Vysoká škola: strojní a textilní

Katedra: textilních a oděvních strojů

Fakulta: strojní

Školní rok: 1980/81

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Libora J a š í k a

obor 23-34-8 Výrobní stroje a zařízení

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

Název tématu: Mechanika "zámků" ovládání jehly kruhových pletacích strojů

Pokyny pro vypracování:

Zaměřte se na statické a dynamické poměry při čemž vyjděte z měření, které bylo provedeno u maloprůměrových pletacích strojů (viz přiložená literatura)

Autorské právo se řídí směrnicemi MŠK pro stanovení ... 31 ... 1/82 ... VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ ... 5

Rozsah grafických laboratorních prací: Grafy závislostí sil na otáčkách

Rozsah průvodní zprávy: 10 stran form.A4

Seznam odborné literatury:

Metodika měření a výzkum optimálních sklonů u maloprůměrových pletacích strojů. Textilní strojírenství č.1. 1968.

Vedoucí diplomové práce: Doc.Ing.Jaroslav Charvát,CSc

Konsultanti: Ing.Jaroslav Kopal,CSc -SVÚT Liberec

Datum zahájení diplomové práce: 6.října 1980

Datum odevzdání diplomové práce: 22.května 1981

L. S.

Doc.Ing.Jaroslav Charvát,CSc
Vedoucí katedry

Doc.RNDr.Bohuslav Stříž,CSc
Děkan

V Liberci dne 6.října 19 80

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vy-
vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci dne: 22.5.1981

Libor Jašík

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
V LIBEREC
nositelka řádu práce

FAKULTA STROJNÍ
obor 23-34-3
Výrobní stroje a zařízení

specializace:
Textilní stroje

Katedra textilních a oděvních strojů

Téma diplomové práce:
Mechanika "zámků" ovládání jehly kruhových pletacích strojů.

Vypracoval: Libor Jašík
Vedoucí diplomové práce: Doc.Ing.Jaroslav Charvát,CSc
Konsultant: Ing.Jaroslav Kopal,CSc - SVÚS Liberec

Rozsah práce:
Počet stran 74
Počet příloh 0
Počet obrázků 28
Počet výkresů 6

Dne: 22.5.1981

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
V LIBERCI
nositelka řádu práce

FAKULTA STROJNÍ
obor 23-34-8
Výrobní stroje a zařízení

specializace:
Textilní stroje

Katedra textilních a oděvních strojů

Téma diplomové práce:
Mechanika "zámků" ovládání jehly kruhových pletacích strojů.

Vypracoval: Libor Jašík
Vedoucí diplomové práce: Doc.Ing.Jaroslav Charvát,CSc
Konsultant: Ing.Jaroslav Kopal,CSc - SVÚT Liberec

Rozsah práce:
Počet stran 74
Počet příloh 0
Počet obrázků 28
Počet výkresů 0

Dne: 22.5.1981

O B S A H :

strana

I) Úvod 7-10
II) Cíl práce 11-12
III) Vznik a vývoj pletacích strojů a punčochových automatů. 13-18
IV) Technologie pletení 19-29
1.Příprava materiálu 19
2.Základní pletařské pojmy. 19-22
3.Rozdělení pletařských strojů. 22-29
3.1.Okrouhlé pletací stroje 23-28
3.1.1.Okrouhlé pletací stroje maloprůměrové. 24-28
3.2.Značení punčochových automatů československé výroby 28-29
V) Statické poměry v soustavě jehla-zámek 30-43
1.Síly působící na jehlu 30-35
2.Stanovení nejvhodnějšího funkčního úhlu . . .36-42
2.1.Stanovení úhlu,při kterém dochází k samosvornosti 36-38
2.2.Vyjádření mechanické účinnosti. 39-42
3.Zhodnocení statického rozboru 43
VI) Dynamické poměry v soustavě jehla-zámek 44-69
1.Odpory ovlivňující pohyb jehly. 44-45
2.Stanovení základní pohybové rovnice 46-59
2.1.Přímkový zámek. 46-52
2.2.Křivkový zámek. 53-55
3.Ráz jehel 60-68
4.Zhodnocení dynamického rozboru. 69
VII) Závěr. 70-72
Literatura 73-74

SEZNAM POUŽITÝCH OZNAČENÍ.

P /N/ ... Síla působící na jehlu.
P_v/N/ ... Vertikální složka síly působící na jehlu.
P_h/N/ ... Horizontální složka síly působící na jehlu.
R /N/ ... Reakce v uložení jehly.
N /N/ ... Normálová síla mezi zámkem a jehlou.
T /N/ ... Třecí síla mezi zámkem a jehlou.
F /N/ ... Odpor proti pohybu.
F_r/N/ ... Rázová síla při nárazu jehly na zámek.
$R_{(t)}$/N/...Rázová síla vyjádřená jako funkce času.
O /N/ ... Odstředivá síla.
S /N/ ... Setrvačná síla.
f_1 ... Součinitel tření mezi jehlou a drážkou válce.
f_2 ... Součinitel tření mezi jehlou a zámkem.
K /N.m^{-1}/... Konstanta pružnosti jehelního kolénka.
ε /m/ ... Průhyb kolénka.
β,γ /°/ ... Zámkové úhly.
η ... Mechanická účinnost.
m /kg/... Hmotnost jehly.
ρ /°/ ... Třecí úhel.
q ... Koeficient vyjadřující geometrické poměry příčení jehly v drážce.
J ... Bod dotyku jehly se zámkem.
x,y,z ... Souřadnice udávající polohu jehly.
v_o/m.s^{-1}/ ...Obvodová rychlost válce.
$v_r=\dot{y}$ /m.s^{-1}/ ... Relativní rychlost jehly v drážce.
$\ddot{y}$ /m.s^{-2}/ ... Zrychlení jehly.
e ... Koeficient restituce.
t /s/ ... Čas trvání posuvu jehly od bodu $\underline{0}$ k bodu střetu se zvedacím zámkem.
Δt /s/... Přírůstek času.

U_o' /m.s^{-1}/ ... Složka rychlosti před rázem ve směru síly $R_{(t)}$.
U_i' /m.s^{-1}/ ... Složka rychlosti po rázu ve směru síly $R_{(t)}$.
I /kg.m.s^{-1}/ ... Impuls síly v okamžiku střetu jehly se zvedačem.
Bod O ... Bod, kdy jehelní kolénko ztrácí kontakt se stahovačem a začíná se phybovat směrem ke zvedači.
h /m/ ... Hloubka zatahování.

I) Ú V O D

Význačnou zvláštností naší doby, kdy průmyslová výroba dosahuje vynikajících výsledků je, že se do popředí průmyslového rozvoje staví věda. Věda se stává přímou složkou výrobního procesu a dnes si již stěží dovedeme představit obor průmyslové výroby, který by mohl dosáhnout podstatného rozvoje bez využití vědeckých poznatků. Jedině tak je možné dosáhnout revolučního vývoje průmyslu a tím i zvýšení životní úrovně celého lidstva, budou-li se nejmodernější a nejširší vědecké poznatky okamžitě uplatňovat v praxi. Je nezbytné, aby vědeckého poznání, které se neustále prohlubuje, bylo také v plné míře využíváno při zkoumání prostředků, kterými člověk disponuje, aby jejich kvalita po všech stránkách odpovídala současnému stavu všeobecného vědeckého poznání lidstva.

Základním pomocníkem současného člověka jsou stroje. Proto by tyto prostředky měly být podrobeny pečlivému rozboru z hlediska moderní vědy a techniky, aby člověk poznal podstatu funkčních a technologických závislostí jejich jednotlivých celků a mohl je zdokonalit pro spolehlivější a produktivnější činnost.

Touto otázkou se také, mimo jiné, zabýval XVI. sjezd KSČ, který se konal v dubnu letošního roku v Praze. Hodnotilo se zde předcházející období, tedy období po XV. sjezdu, ale hlavně se na základě nových zkušeností vytýčila linie budování naší socialistické vlasti.

Jak ukázala minulá pětiletka, bylo v plnění základních cílů hospodářské a sociální politiky i ve složitých podmínkách docíleno významných výsledků ve všech odvětvích našeho prů-

myslu.Naproti tomu ale byly některé závazky splněny nedostatečně,jako např. uplatňování výsledků vědeckotechnického pokroku,zhodnocování paliv,energie,surovin a materiálů.Výsledky vědeckého rozvoje a jejich uplatnění ještě neodpovídaly potřebám národního hospodářství.Nepodařilo se dosáhnout podstatného zkrácení cyklu výzkum-vývoj-výroba-užití,nevyužité možnosti zůstávají ve zvyšování technické úrovně a kvality výrobků.Nedostatečná inovace,technická úroveň a kvalita výrobků snižovaly exportní schopnost naší ekonomiky a byly příčinou nesplnění vývozních úkolů,zejména ve strojírenství.

Proto se na XVI.sjezdu KSČ musela učinit opatření,aby se,i při podstatně těžších vnitřních a vnějších podmínkách, podařilo udržet a zkvalitňovat dosaženou vysokou životní úroveň obyvatelstva i jeho sociální jistoty,a to v souladu s výsledky,kterých bude dosaženo v rozvoji národního hospodářství.

I když se na tomto sjezdu přímo mezi textilními stroji neuváděla,vedle nové generace strojů pro bezvřetenové předení s vyšší odtahovou rychlostí a víceprošlupní tkací techniky,problematika pletařských strojů,tak i zde je v souladu s dalšími ustanoveními,jako je úspora materiálů,paliv a energie,zvyšování životnosti a spolehlivosti strojírenských výrobků,nutná neustálá modernizace a prohlubování znalostí o všech parametrech a funkcích těchto strojů.

Vždyť člověk si dnes již nedovede představit svůj život např. bez výrobků textilního průmyslu.A je to právě textilní průmysl,kterému minulá desetiletí zůstala mnoho dlužna. Právě v něm převládá celá řada empirických vztahů bez hlubšího vědeckého poznání.Teprve v posledních letech se začíná moderní měřící technika využívat pro vědecké poznání základ-

ních technologických a konstrukčních problémů textilních strojů.

Stále vyšší požadavky kladené na celý textilní průmysl je možné zajistit novými,moderními stroji nebo novou technologií vytvořenou na základě současné vědy.

Mnoho i velmi moderních strojů je stavěno převážně jen na základě zkušeností.Tyto stroje však jen těžko mohou dosáhnout parametrů,které by odpovídaly dnešní době,době vědeckotechnické revoluce.

Jen plným využitím nových průmyslových metod,kterými moderní věda disponuje,lze si v procesu poznání vytvořit spolehlivou základnu pro rozvoj nových technologií,nových produktivnějších strojů,patřících k dnešní době atomového věku.

Do popředí současného zpracovatelského průmyslu se dostává sice stará,ale velmi efektivní pletařská technologie. O jejích přednostech nelze pochybovat.Je jisté,že již dříve byla pletařská technologie efektivní,ale běžný úplet vykazuje některé specifické nedostatky,které jsou dány podstatou vazby,a které není možné běžnou pletařskou technikou nebo použitím klasických textilních materiálů překlenout.Teprve v novém pojetí vazební techniky a pletařské technologie spolu s rozvojem syntetických materiálů a vláken, nachází pletařská technologie pro svou racionálnost širokého uplatnění.A to nejen v oblastech,kde použití úpletu bylo běžné,ale navíc zasahuje do oblastí,které byly do nedávna výhradně svázány jen s technologií tkalcovskou.

