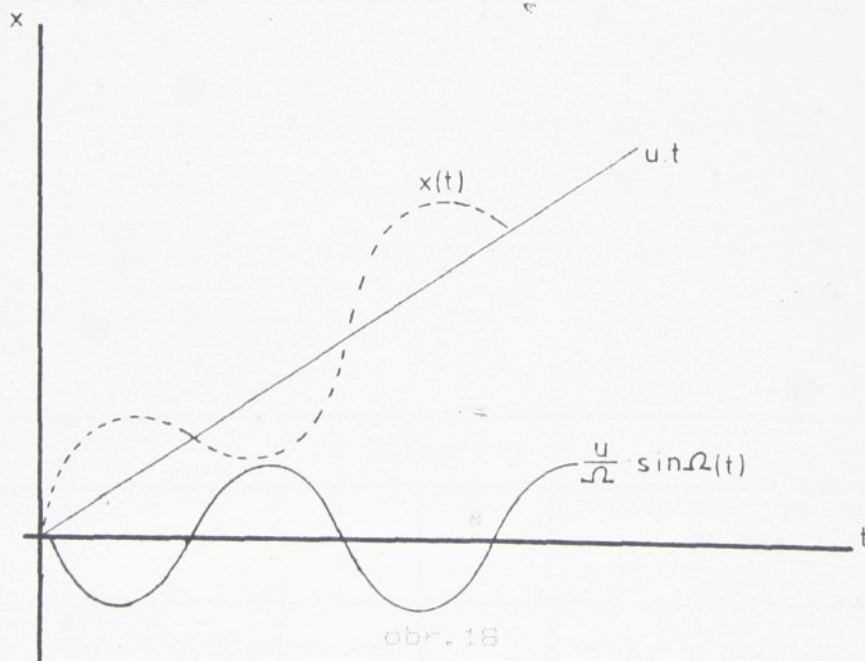
z toho rychlost

$$\dot{x} = u \cdot (1 - \cos \Omega \cdot t) \quad (45)$$

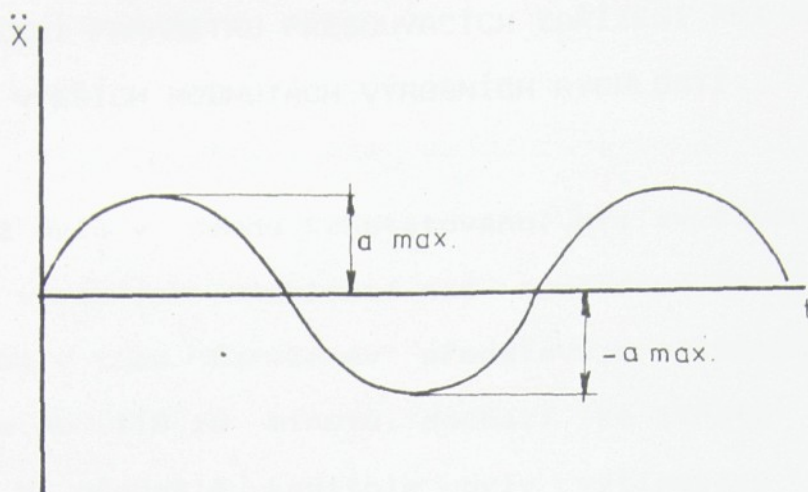
a zrychlení

$$\ddot{x} = u \cdot \Omega \cdot \sin \Omega \cdot t \quad (46)$$

Na následujícím obrázku je graficky zachycena závislost vyjádřená rovnicí (44)



Na obrázku č. 19 je zaznamenána závislost vyjádřená rovnicí (46), tzn. průběh zrychlení, které bude působit na láhev o hmotnosti m .



obr.19

Z výše uvedeného obrázku a rovnice je zřejmé, že

$$a_{\max} = u \cdot \Omega = u \cdot \sqrt{k/m}. \quad (47)$$

Maximální zrychlení je tedy dáno rychlostí přesouvací čelisti u , hmotou láhve m a tuhostí mezi láhví a přesouvací čelistí k .

	1	2	3	4	5
ω [rad/s]	0,715	0,232	0,266	0,324	0,340

4. ZHODNOCENÍ PARAMETRU PŘESOUVACÍCH ZAŘÍZENÍ PŘI PŘEDPOKLÁDANÝCH VYŠŠÍCH HODNOTÁCH VÝROBNÍCH RYCHLOSTÍ

Jak již bylo v úvodu konstatováno, při zvyšování taktaže a tedy i výrobních rychlostí nad současnou horní hranici, která u obalu typu "Euroláhev" představuje přibližně 56 taktů stroje AL 118 za minutu, dochází ke ztrátě stability výrobků. V předešlé kapitole byly vytipovány veličiny, které v určitých úsecích technologického procesu nejvýznamněji ovlivňují plynulý chod zařízení. Pro jejich aplikaci na konkrétní přesouvací zařízení jsem využil výsledků výzkumných prací ing. Polcara [7] a dále pozměněného programu Sklostroje Turnov.