Dnes se celosvětově věnují velmi značné částky na rozvoj pletařské technologie,která se neustále rozšiřuje a je stále více podrobována hlubšímu vědeckému zkoumání za účelem zkvalitnění výrobků a maximálního zrychlení výroby.

Příliš málo úsilí však bylo věnováno k získání základních funkčních a technologických závislostí jednoho z centrálních uzlů většiny pletařských strojů - tj.technologickému celku zámek-jehla-lůžko-příze (jestliže se uvažuje).

Stěží si lze představit další rozvoj a zrychlení práce, konkrétně u okrouhlých pletacích strojů,nebude-li se znát základní závislost tohoto uzlu.Je samozřejmé,že pro zkvalitnění a zrychlení práce okrouhlých pletacích strojů je třeba řešit celou řadu dalších,velmi složitých úkolů,spojených s dodávkou příze,odtahem zboží,vzorováním a pod.Avšak stálou součástí i nejjednodušších pletacích strojů zůstává i nadále výše uvedený technologický celek,bez jehož hlubšího poznání nelze provádět racionální rozvoj těchto strojů.Přestože se touto problematikou nyní zabývá více vědeckých pracovníků než v minulosti,není tomuto problému věnována taková pozornost, jakou by si zasluhoval.

II) C Í L P R Á C E

Produkce okrouhlých pletacích strojů závisí na počtu systémů a rychlosti stroje (počtu otáček), jak vyplývá z následujícího vztahu:

$$P = n.S.b.T$$

kde P = produkce stroje /m/
n = otáčky jehelního válce /1/min/
S = počet systémů
b = výška očka /m/
T = pracovní doba /min/

Chceme-li zvýšit produkci stroje, musíme zvětšit:

1) počet systémů
2) otáčky stroje
3) počet systémů i otáčky stroje.

Řešení problémů se nemusí brát jako samostatné, ale může se vzít ve spojení s celou problematikou vázanou na pletací proces. To znamená, že zvětšování rychlosti stroje má být vázáno zvětšováním přesnosti konstrukce různých mechanismů pletacího stroje, řešení soustavy zámku, systému podávání příze, umístění cívek na stroji, obsluhovost a spolehlivost.

Úspěchy, kterých dosáhli konstruktéři pletacích strojů jsou významné. Za posledních 40-45 let počet systémů vzrostl až na 8 i více.

V současné době jsou rychlosti pletacích strojů limitovány soustavou jehla-zámek. Aby se dosáhla rychlost větší, než 1 - 1,5 m/s u vícesystémových okrouhlých pletacích strojů, je nutné řešit řadu problémů a mezi nimi i důležité otázky dáva-

jící tvar zámků a jehel.V současné době se hodně pracuje na modifikaci tvaru jehly z hlediska zvyšování životnosti jehel při úpravě háčků,stvolu,kolénka jehly,při používání materiálů speciálních vlastností pro jehly,úpravy povrchu jehly a tím i drážky válce.

Při použití vysokých rychlostí má důležitý vliv pasívní odpor a tření.Jak je známo,do určité míry rychlosti třecí síla klesá (oblast suchého tření) a potom prudce stoupá (oblast kapalinného tření) s růstem rychlosti.

U dnešních okrouhlých pletacích strojů vystupuje do popředí hledisko výkonu a spolehlivosti.Oba tyto parametry jsou z velké části dány spolehlivou funkcí zámkové soustavy při vysokých otáčkách,tedy pohyb jehel po zámcích.

Autoři,kteří se zabývali pohybem jehly po zámku v předchozích letech,předpokládali hladký a klidný pohyb jehly,sledující povrch zámku.Zrychlení a typ pohybu takto uvažovaný se však zásadně liší od naměřených hodnot,které jasně ukazují,že jehla od povrchu zámku odskakuje a to někdy po celé délce zámku.Také funkční úhly zvedačů a stahovačů pletacích strojů, tj.úhly zámků,při kterých jsou jehly zvedány a stahovány při tvoření očka,jsou jedním ze základních faktorů, ovlivňující pracovní rychlost strojů.

Vzhledem k tomu,že jsou jednotlivé problémy rozebírány převážně formou krátkých článků v různých časopisech,bylo by dobré tyto poznatky shrnout v jeden celek.Jedině tak jich lze využít pro další rozvoj maloprůměrových pletacích strojů.

Ve své diplomové práci se zaměřuji na statické a dynamické poměry v soustavě jehla-zámek,přičemž vycházím z měření,která byla provedena u maloprůměrových pletacích strojů.

III) VZNIK A VÝVOJ PLETACÍCH STROJŮ A PUNČOCHOVÝCH AUTOMATŮ.

Počátky ručního pletení nejsou dodnes dostatečně známy, zatímco první zprávy o znalosti tkaní jsou z doby 6000 let před n.l. v Číně.První rozpoznatelné kusy pletenin jsou datovány ze 6. století.Byly to zbytky oděvů nalezených v hornoegyptských pyramidách.

V Evropě se s prvními výrobky setkáváme ve 13. století ve Španělsku a Itálii,kam se pletení patrně dostalo z Egypta. Pletené výrobky byly tehdy velmi vzácné a dostávali je jako dar vysocí světští církevní hodnostáři.

Největšího rozmachu pletení dosáhlo v té době Španělsko,kde údajně vyrobily první bezešvou punčochu na pěti jehlicích.Později se používání pletených výrobků rozšířilo na šlechtu - nosily se pletené rukavice a nohavice pod brnění. Přesto,že byl o výrobky velký zájem,rozšířilo se pletení velmi pomalu.Ve Francii je první zmínka o pletení až v roce 1387,v Anglii nosil pletené punčochy až král Jindřich V. (1367-1431).U nás je nejstarší památkou pletená rukavice Vojtěcha Slavníkovce ze 14.-15. století-když on sám byl v 10. století pohřben ve tkaných rukavicích,které byly později vyměněny za pletené.V 16.-17. století se rozrostla ruční řemeslnná výroba a vznikly první pletařské cechy ve Francii a v Německu.

S historií pletařství je neodlučně spjato jméno anglického pastora Williama Leeho.Jeho finanční poměry nebyly nejlepší,a proto mu jeho manželka finančně pomáhala pletením na jehlicích.Lee,ve snaze ulehčit jí práci,vynalezl v roce 1589 ruční zážažný stávek,který zrychlil pletení asi 6 krát.

Jak vynikající vynález to byl je možné doložit z toho,že jeho princip strojového pletení zůstal zachován dodnes.

Pletení na ručních stávcích se pomalu rozšiřovalo do Německa,Francie a k nám.První pletárnou na našem území byla punčochárna,založená při oseckém klášteře Paulem Rodigem, kterého opat kláštera povolal ze Saska,roku 1697.Tento si s sebou přivezl 15 železných stávků.V této dílně pracovali tenkrát hlavně nevolníci.Pletařství bylo totiž tehdy výhradním povoláním mužů a tato výsada byla dokonce chráněna cechovními právy.

Další rozvoj pletařství byl ovlivňován řadou konstrukčních zlepšení a nových pletařských principů,které umožnily jednak zmechanizovat stroj a zproduktivnit výrobu a jednak výrobu kvalitnější a vzorově bohatší pleteniny.

Největší rozmach nastal v 19. století,kdy principiálně vznikly téměř všechny typy strojů.V roce 1798 vynalezl Francouz Decroix francouzský stávek,v roce 1807 vznikl již mechanický osnovní stávek,v roce 1816 byl vyroben první anglický stávek.Všechny tyto stroje používaly háčkovou jehlu.Vynález jazýčkové jehly Angličanem Townsendem se datuje rokem 1856.Její použití pak realizoval Lamb na svém plochém pletacím stroji roku 1863.V témže století vznikl také rašl (1859), kotonový stávek (1860-64) i obourubní stroje.

První okrouhlý pletací stroj vznikl kolem roku 1850, nelze však přesně zjistit,kdo tento stroj sestrojil.Dokonalejší okrouhlý stroj na pletení punčoch vynalezl Američan Mc Nary v roce 1860.Pata a špička se již pletly mechanicky. Tyto stroje měly pevně uložené háčkové jehly.Dalším významným vynálezem byl stroj s jednotlivě pohyblivými jazýčkovými jehlami,který sestrojil D.Bickroft.Později byl překonán

vynálezem Griswoldovým z roku 1878,jehož stroj měl kromě válce ještě vodorovné lůžko,tzv. přístroj.Tím bylo umožněno pletení jak jednolícního,tak oboulícního zboží.Tohoto přístroje, resp. stroje na tomto principu,se k pletení punčochového zboží užívalo velmi dlouho,pro některé druhy výrobků dokonce až dodnes.Původně jednosystémový stroj byl zdokonalen ve stroj dvousystémový.Na stroji bylo možno vyrábět také kryté zboží a vzory chytové.Z tohoto typu maloprůměrového stroje, sloužícího k výrobě punčochového zboží,byly později vyvinuty stroje velkoprůměrové pro výrobu prádla a svrchního oblečení.

Rozvoj mechanizace nastal kolem roku 1880 a náležel v samočinném odtahování zboží,ve změně pohybu rotačního ve vratný,v rozšíření vzorovacích možností atp.

Kolem roku 1900 se objevily první dvouválcové stroje, které znamenaly další rozmach ve výrobě punčochového zboží. Vývoj potom pokračoval dále v rozšíření vzorovacích možností,ve zvyšování spolehlivosti a výkonu strojů.

V posledních letech lze ve všech hospodářsky vyspělých státech pozorovat velký rozvoj pletařského průmyslu.Tento vývoj souvisí nejen s růstem výroby textilií vůbec,ale také se stále větším uplatňováním pletařské technologie na úkor dosud dominující technologie tkalcovské.

Podle statistických údajů roste světová spotřeba textilií ročně o 0,1 kg na obyvatele a předpokládá se průměrná roční spotřeba na jednoho obyvatele asi 8 kg textilních surovin.Bude-li textilní výroba postupovat v souladu s vývojem za poslední desetiletí,dosáhne výroba textilních surovin více jak 36.10^6 tun.Tento vzrůstající trend se však projevuje různě ve výrobě tkaných textilií a ve výrobě pletenin.

Rychlý růst pletařské výroby je podmíněn několika či-

niteli.
Je to především vysoká produktivita pletařské technologie, která se projevuje ve zjednodušení technologického procesu (jednodušší příprava materiálu) a ve vysoké produktivitě pletařských strojů.

Průměrně se považuje produktivita pletařských strojů 3 - 4 krát vyšší než tkalcovských stavů.

Dalším významným činitelem pro uplatnění pletařské technologie jsou užitné vlastnosti pletenin, které v některých oblastech vedou jednoznačně k jejich uplatnění (např. prádlo). Vlastnosti pletenin nejsou ovšem vždy jednoznačně výhodné. Pletený výrobek pak může dosáhnout stejných užitných vlastností jako tkanina a pro svou technologickou produktivnost je pak preferován před tkaným. Na základě této zkušenosti nastává pak pronikání pletenin do oblasti svrchního ošacení, bytového textilu ap.

Vývoj pletařské výroby v naší republice probíhá se stejnými tendencemi jako ve světě, ale úroveň výroby nedosahuje světových parametrů. Souvisí to s celým hospodářským vývojem v naší republice za posledních 20. let. V těchto letech byl textilní průmysl vzhledem k ostatním průmyslovým odvětvím finančně velmi špatně dotován a technicky zaostal. Teprve během posledních 10. let nastala určitá renovace všech textilních strojů a tím i pletařských. Do značné míry k tomu přispěl zdárný rozvoj textilního strojírenství u nás, kde některé stroje, zvláště pletařské, dosahují světové úrovně. Také byl posílen dovoz strojů, hlavně ze států, kde pletací stroje dosahují špičkové úrovně. Přes tento příznivý vývoj se počet pletacích strojů příliš nezvýšil, protože byly likvidovány stroje zastaralé.

Druhý činitel, který do značné míry ovlivnil pletařskou

výrobu u nás,byl nedostatek surovin,zvláště syntetických materiálů.Tento nedostatek je sice odstraňován budováním nových kapacit pro výrobu syntetických materiálů,které však nekryjí dostatečně spotřebu.Přesto je pletařský průmysl v naší republice progresívní složkou celého textilního průmyslu a snaží se sledovat světový vývoj,se kterým nás nejlépe seznamují světové výstavy textilních strojů ITMA.

V roce 1967 v říjnu se konala světová výstava v Basileji.Ukázala,že trend zvyšování počtu systémů a zvyšování otáček,jakožto hlavních parametrů ovlivňujících výkon strojů, byl,vzhledem k předchozím letům,zachován.U jednoválcových punčochových strojů byl počet systémů 8 maximem,avšak počet výrobců se zněkolikanásobil.Pouze firma Billi vystavovala stroj o 12.systémech,ovšem na úkor zvětšení průměru stroje z obvyklých (3,75-4)" na 4,25",z čehož plynuly obtíže s tvarováním punčochy.Počet otáček byl zvýšen z předcházejících 220-225 na 300 i více.Dále se rozšířily stroje s výrobou ujímané paty a špičky dvěma systémy,což znamenalo výrazné zkrácení času při pletení punčochy.

Na ITMĚ 1974 v Paříži se stále sledovaly směry zvyšování počtu systémů a otáček,automatické oddělování jednotlivých ponožek u dvouválcových strojů a zaplétání do prázdných jehel,rozšiřování vzorovacích možností.Stále však zůsta maximem počet systémů 8.V popředí byly stroje Dana,Billi a další,když vyjímkou byl opět stroj Billi se 12.systémy.Pouze v československé expozici byl vystaven maloprůměrový automat s elektronickým ovládáním jehel,což bylo v té době novinkou.

Zájem konstruktérů byl soustředěn zejména na zdokonalování známých principů,zvyšování celkové efektivnosti výroby,usnadnění obsluhy a zvyšování jakosti výroby.Významná byla i snaha o unifikaci.

U dvouválcových strojů měla již řada výrobců vyřešeno bezmůstkové přepínání a otvírání jehel a začínalo automatické uzavírání špic přímo ve stroji principem překroucení nebo seškrcení. Další novinkou bylo zařízení pro předvolbu hlavních rozměrů úpletu.

V říjnu roku 1979 se konala zatím poslední ITMA a to v Paříži. Zde již nebyla v této oblasti vystavována žádná převratná novinka a výrobci se začali soustředit na dynamické poměry při pletení a na kmitání. Hledají se optimální parametry jednotlivých mechanismů, hlavně pohon spodku pletacího stroje a ovládání zámků jehel, které prakticky omezují hlavní parametry pletacích strojů.

IV) TECHNOLOGIE PLETENÍ

1) Příprava materiálu.

Pletařský průmysl zpracovává příze,jejichž podstatu tvoří jak přírodní,tak i chemická vlákna.Jsou to však příze hlavně z chemických vláken,které umožnily tak široké uplatnění pletařského průmyslu a jsou základem jeho dalšího intenzivního vývoje.

Na příze používané pro pletení jsou mimo běžných základních požadavků,jako jsou pevnost,tažnost,odolnost proti opotřebení,kladeny ještě další.Bez nich buď nelze přízi pletařskou technologií zpracovat nebo získaný výrobek nemá potřebné užitné vlastnosti.Proto příze vhodné pro zpracování pletařskou technologií mají označení "pletařské příze".Nezbytnými vlastnostmi jsou měkkost,poddajnost,pružnost a hladkost.Tvorba pleteniny znamená značné tvarování původně rovné příze,což nelze uskutečnit s přízí tvrdou,nepoddajnou. Příze musí být dostatečně "živá",aby pletenina neměla hadrovitý charakter.Nesmí však smyčkovat,zákruty musí být dostatečně umrtveny.Nutno zdůraznit také neprašnost pletařské příze.Textilní prach způsobuje zanášení pletařských elementů a vede tím ke značným poruchám a působí škodlivě na zdraví lidí.

Velkou důležitost pro vlastnosti příze má nejen výchozí materiál,ale tyto vlastnosti jsou též určovány celou řadou mechanických či chemických úprav,které mnohdy umožňují zpracování přízí,které by v původní podobě byly pro pletařskou technologii nevhodné.

2) Základní pletařské pojmy.

a) Struktura pleteniny.

Pletenina je plošný textilní útvar,který svou strukturou a vlastnostmi dává výrobkům z ní zhotovených charakteristické vlastnosti.Jsou určeny vlastními vazebnými jednotkami a jejich vzájemným spojením.

Základními jednotkami pleteniny jsou k l i č k a a s m y č k a.

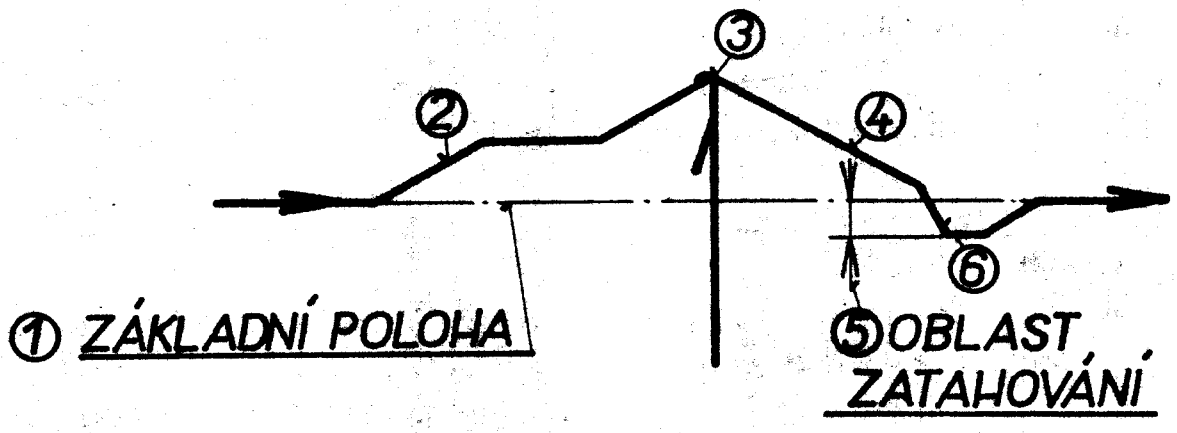
Dalšími stavebními jednotkami pleteniny jsou:

Chytová klička=klička,ze které se netvoří očko,je přidávána k předcházejícímu očku,se kterým je provázána v následujícím řádku.

Podložená klička=klička,která není vázána předcházejícím ani následujícím očkem téhož sloupku.U jednolícní pleteniny je volně položena na rubu.

b) Podstata tvoření řádku pleteniny.

Jak vyplývá z obrázku,lze tuto operaci rozdělit následovně:



obr.1

1) Základní poloha - jehly stojí svými hlavami pod rovinou odhazovacích platin (což jsou ploché pletařské elementy,které se buď přímo podílejí na tvorbě oček nebo jsou součástí vzorovacího ústrojí a podílejí se na ovládání jehel).Staré očko je v háčku jehly.
2) Uzavírání - jehla se působením zámku (což je hybné ústrojí jehel) zvedá,staré očko otevře jazýček a přesune se na stvol jehly.
3) Kladení příze - po dosažení vrcholu své drážky začne jehla klesat a současně se položí nová příze do háčku jehly, ze které se bude tvořit další řádek pleteniny.
4) Nanášení - při dalším pohybu jehly narazí staré očko na jazýček,přiklopí jej na hlavu jehly a nově položená příze je uzavřena v hlavě jehly.
5) Zatahování - jehla dále klesá,staré očko se posouvá po uzavřeném jazýčku nahoru a nastává zatahování nově položené příze.
6) Odhoz - při dalším pohybu jehly se staré očko přesmekne přes hlavu jehly a položí se do nově zatažené kličky. Nastane odhození a jehla je uvedena opět do základní polohy.

c) Základní rozdělení pletenin.

Každá pletenina může mít mnoho strukturálních alternativ,které se projevují ve specifikaci vzájemného spojení oček,kliček a jiných úseků příze.Každé této specifické struktůře se říká "vazba pleteniny".Vzhledem k tomu,že tento pojem je příliš universální,je vhodné rozdělit pleteniny do určitých vazebních celků.A to na:

Zátažné pleteniny,kterých jsou dnes 4 druhy:

- jednolícní
- oboulícní

- obourubní
- interlokové

Osnovní pleteniny, které mají 2 druhy:

- jednolícní
- oboulícní

Pokud není pletenina dále vazebně nijak obměňována, mluvíme o hladké pletenině daného druhu.

Každá další strukturální změna znamená vytvoření druhu pleteniny s určitou vazbou.

3) Rozdělení pletařských strojů.

Pleteniny se vyrábějí na strojích, které se souhrnně nazývají pletařské stroje. Všechny tyto stroje se vyvinuly ze dvou základních typů - ručního zátažného stávku Williama Leeho a Lambova ručního plochého pletacího stroje.

Podle současného stavu pletařské techniky lze rozdělit pletařské stroje z různých hledisek.

1. Podle charakteru stroje:

a) pletací stroje
b) stávky.

Rozdělení pletařských strojů podle těchto dvou skupin není jednoznačné a existují pro toto rozdělení v zásadě dvě hlediska:

- podle způsobu tvoření oček
- podle pohyblivosti jehel.

2. Podle způsobu pletení na stroji:

a) zátažné
b) osnovní.

3. Podle tvaru a postavení lůžek:

a) ploché - pletací stroje
- stávky
b) okrouhlé - pletací stroje

- stávky.

4.Podle počtu jehelních lůžek:

a) jednolůžkové

b) dvoulůžkové - dvouválcové,válec + talíř

c) vícelůžkové - speciální

5.Podle druhu použité jehly:

a) háčkové

b) jazýčkové

c) trubičkové a drážkové

d) speciální

3.1) Okrouhlé pletací stroje.

Odlišují se od plochých pletacích strojů uspořádáním jehelní fontury.Jehelní fontura u okrouhlých pletacích strojů je upravena do kruhu.Z němčiny převzatý výraz kruhový byl pozměněn na okrouhlý,jehož se dnes všeobecně užívá.

Okrouhlé pletací stroje jsou různého provedení.Jehly mají jazýčkové,jednotlivě pohyblivé v kruhovém lůžku.Kolem jehelního lůžka obíhají stále jedním směrem zámky,uložené v pláštích.

Vypracovaný řádek je nekonečný a je skládán ve šroubovici.Jehly pracují neustále.Vyloučením chodu zámku naprázdno (mrtvého zdvihu) se podstatně zvýšila zatahovací rychlost. Jednosměrné otáčení stroje umožňuje po obvodu stroje zařadit za sebou větší počet zámkových soustav a zdokonalením vzorovacího zařízení okrouhlých pletacích strojů se neustále rozšiřují druhy barevných i plastických vazeb na nich pletených.