Vyjdeme z následujícího vztahu pro rychlost posuvného pohybu pásu a dle tohoto vztahu sestavené tabulky č.3

$$v = t \cdot n \cdot l / 60 \quad (48)$$

kde je: tpočet taktů jedné sekce za minutu

npočet sekcí stroje

lrozteč výrobků na pásu v metrech

pro Euroláhev uvažujeme $l = 0,270$ m

Tab.3

	t [střihů/min]				
	6	7	8	9	10
v [m/s]	0,216	0,252	0,288	0,324	0,360

Při maximálním počtu střihů 7 a odpovídající rychlosti pásu však činí úhlová rychlost unašeče $\omega_{21} = 0,733 \text{ s}^{-1}$, čemuž

odpovídá rychlost láhve při náběhu na pás $v_{M1} = 0,125 \text{ m.s}^{-1}$, $v_{M1} = 0,105 \text{ m.s}^{-1}$ viz. příloha 1.1 a 1.2. Jak vidíme, poměr rychlostí pásu a lahve je velmi nepříznivý, zvýšíme-li úhlovou rychlost unašeče na hodnotu $\omega_{21} = 1,4 \text{ s}^{-1}$, budou se hodnoty rychlostí láhví při náběhu na pás jak je zřejmé z příloh 1.5 a 1.6 již velmi blížit požadované velikosti $0,252 \text{ m.s}^{-1}$. S ohledem na zadané rozměry mechanismu DJN - 2 je

$$\omega_{41} = \omega_{42} = \omega_{21}/2$$

Srovnáním se vztahy (1,2,8) pak zjistíme, nepřekračuje-li tato úhlová rychlost maximální mez a není-li tak porušena podmínka stability. Stejně tak je třeba v konkrétních podmínkách ověřit, zda vyhovují vztahy (34) pro maximální přesouvací rychlost při překonávání překážky (schodu), (38) pro maximální přesouvací sílu při nuceném pohybu po nakloněné rovině a (47) pro maximální zrychlení láhve při vzájemném pružném působení přesouvače a láhve.

V případě zasouvače Z0-120-240 je situace poněkud odlišná. - Bude-li se sekundární dopravník pohybovat rychlostí $0,252 \text{ m.s}^{-1}$, úhlová rychlost $\omega_{21} = 0,698 \text{ s}^{-1}$ a doba jednoho cyklu stroje je $T = 9,13 \text{ s}$. Jak vyplývá z grafů v přílohách 2.1 a 2.2, hlavním problémem budou vysoké hodnoty zrychlení v počátečních fázích zasouvání a dále jeho strmé změny v závislosti na rychlosti dopravníku zasouvače. I v tomto případě je však nutno dle daných konkrétních podmínek ověřit platnost všech výše uvedených vytipovaných vztahů.

5. TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V této stati je provedena stručná ekonomická rozvaha, která se s ohledem na charakter zadání zabývá pouze porovnáním současných cen skleněných obalů při stávajících, případně zvýšených hodnotách výrobních rychlostí. Abych získal alespoň základní potřebné informace, spojil jsem se postupně s odbytovými odděleními již zmiňovaných největších výrobců obalového skla u nás tzn. s podniky Skloobal Nemšová, Vetropack Moravia Glass Kyjov, Obal Union Nové Sedlo a Rudolfova Huť Dubí u Teplic. Jakási střední cena - bez dopravních obalů (palety, fólie, podložky), bez přírážek za podlimitní vývozní dávky, při předání prvním veřejnému přepravci a ve vztahu k politicko-ekonomickým poměrům v naší republice na začátku příštího roku, činí u "Euroláhve" 242 Kčs/100 ks. U klasického reprezentanta drobného obalu tzn. u lékovky s objemem 0,1 l se tato cena pohybuje kolem 120 Kčs za 100 kusů. V obou případech se jedná o skleněné obaly vyráběné na strojích AL 118, u výrobků produkovaných na strojích AL 106, které jsou v uvedených závodech zastoupeny nejčastěji, se cena liší jen nepatrně, podobně jako u strojů zahraničních firem (např. BDF v Nemšově a v Dubí, IS fy Emhart v Kyjově).

Jestliže se tedy v současné době vyrábí na automatech typu AL 118 při dvoukapce v průměru 150 000 dobrých výrobků za den při nepřetržitém provozu, což odpovídá 55 taktům stroje za minutu, dojdeme prostým aritmetickým úkopem k částce 363 tis.Kčs představující tržní hodnotu zboží vyprodukovanou za jeden den. U menších výrobků se dosahuje maximálních výkonů přibližně při 62 taktech za minutu, kte-

rým odpovídá 178 560 kusů čisté výroby za den, jejichž cena na trhu činí více jak 214 tis.Kčs. Každé zvýšení taktáže stroje o 5 střihů za minutu pak znamená u malých výrobků nárůst denně vyprodukované hodnoty více jak o 17 tis.Kčs, u "Euroláhve" téměř o 35 tis.Kčs. Do těchto čísel nejsou zakalkulovány případné změny stávajícího strojního vybavení.

5. ZÁVĚR

V této diplomové práci jsem se snažil odstranit nedostatky, které mi byly u původní verze vytýkány jak recenzentem, tak vedoucím DP a dále doplnit ty části práce, jimž jsem zůstal dlužen.