Okrouhlé pletací stroje se dále dělí:

1.Podle počtu pletacích lůžek:

a) jednolůžkové

b) dvoulůžkové - s válcem a talířem

- dvouválcové

Všechny stroje mají jehly jazýčkové.Vyjímku tvoří pouze stroj Ribana a Chalenger,které mají jehly háčkové.

2.Podle průměru:

a) velkoprůměrové - pro výrobu vrchního i svrchního pleteného zboží
- pro výrobu prádla

b) maloprůměrové - lemové a kravatové
- punčochové.

Velkoprůměrové pletací stroje pro výrobu vrchního i svrchního ošacení se dělí na stroje tělového průměru (12-22)" a dále (24-30)".Stroje tělového průměru se vhodně využívají pro výrobky bez postranního švu.Strojů s velikým průměrem se používá pro výrobu metrového zboží.

Maloprůměrové pletací stroje jsou vyráběny o průměrech (2-6)".Do této skupiny se zahrnují stroje lemové (včetně portovacích),stroje kravatové a stroje punčochové.

3.1.1) Okrouhlé pletací stroje maloprůměrové (punčochové).

Výroba punčoch a ponožek zaujímá dnes velkou oblast textilní výroby.Zvláště punčochy se dnes stávají věcí denní potřeby,což vede k vytváření velkých podniků pro výrobu punčoch s maximální mechanizací celého výrobního postupu.

Celkově si můžeme punčochovou výrobu rozdělit na tyto hlavní skupiny:

1.Výroba jemných dámských punčoch:

a) punčochy se švem vyráběné na kotonových stávcích (pouze u punčoch z nesyntetických materiálů)

b) bezešvé punčochy vyráběné na jednoválcových okrouhlých pletacích strojích - ze syntetických materiálů

2.Výroba hrubších dámských punčoch (většinou dívčích), vyrábějí se na dvouválcových strojích,většinou žakárově vzorované.

3.Výroba ponožek a podkolenek.

4.Výroba punčochových kalhotek.

Celá výroba se soustřeďuje na dva základní typy strojů, a to na jednoválcový a dvouválcový.

a) Jednoválcové:

Dělí se podle způsobu výroby paty a špičky:

- stroje,které pletou patu a špičku vratným způsobem s prostorovým tvarováním.Punčocha se plete s otevřenou špičkou nebo se špičkou uzavřenou již na stroji;lem je převěšený přístrojem.Jedná se zde o stroje dvousystémové až čtyřsystémové s průměry (3.25,3.50,3.75)".Výkon se pohybuje v rozmezí 50-80 punčoch za 8 hodin.

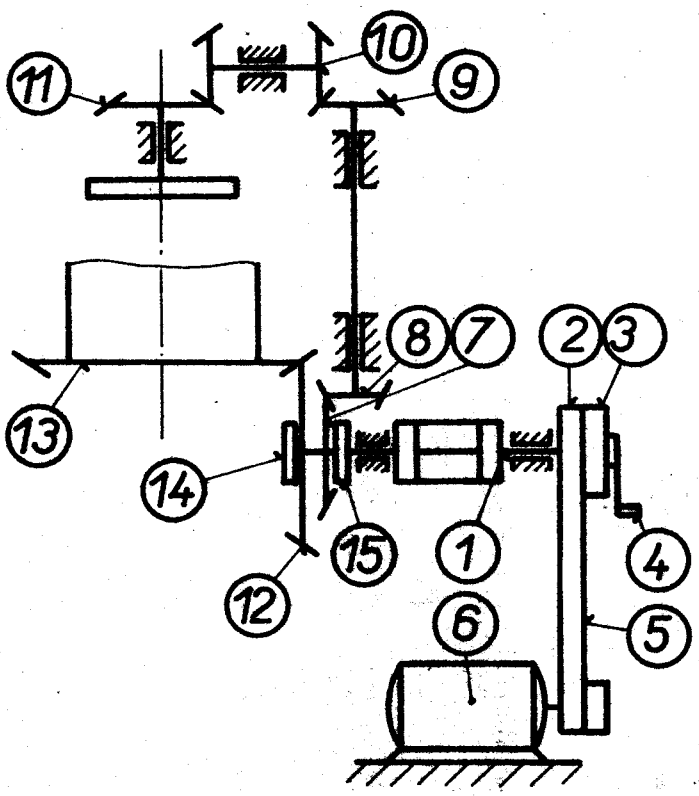
--stroje,které pletou patu a špičku pouze rotačním způsobem bez tvarování.Punčocha se plete s převěšeným lemem, ostatní část je pouze hadice se zesílením v patě a špici.

Jedná se o stroje 6.,8. a 12. systémové,stejných průměrů jako u předešlých,výkon je ale 140-160 punčoch za 8 hod.

<u>Pohon jednoválcového punčochového automatu.</u>

Stroj je poháněn samostatným elektromotorem o výkonu 0.25-0.80 kW,prostřednictvím převodového řemene a řemenic. Převodový mechanismus pro pohon jehelního válce a přístroje je znázorněn na obrázku 2.

Na řemenicové části hřídele stroje je umístěna pevná řemenice 2,volná řemenice 3 a klika 4 pro ruční protáčení stroje.Stroj je poháněn prostřednictvím řemenu 5 elektromotorem 6.Na hlavním hřídeli 1 je umístěno kuželové ozubené kolo 7,které pomocí ozubených kuželových kol 8,9,10 a 11



obr.2

přenáší pohyb na přístrojový talíř. Na hlavním hřídeli 1, za ozubeným kuželovým kolem 7, je umístěno kuželové kolo 12, které pomocí ozubeného kuželového kola 13 přenáší pohyb na jehelní válec. Na konci hlavního hřídele je čelní ozubené kolo 14 pro pohon zařízení na pletení punčoch v chytových vzorech. Na hlavním hřídeli je umístěna také vačka 15 pro pomocný postrk zadního rozkazovacího bubnu.

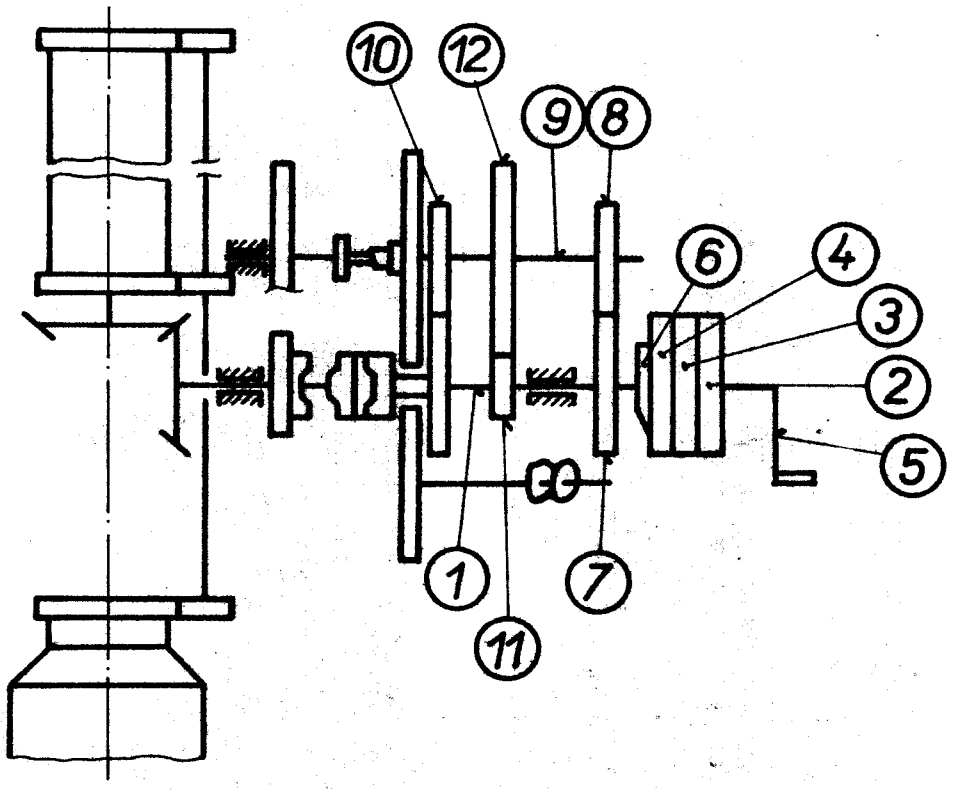
b) Dvouválcové:

- stroje, které pletou hladké, chytové, barevné nebo plasticky vzorované pánské, dámské a dětské punčochové výrobky. Tyto stroje jsou vybaveny pneumatickým odtahem, zpravidla napojeným na centrální pneumatický odtah hotového zboží. Dvouválcové stroje se vyrábějí v průměrech (2.25-5)".

Jednotlivé typy strojů bývají vedle hlavních mechanismů vybaveny různým pomocným a vzorovacím zařízením. Jsou konstruovány tak, že jehelní válec se otáčí a plášť se zámky stojí. Jednotlivé části stroje jsou uloženy v rámu stroje, který je, stejně jako u jednoválcových, z heřčíkové slitiny. Pracovní ústrojí - pláště se zámky, jehelní válce, odtahovací ústro-

jí a cívečnice jsou v horní části stroje,elektromotor (třífázový s převodem 1:5 nebo 1:3),hnací mechanismus a rozkazovací ústrojí ve spodní části stroje.

Pohon dvouválcového punčochového automatu.



obr.3

Hnací síla od elektromotoru se přenáší z řemenice plochým řemenem na řemenici hlavního hřídele.Elektromotor je uložen tak,že svou vlastní tíhou zajišťuje stálé napnutí hnacího řemene.Napnutí řemene lze kromě toho zvýšit pomocí zvedacího háčku a křídlové matice.

Na hlavním hřídeli 1 jsou zprava uloženy tři řemenice 2,3,4 a klika 5 pro ruční protáčení strojem.Řemenice 2 je na hřídeli uložena volně.Řemenice 3 je pevně spojena s pastorkem.Řemenice 4 s ozubeným kolem je nasunuta na pastorku volně otočně.Je určena pro rychlé otáčky stroje.Rychlých otáček válců se používá při pletení lemů,lýtka a chodidla.Pohyb je přenášen řemenicí 7 na ozubené kolo 8 předlohového hřídele 9 a na ozubené kolo 10.Na řemenici 4 jsou segmenty 6 pro změnu rychlosti stroje v krátkém časovém úseku při změnách vodičů.Jde o krátkodobé přesunutí řemene z řemenice pro rychlé otáčky na řemenici pro otáčky pomalé.Pomalých otáček se používá při změnách,pletení paty a špičky a při tvoření rozparovací řady.Je-li hnací řemen přesunut vidlicí na řemenici pomalého chodu 3,je pohyb přenášen na ozubené kolo pastorku 11,který je v záběru ozubeného kola 12 předlohového hřídele, a odtud na ozubené kolo 10,které je v záběru pravého spojkového kola.Dále je pohyb přenášen stejným způsobem jako při rychlých otáčkách jehelních válců.Nižšího počtu otáček jehelních válců je dosaženo tím,že je pohyb přenášen z menšího kola pastorku na kolo větší.Převod se mění v poměru 1:1,72.

3.2) <u>Značení punčochových automatů československé výroby.</u>

V ČSSR vyrábí punčochové automaty jednoválcové a dvouválcové n.p.Západomoravské strojírny v Třebíči.Těmito stroji moderní konstrukce byly vybaveny pletařské závody v republice a také mnohé zahraniční.

Jednotlivé typy punčochových automatů mají svá označení,která představují hlavní charakteristiku stroje.

První písmeno v označení stroje udává,že jde o punčochový automat jednoválcový nebo dvouválcový.Jednoválcové

mají označení "J",dvouválcové mají "D".Za tímto označení je udán počet systémů,pokud jde o stroj s více než jedním systémem.Další znak udává účel použití nebo možnosti vzorování a poslední znak označuje konstrukční provedení.

Tak např. stroj J2Db je:

J = jednoválcový stroj
2 = dvousystémový
D = dámské bezešvé punčochy
b = konstrukční provedení (zde zařízení pro přepalování příze)

D3Va je:

D = dvouválcový stroj
3 = tři pracovní systémy
V = vzorovací
a = konstrukční provedení

Číslo stroje udává počet jehel,resp. počet jehelních roztečí na určitou délkovou míru.Roztečí se zde rozumí vzdálenost os dvou sousedních jehel.V praxi se používá pro jednotlivé skupiny pletařských strojů různého číslování.Pro punčochové stroje je vžité číslování anglické.Anglické číslo stroje udává počet jehel na 1"(palec) tzv."angl.".1"= = 25,4 mm.V poslední době je snaha o zavedení jednotného číslování pro všechny druhy pletařských strojů v metrické soustavě,ale doposud se toto číslování v širší míře neujalo.Metrické číslování udává počet jehel na 100 mm.

V) STATICKÉ POMĚRY V SOUSTAVĚ JEHLA-ZÁMEK.

U maloprůměrových pletacích strojů na bezešvé punčochy je jedním z důležitých a choulostivých činitelů způsob ovládání pohybu jehly. Pohyb jehly v drážce válce je prováděn pomocí jehelního kolénka, které je prostřednictvím zámků ovládáno a jsou jimi přenášeny potřebné síly pro pohyb jehel.

Následkem vývoje pletacích strojů došlo k tlaku na zvyšování počtu systémů a růst otáček. Obojí působí potíže a naráží na nedokonalost právě v místě přenosu sil na kolénko jehly prostřednictvím zámků, zvyšuje opotřebení vzhledem k malé stykové ploše, zvyšuje hlučnost a poruchovost stroje, chyby v pletení a omezuje tak snahy vývoje.

1) Síly působící na jehlu.

Relativní pohyb jehly v jehelním válci je vertikální a kromě pomocných pohybů se dá rozdělit na dva základní:

a) pohyb nahoru zvedacím zámkem

b) pohyb dolů zatahovacím zámkem.

Pohyb jehly nahoru prakticky není omezen technologickými požadavky, neboť jehla se pouze posouvá, očko příze otevírá její jazýček a při dalším posunu přepadá na stvol jehly. Přestože se při otevírání jazýčku zvýší odpor proti pohybu, lze toto namáhání považovat, vzhledem k ostatním zátěžným silám, za druhotné.

Pohyb nahoru se dále dělí na dvě části:

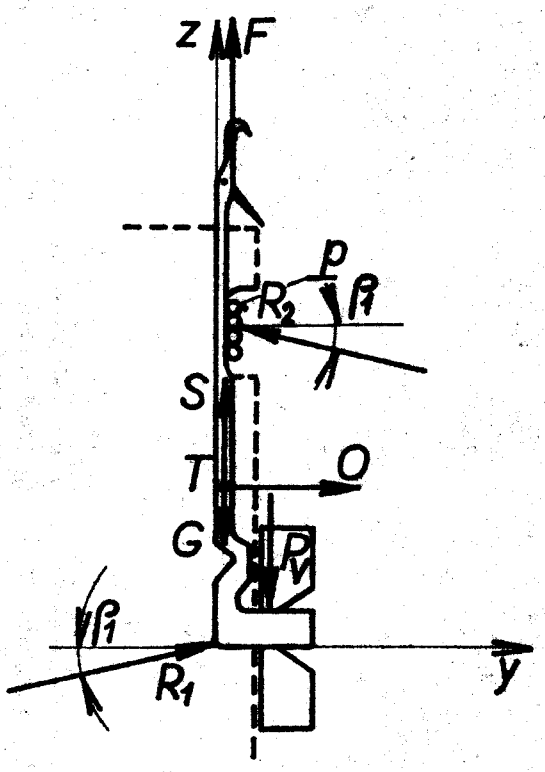
- horní část, kdy se jehla stahuje z nejvyšší, tj. uzavírací, polohy, až do okamžiku, kdy se příze začne stýkat s háčkem jehly. I zde platí stejné závěry jako pro zvedací

zámek.

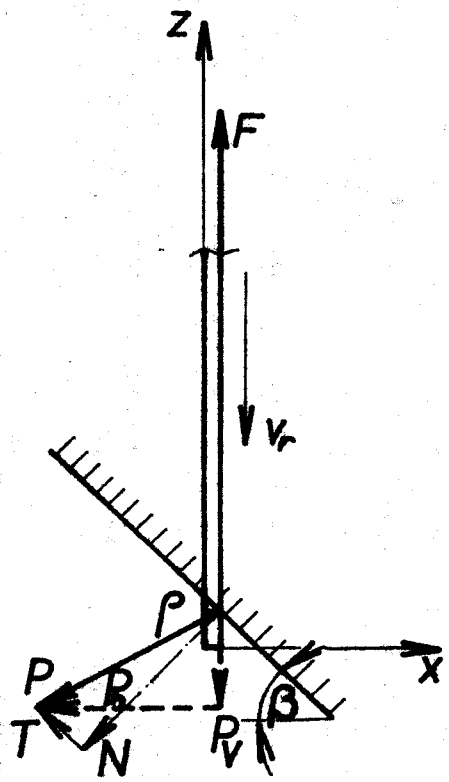
- dolní část, kdy jehla zachytí nit až do úplného zatažení kličky. Tato část má zásadní význam pro namáhání nitě i jehly, neboť se zde se změnou rychlosti mění i velikost výsledných třecích sil mezi nití a pracovními elementy i mezi elementy samotnými.

Při řešení otázky silového působení zámku na jehlu se uvažují dvě dosti významná zjednodušení, a to, že jde o ustálený pohyb jehly a dále, že jde o přímkový zámek (ty se již dnes téměř nepoužívají).

Síly, které působí na jehlu ve vertikální rovině, můžeme sledovat na obrázku č.4.



obr.4

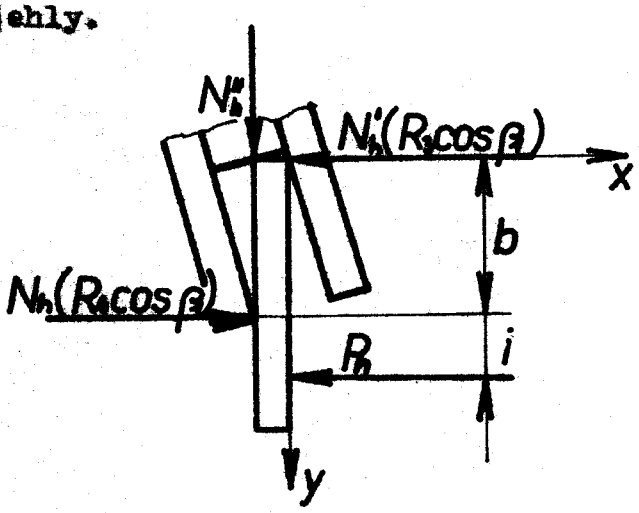


obr.5

V těžišti jehly T působí tedy při ustáleném pohybu odstředivá síla O, tíha jehly G a odporová síla proti pohybu F. Protože ale tíha jehly je přibližně rovna $9,8.10^{-3}$/N/ a je tedy v porovnání s ostatními zátěžnými silami velmi malá, můžeme ji proto zanedbat. Odstředivá síla se projeví pouze ve zvýšeném tlaku na pružiny p, tedy zvýšeným třením. Protože uvažujeme konstantní otáčky je i odstředivá síla konstantní a lze ji zařadit do celkového odporu F. Totéž je možné učinit i s momentem vertikální složky hnací síly Pv. Těmito úvahami dojde k dalšímu zjednodušení.

Na obrázku č.5 jsou vidět složky hnací síly P. Vidíme, že její velikost závisí jak na normálové síle N, tak i na tření mezi jehlou a zámkem.

Vertikální složka síly P je silou, která vytváří podmínky pro pohyb jehly. Horizontální složka však zvláště při velkém tření a úhlech zámku nad 45° je větší než vertikální a příčí jehelní kolénko v drážce a zvyšuje tak odpor jehly proti pohybu, jak je vidět na obrázku č.6. Zde značí síly R reakce v uložení jehly.



obr.6

Z obrázků č.5 a 6 nám dále vyplývají tyto závislosti:
vertikální složka síly P

$$R_V = P \cdot \cos(\beta + \rho) = F + (N_h + N_h') \cdot f_1 \qquad (1)$$

horizontální složka síly P

$$R_h = P \cdot \sin(\beta + \rho). \qquad (2)$$

Přičemž ale příčení jehly v drážce závisí na horizontální složce síly P.Z momentové podmínky vyplývá:

1. $R_h \cdot i = N_h' \cdot b \Rightarrow N_h' = R_h \cdot \frac{i}{b}$

2. $R_h \cdot (i + b) = N_h \cdot b \Rightarrow N_h = \frac{i+b}{b}$

$$N_h + N_h' = R_h \cdot \frac{2i+b}{b} \qquad (3)$$

Člen $\frac{2i+b}{b}$ vyjadřuje geometrické poměry příčení jehly v drážce a označíme si ho jako q.
Po dosazení (3) do (1) dostaneme

$$R_V = F + R_h \cdot q \cdot f_1 \qquad (4)$$

Horizontální složku můžeme dále vyjádřit jako funkci složky vertikální

$$R_h = R_V \cdot tg(\beta + \rho) \qquad (5)$$

Dále (4) dosadíme do (5)

$$R_h = (F + R_h \cdot q \cdot f_1) \cdot tg(\beta + \rho)$$

po úpravě

$$R_h = \frac{tg(\beta+\rho)}{1-f_1\cdot tg(\beta+\rho)\cdot q} \qquad (6)$$

Tento výraz lze dále upravit pomocí goniometrické závislosti pro $tg(\beta+\rho)$ a dosazením za $tg\rho = f_2$

$$R_h = \frac{tg\beta + f_2}{1-tg\beta\cdot(f_2+q\cdot f_1)-q\cdot f_1\cdot f_2} \qquad (7)$$

Dále lze dosadit (5) do (4) a získáme

$$R_v = \frac{1}{1-q\cdot f_1\cdot tg(\beta+\rho)}$$

a opět upravíme na výraz

$$R_v = \frac{1-f_2\cdot tg\beta}{1-tg\beta\cdot(f_2+q\cdot f_1)-q\cdot f_1\cdot f_2} \qquad (8)$$

Rovnici (7) a (8) lze zjednodušit, jestliže uvažujeme stejná tření jehelního lůžka i zámku o jehlu. Potom

$$f_1 = f_2 = f$$

$$R_h = \frac{tg\beta + f}{1-q\cdot f^2-f\cdot(1+q)\cdot tg\beta} \qquad (7')$$

$$R_v = \frac{1-f\cdot tg\beta}{1-q\cdot f^2-f\cdot(1+q)\cdot tg\beta} \qquad (8')$$

Ze silového trojúhelníka si můžeme dále vyjádřit: výslednou sílu P jako funkci jejích dvou složek

$$P = \sqrt{R_v^2+R_h^2} \qquad (9)$$

dále třecí sílu T

$$T = R_h\cdot\cos\beta - R_v\cdot\sin\beta \qquad (10)$$

a normálovou sílu N

$$N = P \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + f^2}} \qquad (11)$$

Rovnici (9) lze ještě dosazením (7) a (8) upravit do tvaru

$$P = F \cdot \frac{1}{\cos(\beta + \rho) \cdot [1 - q \cdot f_1 \cdot tg(\beta + \rho)]} \qquad (9')$$

2) Stanovení nejvhodnějšího funkčního úhlu.