První kapitola, která obsahuje shrnutí známých parametrů a obecný popis linky na obalové sklo, je v podstatě beze změn. Druhá část zaměřená na vytipování činitelů ovlivňujících stabilitu lahví při přesouvání od jedné technologické operace k druhé je doplněna v podkapitolách 3.5 a 3.6, nová je podkap. 3.7, která se zabývá vzájemným pružným působením lopatky přesouvače a láhve. Výsledkem je vztah pro maximální přípustné zrychlení přesouvání. V třetí kapitole jsou shrnuty výsledky z předchozí kapitoly s upozorněním na některá specifika jednotlivých přesouvacích zařízení. Co se týče technickoekonomického zhodnocení, použil jsem v něm poznatků pracovníků našich největších podniků zabývajících se výrobou obalového skla.

Závěrem bych chtěl poděkovat ing. Janu Cibulkovi, CSc., ing. Zdeňkovi Bradskému, CSc., ing. Oldřichovi Mikulemu a ing. Luděkovi Zdražilovi za cenné připomínky a pochopení při realizaci této diplomové práce.

SEZNAM PŘÍLOH

1. Mechanismus odstávky DJN - 2

Grafy: 1.1 Rychlost a zrychlení bodu M_1 při $\omega_{21} = 0,733/s$

1.2 Rychlost a zrychlení bodu M_2 při $\omega_{21} = 0,733/s$

1.3 Rychlost v_x a zrychlení a_x bodu M_1 při $\omega_{21} = 1,4/s$

1.4 Rychlost v_x a zrychlení a_x bodu M_2 při $\omega_{21} = 1,4/s$

1.5 Rychlost a zrychlení bodu M_1 při $\omega_{21} = 1,4/s$

1.6 Rychlost a zrychlení bodu M_2 při $\omega_{21} = 1,4/s$

2. Mechanismus zasouvače ZO-120-240

Grafy: 2.1 Zrychlení a_z v závislosti na φ při $\omega_{21} = 0,552/s$

2.2 Rychlost v_x v závislosti na φ při $\omega_{21} = 0,552/s$

2.3 Závislost ψ na φ

ODSTÁVKA P J N - 2 RYCHLOST A ZRYCHLENÍ BODU M₁

M (MM) = 105 D (1/SEC) = 0.733

N (DEG) = 45

A (M/5↑2)

V (M/S)
0.25

0.2

0.15

0.1

0.05

0

90

180

270

360

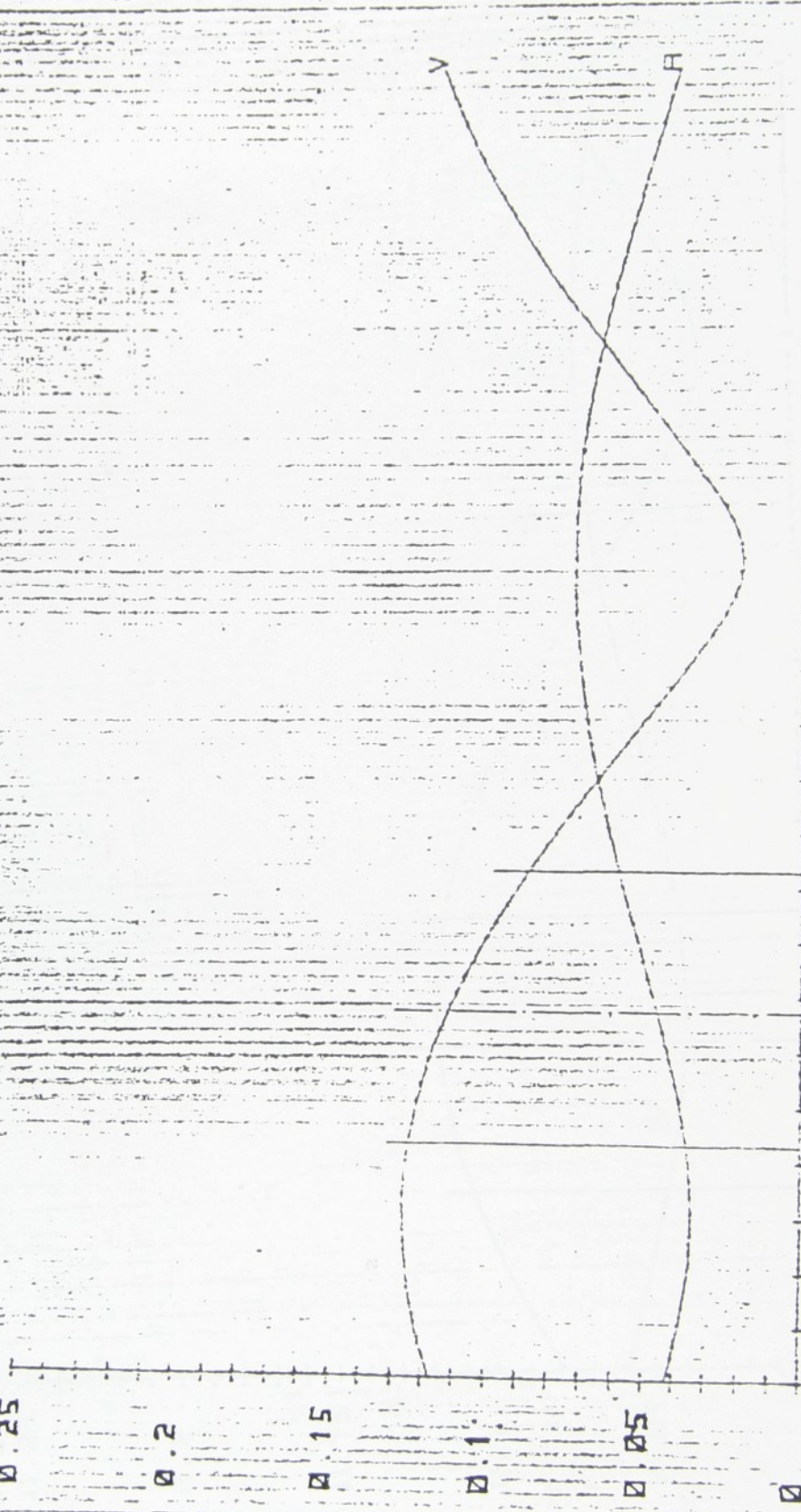
450

540

630

720

F (DEG)