Funkční úhel zvedačů a stahovačů pletacích strojů,tj. úhel zámků,při kterém jsou jehly zvedány a stahovány při tvoření očka,je jedním z hlavních faktorů,ovlivňujících pracovní rychlost strojů.Na velikost funkčního úhlu působí několik činitelů,z nichž některé negativně ovlivňují jeho konečnou hodnotu.

Přestože velikost zámkového úhlu byla v průběhu vývoje pletařských strojů podrobována experimentálním zkouškám, které vedly k ustáleným,nejčastěji používaným hodnotám mezi (45-50)°,nachází se mezi různými konstrukčními řešeními stále řada odchylek.Obtížnost volby tkví především v nesnadném posouzení působících faktorů,jejichž vliv na velikost zámkového úhlu byl často posuzován pouze z povrchních hledisek. I když nejlepším obrazem silového působení při různých zámkových úhlech je praktické změření,tak i zde je dobré vycházet nejprve z teoretického rozboru.

2.1)Stanovení úhlu,při kterém dochází k samosvornosti.

Mezi normálovou silou působící v soustavě jehla-zámek a vertikální složkou síly P je tzv. úhel tlaku,který je důležitým hlediskem na správnou funkci této soustavy.Čím je totiž úhel tlaku menší,tím větší část hnací síly se přenese na pohyb jehly.Čím je ale naopak úhel tlaku větší,tím větší pracovní rychlosti stroje se dosáhne.Tento úhel ale nelze zvyšovat libovolně,protože při jeho určité velikosti dojde ke příčení jehly v její drážce.

V této části budeme vycházet z rovnic (7') a (8') odvozených v předcházející části - části 1.

K samosvornosti patrně dojde,jestliže bude potřebná síla k posunu jehly nekonečně veliká,tedy,jestliže se jmenova-

tel bude blížit k nule:

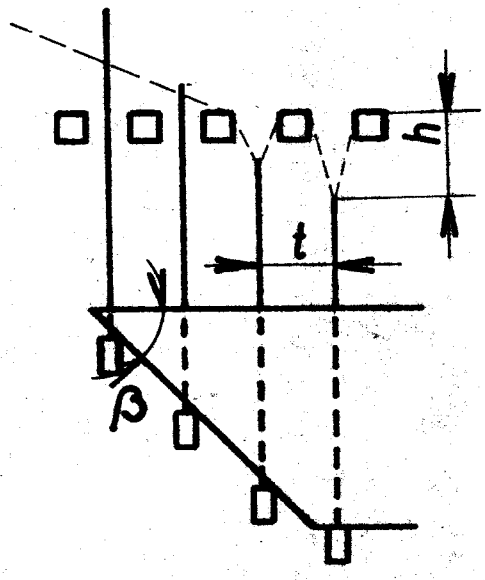
$$1-q\cdot f^2-f\cdot tg\beta\cdot(1+q)=0$$

a odtud

$$\beta_s=arctg\,\frac{1-q\cdot f^2}{f\cdot(1+q)} \qquad (12)$$

Na první pohled je vidět, že úhel, při kterém dojde k samosvornosti β_s je závislý pouze na koeficientu tření jehly v drážce nebo o zámek a na geometrických poměrech.

Jestliže chceme zajistit minimální namáhání příze, potom je třeba vycházet z následující úvahy. Platí totiž známá skutečnost, že při dostatečně velkém funkčním úhlu β, kdy následující jehla začne zatahovat až při dokončeném zatažení kličky předchozí, zajistíme nejmenší tření příze o jehly, platiny i očka předchozího řádku. To je názorně vidět na obrázku č.7.

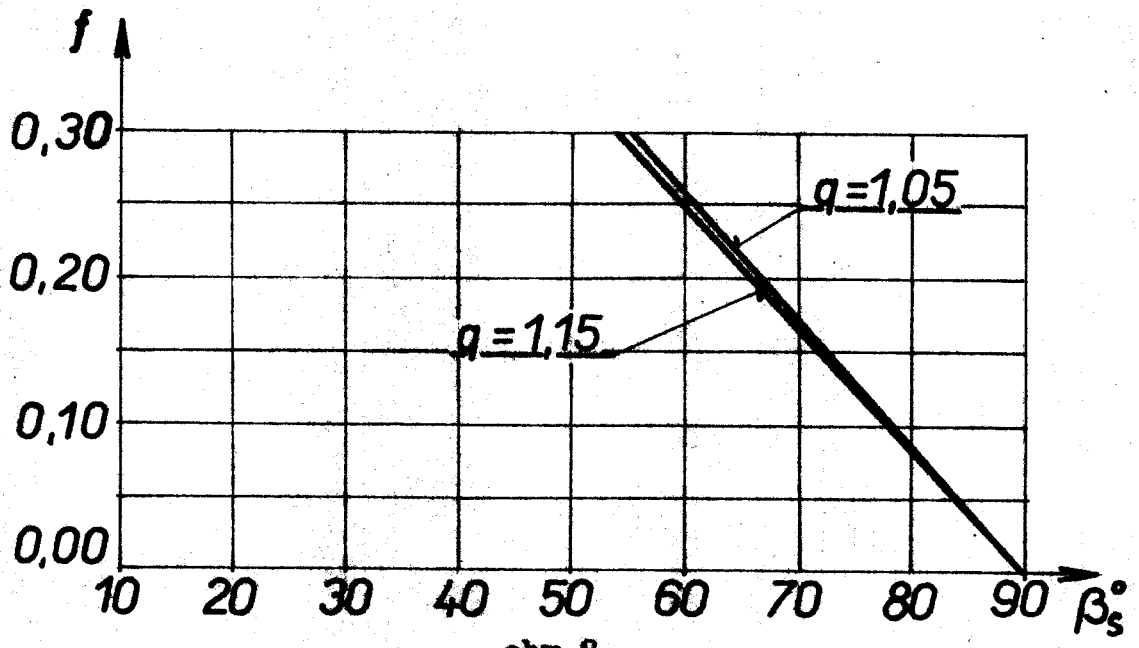


obr.7

$$tg\beta=\frac{h}{t} \qquad (13)$$

Stanovení úhlu,při kterém dochází k samosvornosti pro různá tření f a různé geometrické poměry q.

f	q=1,05	q=1,11	q=1,15
0,00	90°	90°	90°
0,05	84,07°	83,57°	83,50°
0,10	78,17°	77,57°	77,43°
0,15	72,31°	72,01°	71,40°
0,20	66,49°	66,10°	65,44°
0,25	61,15°	60,27°	59,55°
0,30	55,49°	54,52°	54,16°



obr.8

2.2) Vyjádření mechanické účinnosti.

Mechanická účinnost nám dává obraz o tom, jakou měrou je v pracovním cyklu využita vložená energie. Proto je dobré, stanovit si ji i při rozboru pohybu jehel po zámku.

Vztah pro účinnost dostaneme ze známé definice, kdy

$$\eta = \frac{\text{práce získaná}}{\text{práce vložená}} = \frac{F \cdot tg\beta}{R_h} \qquad (14)$$

a po dosazení za horizontální složku síly P z rovnice (7') dostaneme výraz

$$\eta = \frac{[1 - q \cdot f^2 - f \cdot (1+q) \cdot tg\beta] \cdot tg\beta}{tg\beta + f} \qquad (15)$$

Odtud můžeme vyjádřit nejvýhodnější funkční úhel, při kterém dochází k nejlepšímu využití hnací energie. Použije se zde známé matematické metody stanovení extrémní hodnoty funkce, tedy, že první derivace funkce je v extrému rovna nule.

$$\frac{d\eta}{d\beta} = 0 = \left[\frac{1}{\cos^2\beta} - \frac{q \cdot f^2}{\cos^2\beta} - \frac{2 \cdot f \cdot (1+q) \cdot tg\beta}{\cos^2\beta}\right] \cdot (tg\beta + f) -$$

$$- \left[-tg^2\beta \cdot (1+q) \cdot f + tg\beta - q \cdot f^2 \cdot tg\beta\right] \cdot \frac{1}{\cos^2\beta} =$$

$$= tg^2\beta \cdot (1+q) + 2 \cdot f \cdot (1+q) \cdot tg\beta + q \cdot f^2 - 1 \qquad (16)$$

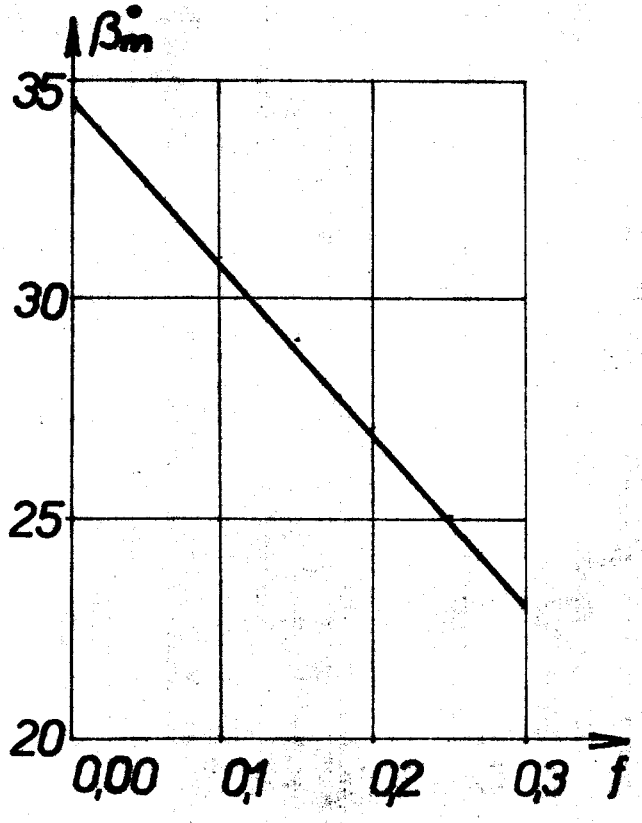
Z této kvadratické rovnice lze potom snadno vyjádřit optimální úhel, který je funkcí tření a geometrických poměrů

$$tg\beta_m = \frac{-2\cdot f\cdot(1+q) \pm \sqrt{[2\cdot f\cdot(1+q)]^2 - 4\cdot(1+q)\cdot(q\cdot f^2-1)}}{2\cdot(1+q)} =$$

$$= \sqrt{\frac{(f^2+1)\cdot(q+1)}{(1+q)^2}} - f = \sqrt{\frac{f^2+1}{1+q}} - f \qquad (17)$$

Stanovení úhlu β_m, při kterém je maximální účinnost pro různé koeficienty tření. q = 1,05

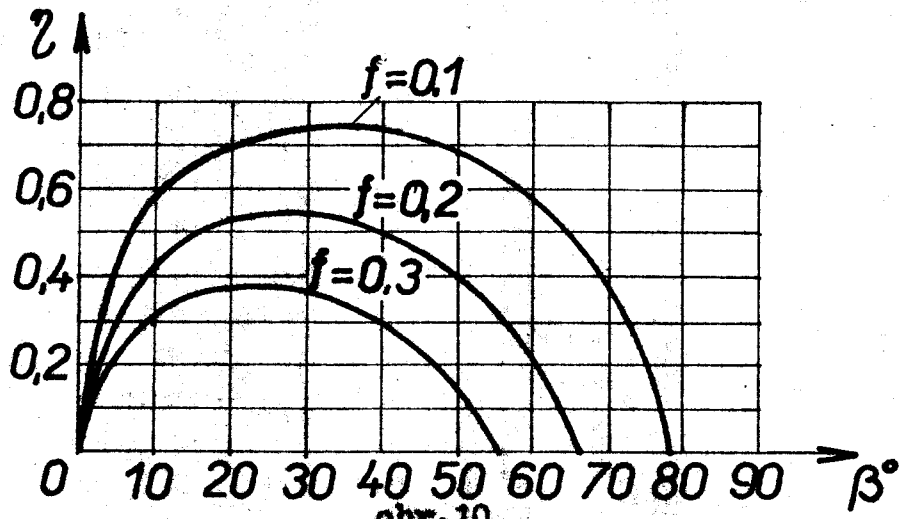
f	β_m
0,00	34,55°
0,05	32,59°
0,10	31,02°
0,15	29,05°
0,20	27,07°
0,25	25,10°
0,30	23,13°



obr.9

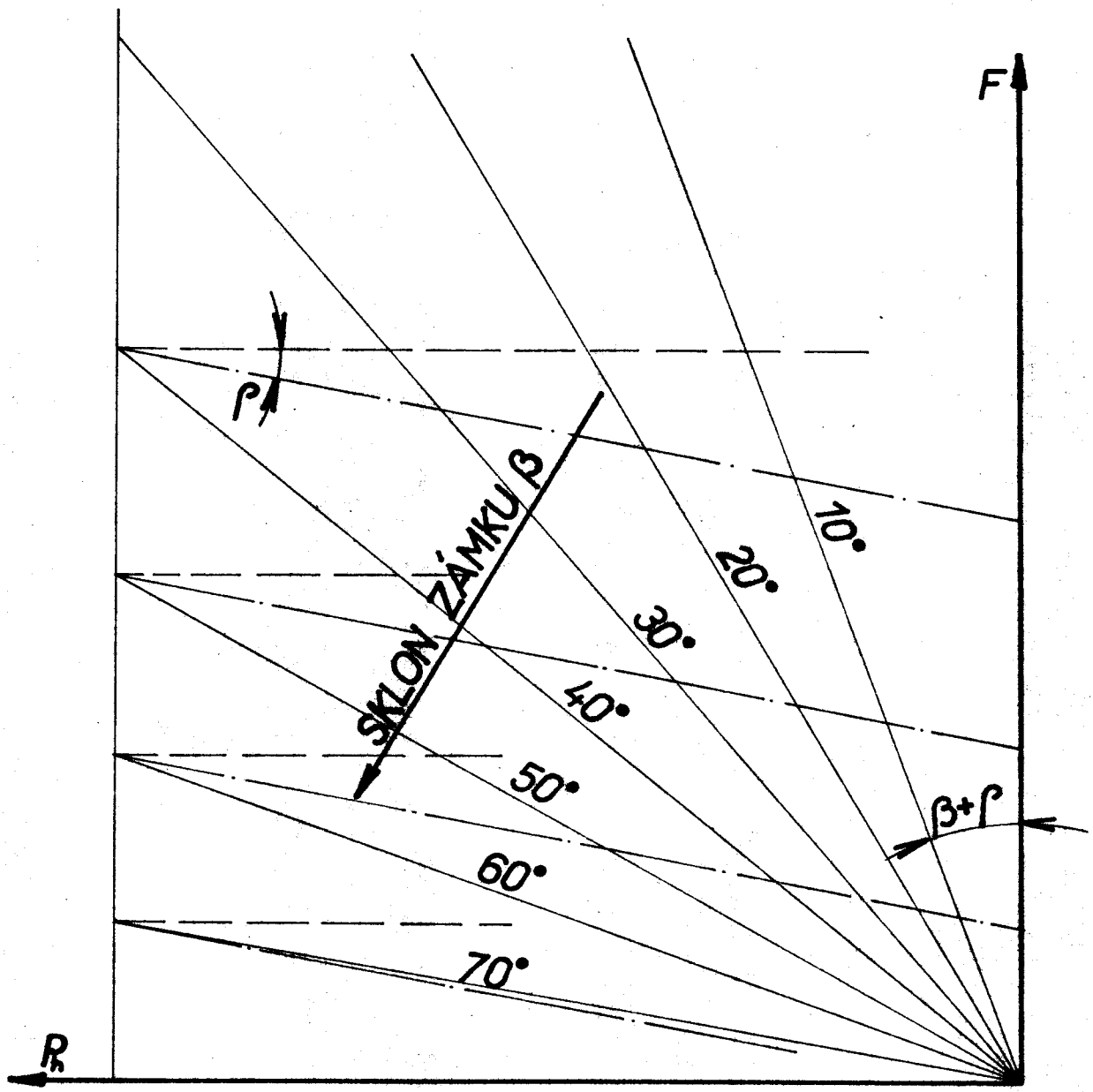
Změna účinnosti při změně úhlu β a koeficientu tření f.
$q = 1,05$

	Koeficienty tření f			
β	f = 0,0	f = 0,1	f = 0,2	f = 0,3
0°	1	0	0	0
10°	1	0,6083	0,4150	0,2951
20°	1	0,7177	0,5220	0,3737
30°	1	0,7425	0,5357	0,3622
40°	1	0,7304	0,4958	0,2869
50°	1	0,6875	0,4019	0,1379
60°	1	0,5998	0,2222	---
70°	1	0,4113	---	---



obr. 10

Grafické zjišťování sil v závislosti na změně úhlu β a koeficientu tření f podle literárního odkazu (5).
Pozn.:Neuvažuje se zde tření mezi zámkem a ložem.



obr.11

3) Zhodnocení statického rozboru.

Statický rozbor silového působení zámku na jehlu nám dává pouze přibližný obraz ve skutečnosti velmi složitého problému. Je zde zanedbáno několik faktorů, které se dají jen dosti obtížně zjišťovat, ale které poměrně velkou měrou ovlivňují pohyb jehel. V prvé řadě jde o setrvačné síly a kmitání, dále jsou v soustavě rázové síly a jedním z dalších problémů je staticky neurčité uložení jehly. Tomuto se z části snaží konstruktéři odpomoci opásáním jehelního válce pružinou, která zabraňuje odskakování jehel z drážek, ale i přesto je určení bodu, ve kterém se jehla v jistém okamžiku svého pohybu dotýká boku drážky, téměř nemožné.

Aby mohl být tento problém uspokojivě řešen, je třeba nejprve shromáždit řadu poznatků, opírajících se o solidní teoretické studie a experimentální měření, které nám mnohé jevy, k nimž při působení zámku na jehlu dochází, vyjasní. Teprve pak bude možno učinit exaktní závěry.

Proto slouží statické výpočty pouze k orientačnímu určování silových závislostí s hlavním důrazem na vyjádření mechanické účinnosti v závislosti na funkčním úhlu zámku. Odtud se dá vyjádřit nejvhodnější zámkový úhel dosti spolehlivě.

Použití grafického řešení je výhodné proto, protože lze velice snadno určit ten parametr, který proces nejvíce ovlivňuje, a které jsou méně významné. Další jeho použití je pro kontrolu řešení počtářského.

VI) DYNAMICKÉ POMĚRY V SOUSTAVĚ JEHLA-ZÁMEK.

Vyjádření dynamických závislostí je nutnou podmínkou pro zvyšování výkonu maloprůměrových pletacích strojů a tedy i otáček válce,v jehož drážkách se pohybují jehly.Zámky, které jsou pevně umístěny na obvodu válce,po nárazu jehly na ně,vedou jehly a způsobují jejich pohyb v drážce ve svislém směru.Při tom dochází k odskakování jehel od zámku,k průhybu kolének a k dalším nežádoucím jevům.

Znalost závislosti dráhy jehly na čase umožňuje přesnější výpočty a lepší konstrukci zámkové soustavy pro větší počet otáček jehelního válce.

1) Odpory ovlivňující pohyb jehly.

Odporem F jehly,pohybující se určitou rychlostí v drážce válce pletacího stroje,rozumíme odpor,který klade jehla, je-li tlačena rychlostí y v ose drážky.Jeho velikost je závislá na mnoha veličinách.

a) Odpor jehly je především závislý na relativní rychlosti jehly vzhledem k válci.Na obrázku č.12 je tato závislost znázorněna.Při nižších rychlostech se uplatňuje tření částí jehly,které působí na stěny drážky větší silou,než snese olejový film a naopak při vyšších rychlostech již převládá tření hydraulické,a proto odpor proti pohybu prudce vzrůstá.

b) Další vliv má napružení jehly.To se uplatňuje hlavně u tužších jehel.U měkčích jehel tento vliv není tak výrazný.

c) Další podstatný vliv má mazání,jeho způsob a viskozita použitého oleje.Čím je olej hustší a čím více je jím

drážka zaplněna,tím více se zvyšuje odpor jehly v drážce při vyšších rychlostech,což je výhodné,protože to brání vybíhání a odskakování jehly.

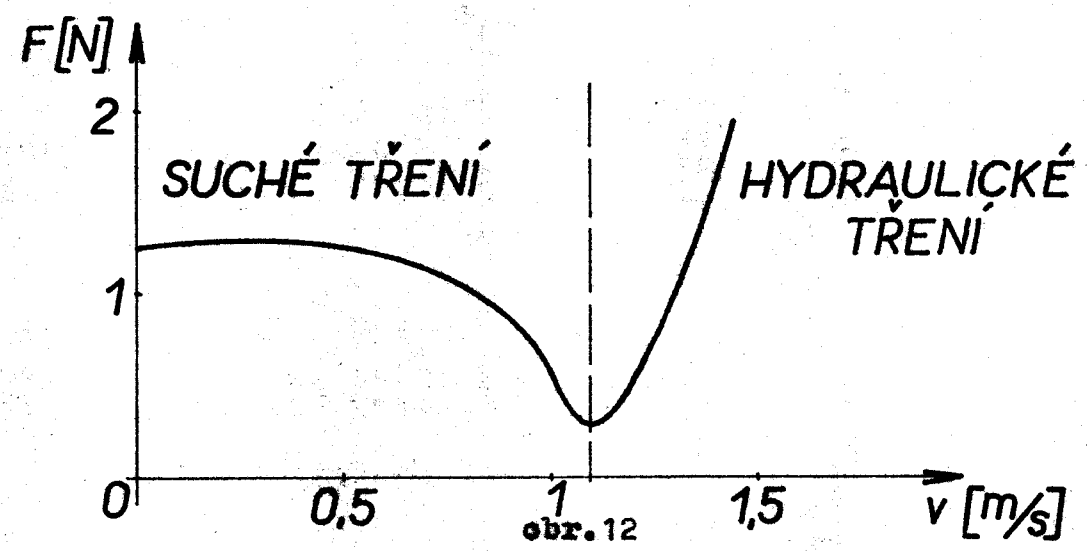
d) Zahřátí stroje ovlivňuje teplotu oleje a tím také viskozitu.

f) Uplatňují se zde ještě další vlivy,které více či méně ovlivňují odpor jehly v drážce.Jsou to např. kvalita povrchu uvnitř drážky,přítlačné pružiny a mnohé další.