ODSTÁVKA: D J N - 2, - RYCHLOST A ZRYCHLENÍ BODU M₂

M₂(MM) = 179 0(1/SEC) = 0.733

N₂(DEG) = 110

R(M/SEC)

V(M/S)

0.25

0.2

0.15

0.1

0.05

0

510

180

270

360

450

540

630

720

F(DEG)

ODSTAVKA D. 1.1.1. - 2. - RYCHLOST V X A ZRYCHL. A X.

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

$\Delta C(1/SEC) = 1.4$

VX

FIX

F(DEG)

720

630

540

450

360

270

180

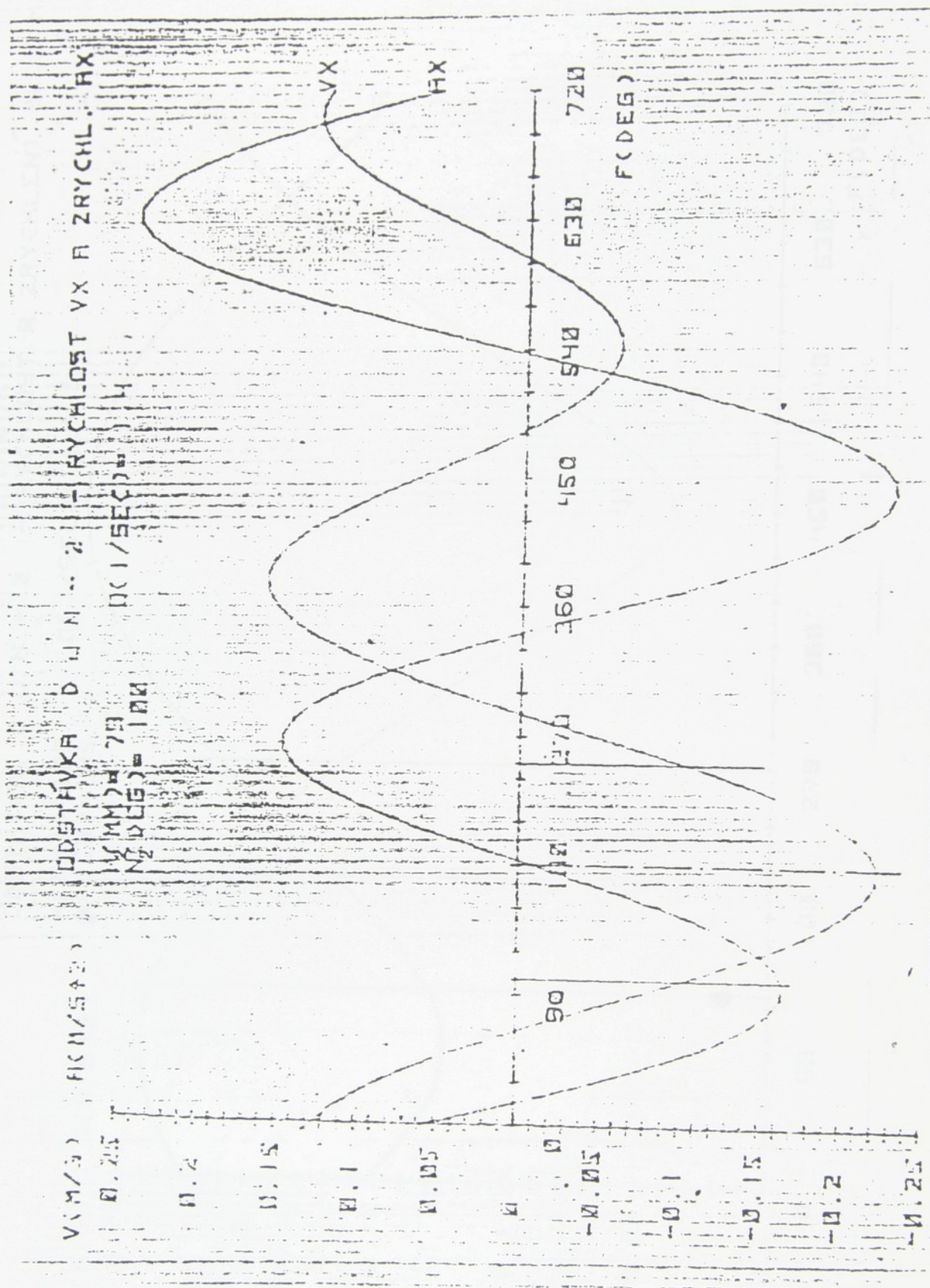
90

0

0

0

0



POSTÁVKA DUN - Z - RYCHLOST A ZRYCHLENÍ BODU M₁

M₁ MMDF = 105
N₁ DEB = 145

A (M/5) 2

V (M/5) 0.25

0.2

0.15

0.1

0.05

0

0

90

180

270

360

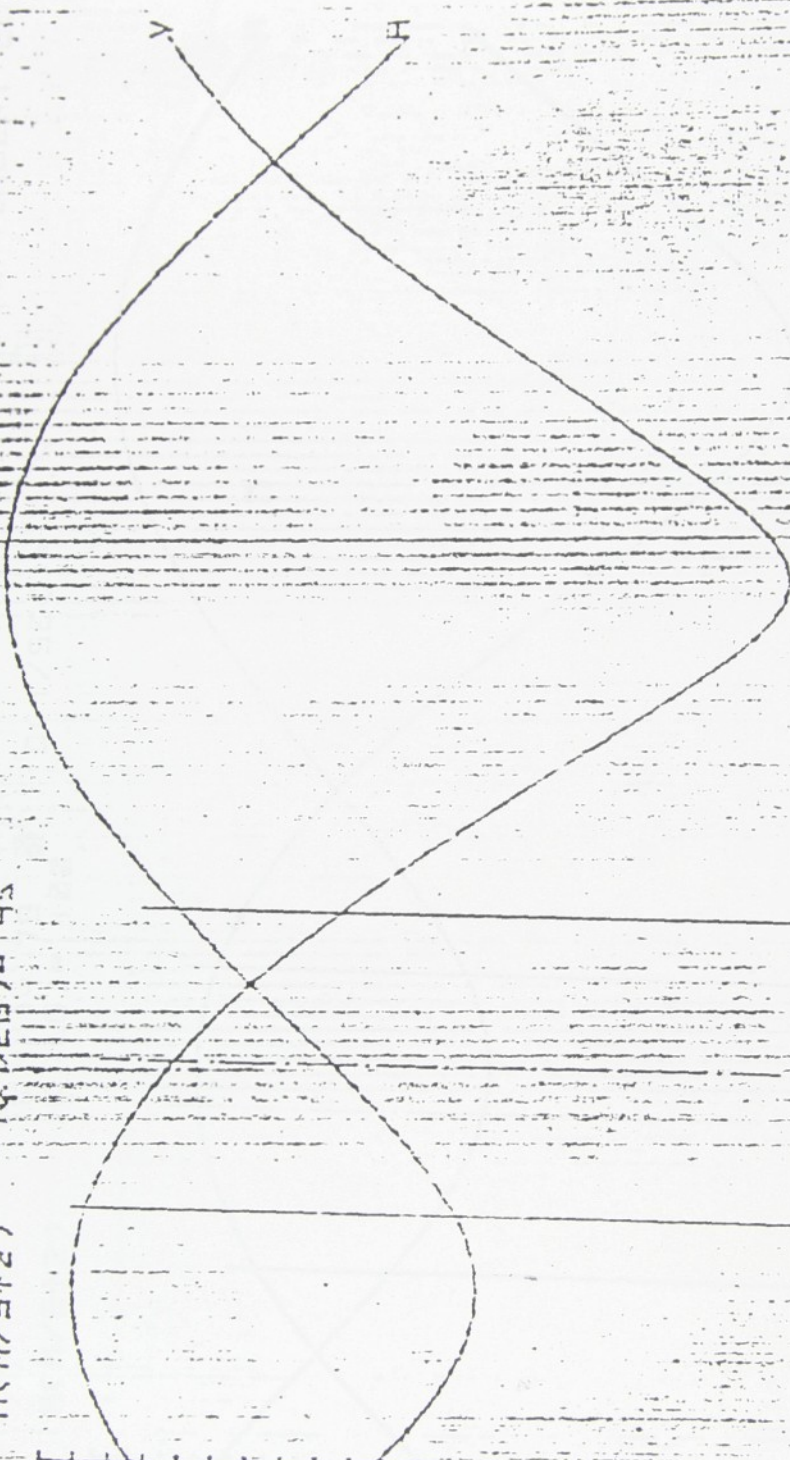
450

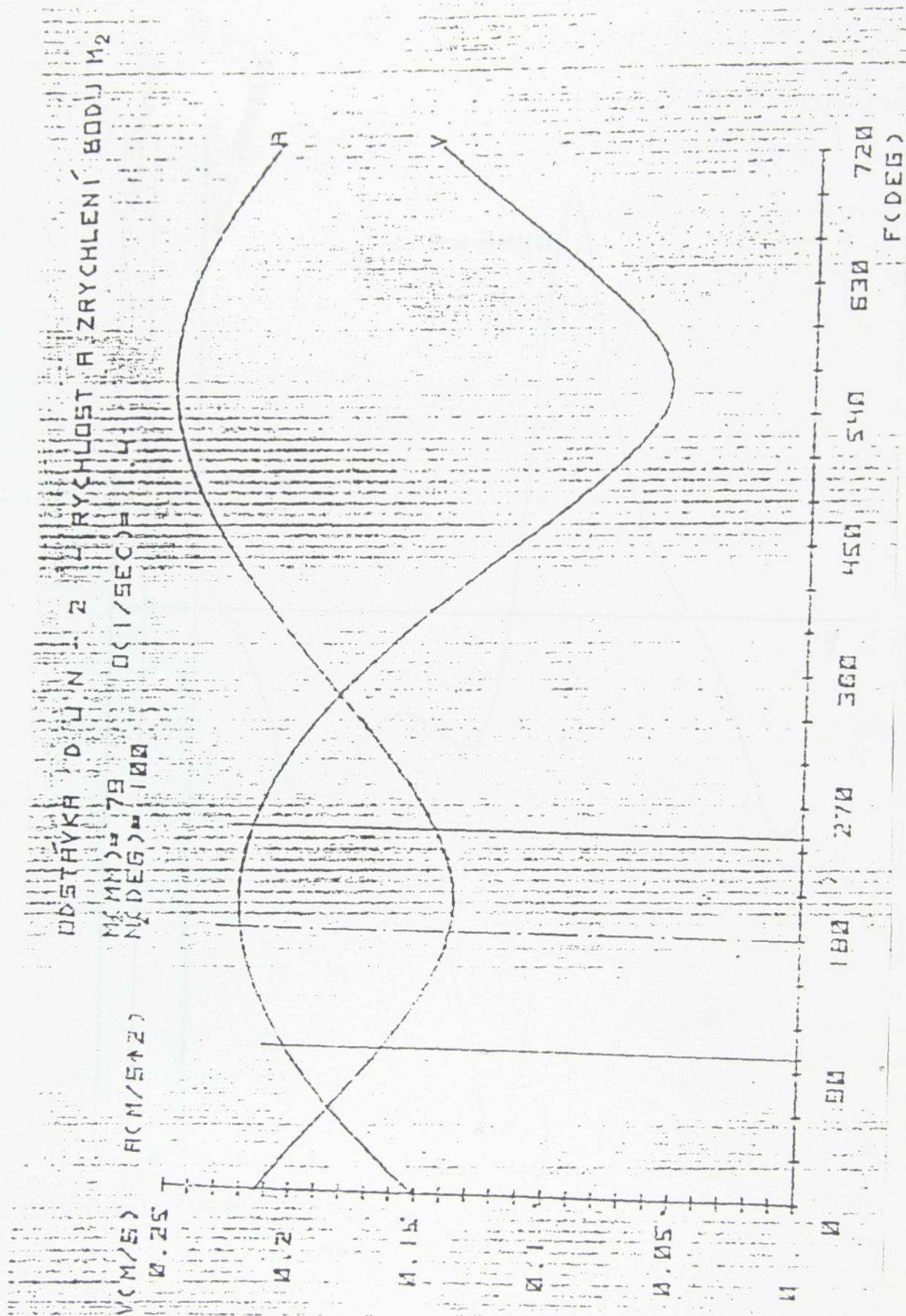
540

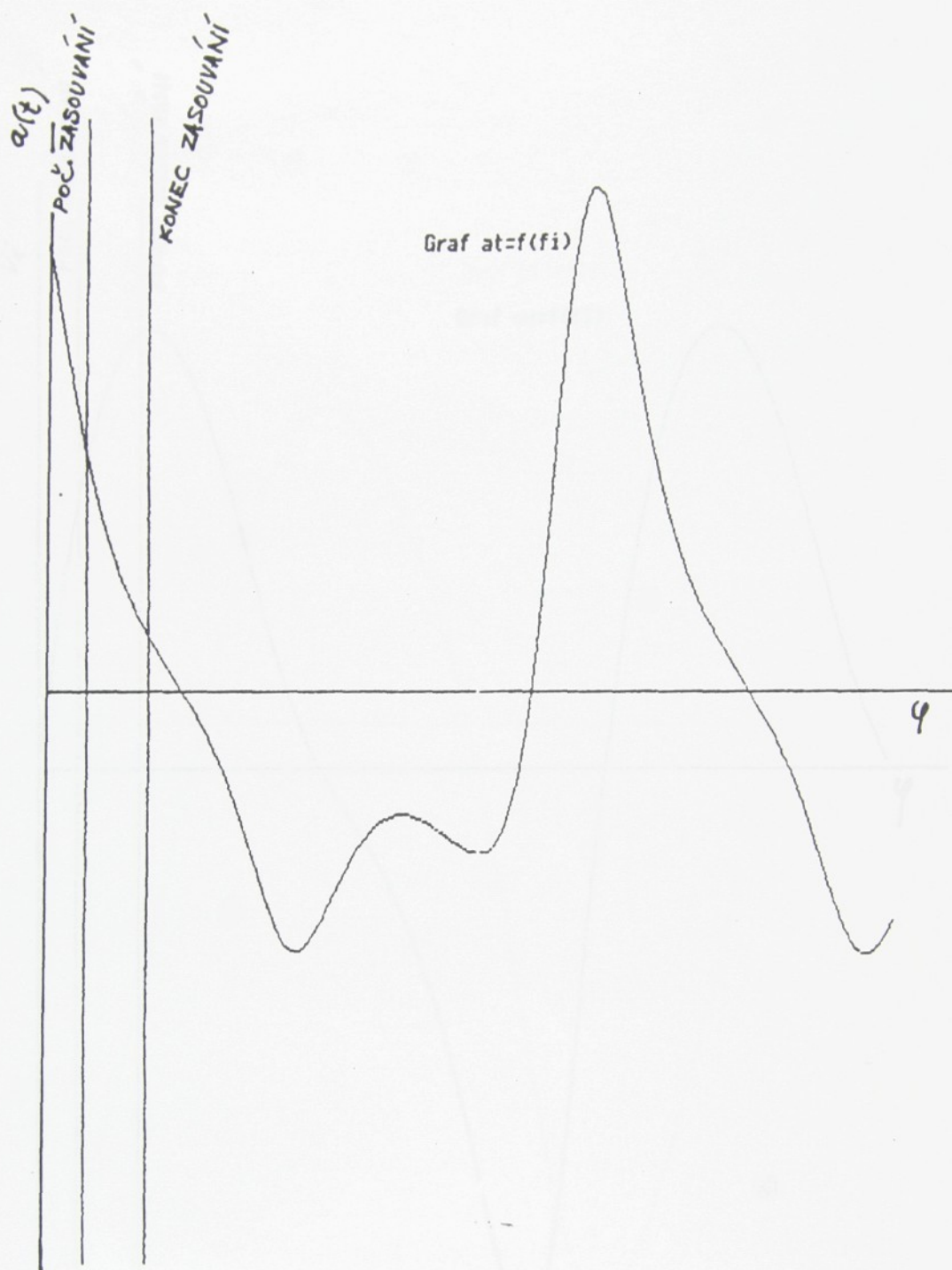
630

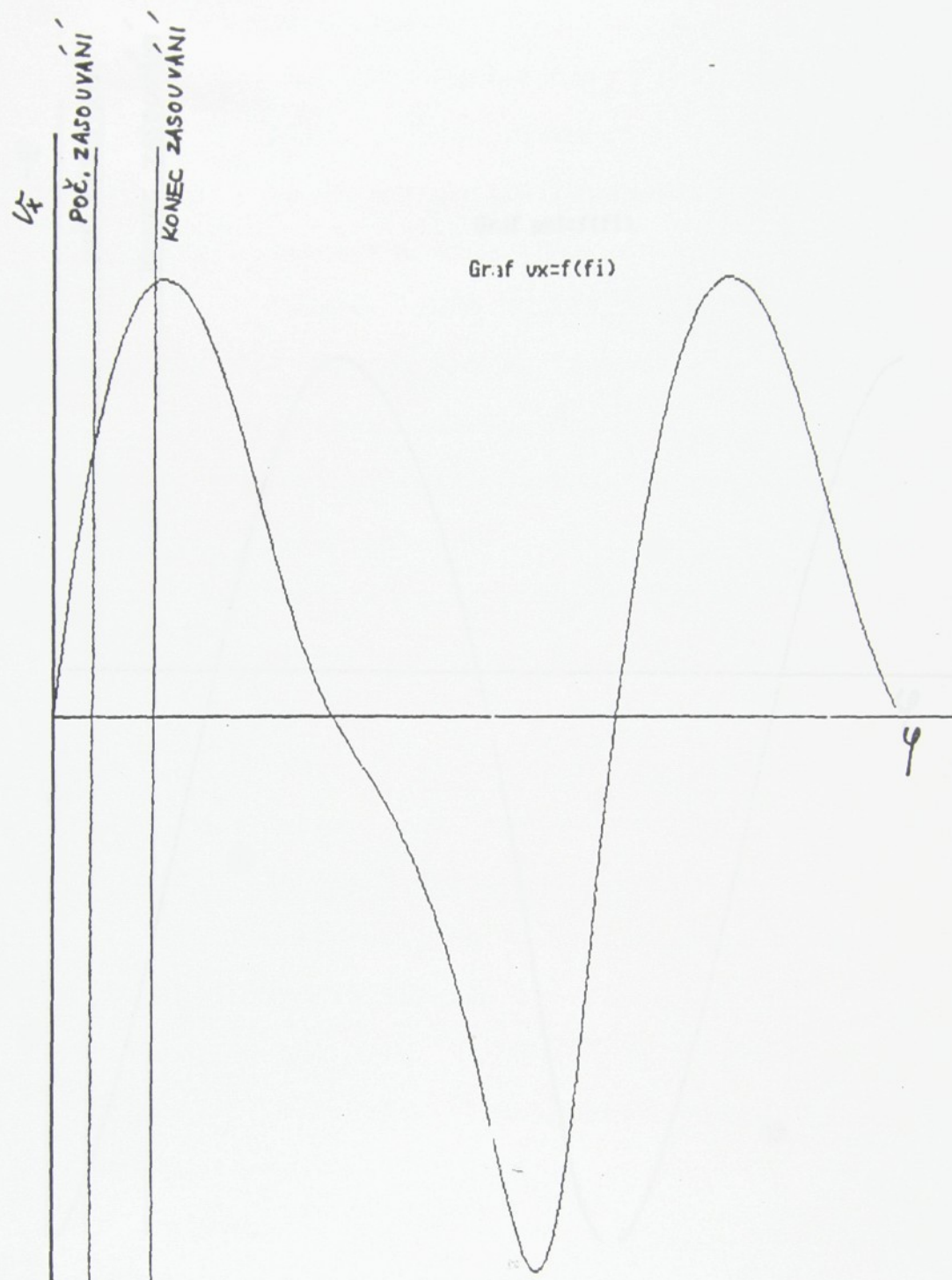
720

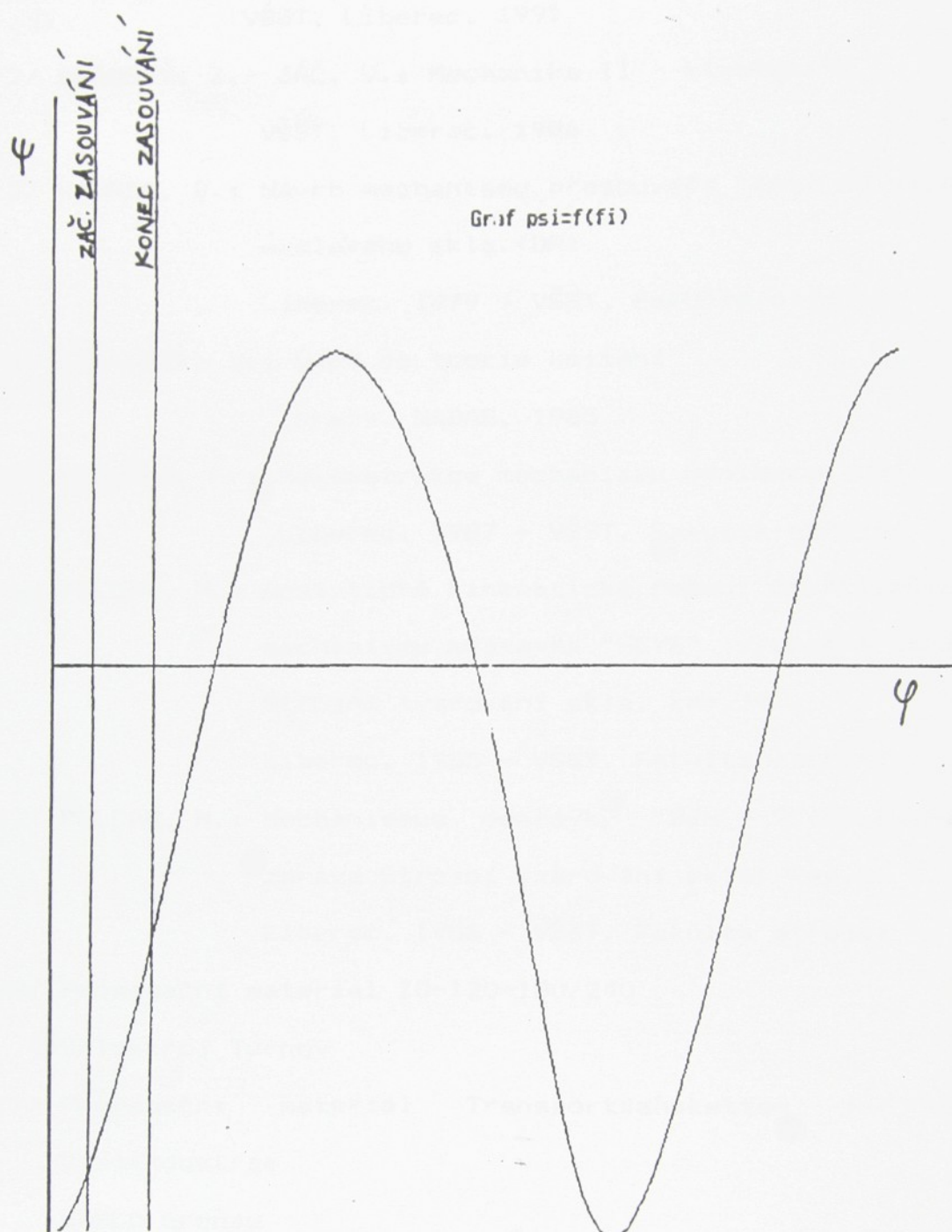
F (DEG)











SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- /1/ BELDA, J.: Sklářské a keramické stroje I
VŠST, Liberec, 1991
- /2/ BRADSKÝ, Z.- JÁČ, V.: Mechanika II - kinematika
VŠST, Liberec, 1986
- /3/ HAVRDA, B.: Návrh mechanismu přesouvače linky na výrobu
obalového skla.(DP)
Liberec, 1979 - VŠST, Fakulta strojní
- /4/ KOLOUŠEK, V.: Úvod do teorie kmitání
Praha, NADAS, 1965
- /5/ MARUŠKA, K.: Rekonstrukce mechanismu odhímače.(DP)
Liberec, 1987 - VŠST, Fakulta strojní
- /6/ POLCAR, M.: Analytické kinematické řešení čtyřkloubového
mechanismu odstávky "HEYE" (výzkumná zpráva
Strojní tvarování skla, kap.3)
Liberec, 1985 - VŠST, Fakulta strojní
- /7/ POLCAR, M.: Mechanismus odstávky "DJN - 2"(výzkumná
zpráva Strojní tvarování skla, kap.2)
Liberec, 1986 - VŠST, Fakulta strojní
- /8/ Propagační materiál ZO-120-180/240
Sklostroj Turnov
- /9/ Propagační materiál Transportzahnketten für die
Glasindustrie
WABCO Gronau
- /10/ SMRČEK, A.: Strojní tvarování skla
Praha, SNTL, 1981
- /11/ VÁVRA, P. A KOL.: Strojnické tabulky
Praha, SNTL 2 opravené vydání, 1984