Jak je vidět,vlivů je příliš mnoho,než aby se daly stanovit nějaké obecné zákonitosti,které by s uspokojivou přesností platily.

Závislost odporu jehly v drážce na relativní rychlosti jehly vzhledem k válci lze zjistit dvěma způsoby:

- vytvořit umělé podmínky podobné podmínkám pohybu jehly v drážce válce a takto měřit závislost odporu F
- měřit odpor jehly v drážce přímo na stroji za jeho chodu.Zachovají se tak snadno skutečné podmínky při provozu stroje.



obr. 12

2) Pohybová rovnice pohybu jehly po zámku.

2.1) Přímkový zámek.

Pro zjednodušení problému se předpokládá pružnost kolénka pouze v horizontálním směru. Potom platí, že horizontální složka síly P je závislá na průhybu kolénka následovně

$$P_h = K \cdot \varepsilon \qquad (1)$$

když ε, jak je zřejmé z obrázku č.13 závisí na rychlosti a sklonu zámku

$$\varepsilon = v_0 \cdot t - y \cdot cotg\,\beta \qquad (2)$$

Po dosazení (2) do (1) dostaneme

$$P_h = K \cdot (v_0 \cdot t - y \cdot cotg\,\beta) \qquad (1')$$

Vertikální složka se skládá z odporu jehly proti pohybu a ze síly potřebné ke zrychlení

$$P_v = F + q \cdot f_1 \cdot P_h + m \cdot \ddot{y} \qquad (3)$$

Výraz ($q \cdot f_1 \cdot P_h$) vyjadřuje smykovou třecí sílu mezi jehlou a drážkou lůžka, jak je odvozeno v literárním odkazu (1).

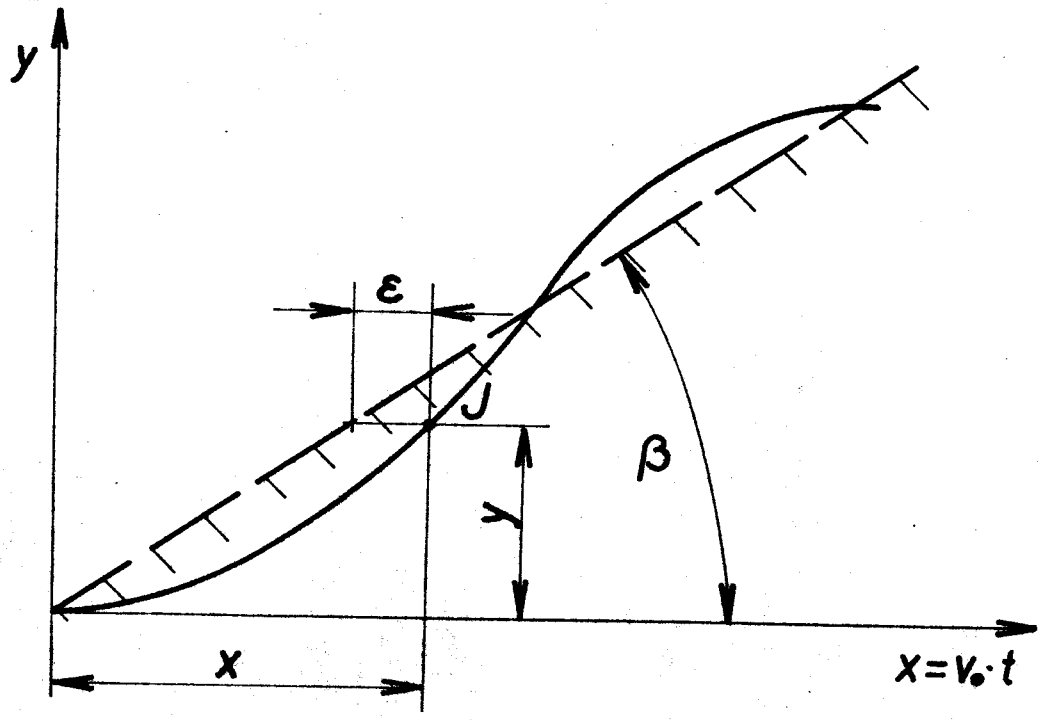
Odpor jehly proti pohybu je závislý na relativní rychlosti jehly a lze ho proto označit jako její funkci, tedy

$$F = F_{(\dot{y})}$$

Koeficient q vyjadřuje geometrické poměry, což je odvozeno ve stati IV.

Mezi P_h a P_v dále platí vztah

$$P_h = P_v \cdot p \qquad (4)$$



obr.13

kde

$$p = \frac{tg\beta + f_k}{1 - f_k \cdot tg\beta}$$

Po dosazení a po úpravě dostaneme rovnici

$$y + \frac{F(y)}{m} + \frac{K \cdot cotg\beta}{m} \cdot \left(\frac{1}{p} - q \cdot f_h\right) \cdot y =$$

$$= \frac{K \cdot v_0}{m} \cdot \left(\frac{1}{p} - q \cdot f_h\right) \cdot t$$

Jestliže si označíme konstanty:

$$\frac{K \cdot cotg\beta}{m} \cdot \left(\frac{1}{p} - q \cdot f_h\right) = c$$

$$\frac{K \cdot v_0}{m} \cdot \left(\frac{1}{p} - q \cdot f_i \right) = d$$

$$\frac{F(\dot{y})}{m} = f(\dot{y})$$

tak potom dostaneme po úpravě rovnici pro pohyb jehly po přímkovém zámku

$$\ddot{y} + f(\dot{y}) + c \cdot y = d \cdot t \qquad (5)$$

Jde o nelineární diferenciální rovnici II. řádu.
Tato rovnice vyjadřuje pohyb jehly po zámku ve fázi, kdy dochází k průhybu kolénka, tedy jestliže

$$\varepsilon \geq 0, \quad v_0 \cdot t - y \cdot \mathrm{cotg}\,\beta \geq 0$$

Počáteční podmínky jsou

1) $y_{t=0} = 0$

2) $\varepsilon = v_0 \cdot t - y \cdot \mathrm{cotg}\,\beta$

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = v_0 - \frac{dy}{dt}\,\mathrm{cotg}\,\beta \Big|_{t=0}$$

$$\frac{d\varepsilon}{dt}\Big|_{t=0} = v_0$$

Řešení této rovnice má dvě části:

a) Náraz na jehlu, který je spojen s průhybem kolénka. Zde se při řešení nahradí funkce $F(\dot{y})$ lomenou čarou, tedy množinou lineárních funkcí $f_{m(v)}$ definovaných na intervalu $\langle v_{m-1} ; v_m \rangle$, kde m = 1,2,...,max a značí část intervalu, pro který se právě výpočet provádí. Dále si označíme počet

intervalů,ve kterých se výpočty provádějí jako n.
Podle obrázku č.14 dostaneme,že

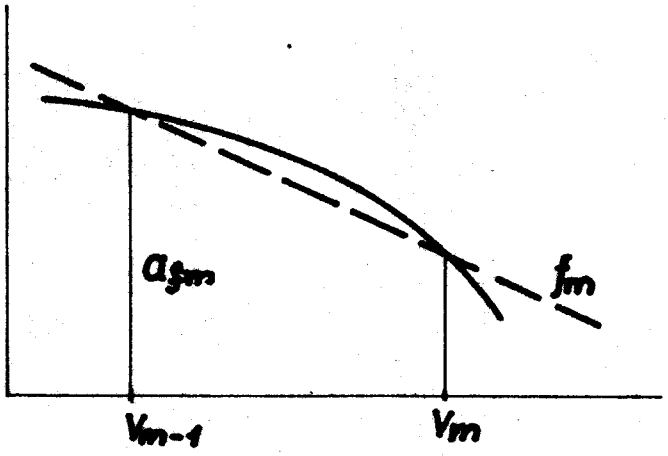
$$f_{m(v)} = a_{fm} + b_{fm} \cdot (V - V_{m-1})$$

$$V \in \langle V_{m-1} ; V_m \rangle$$

a směrnice přímky má tvar

$$b_{fm} = \frac{f_{m(v)} - a_{fm}}{V - V_{m-1}}$$

$$a_{fm} = f(V_{m-1})$$



obr.14

Když daný interval rychlostí dosadíme do (5), dostaneme výraz

$$\ddot{y} + a_{gm} + b_{gm}(v - v_{m-1}) + c \cdot y = d \cdot t \qquad (6)$$

tedy po úpravě

$$\ddot{y} + b_{gm} \cdot v + c \cdot y = d \cdot t - a_{gm} + b_{gm} \cdot v_{m-1}$$

Počáteční podmínky jsou pro $t = t_{(n-1)}$ a tedy $y = y_{(n-1)}$ a $\dot{y} = \dot{y}_{(n-1)}$

Podle řešení v literárním odkazu (6) dostaneme výsledný vztah pro:

1. $b_{gm}^2 - 4 \cdot c > 0$

$$y_{(t)} = \bar{C}_{1n} \cdot e^{\lambda_{1m} \cdot t} + \bar{C}_{2n} \cdot e^{\lambda_{2m} \cdot t} + \frac{d}{c} \cdot t - \frac{a_{gm}}{c} - \left(\frac{d}{c} - v_{m-1}\right) \cdot \frac{b_{gm}}{c} \qquad (7)$$

$$v_{(t)} = \bar{C}_{1n} \cdot \lambda_{1m} \cdot e^{\lambda_{1m} \cdot t} + \bar{C}_{2n} \cdot \lambda_{2m} \cdot e^{\lambda_{2m} \cdot t} + \frac{d}{c} \qquad (8)$$

Když si označíme

$$E_{1n} = e^{\lambda_{1m} \cdot \bar{t}_{n-1}}; \quad E_{2n} = e^{\lambda_{2m} \cdot \bar{t}_{n-1}}; \quad A_{1n} = v_{n-1} - \frac{d}{c}$$

$$A_{0n} = \bar{y}_{n-1} - \frac{d}{c} \cdot \bar{t}_{n-1} + \frac{a_{gm}}{c} + \left(\frac{d}{c} - v_{m-1}\right) \cdot \frac{b_{gm}}{c}$$

tak konstanty budou mít tvar

$$\bar{C}_{1n} = \frac{A_{0n} \cdot \lambda_{2m} - A_{1n}}{E_{1n} \cdot (\lambda_{2m} - \lambda_{1m})}$$

$$\bar{C}_{2n} = \frac{A_{1n} - A_{0n} \cdot \lambda_{1m}}{E_{2n} \cdot (\lambda_{2m} - \lambda_{1m})}$$

2. $b_{gm}^2 - 4 \cdot c < 0$

$$y_{(t)} = e^{d_m \cdot t} \cdot (\overline{C_{3n}} \cdot \cos \beta_m \cdot t + \overline{C_{4n}} \cdot \sin \beta_m \cdot t) + \\ + \frac{d}{c} \cdot t - \frac{a_{gm}}{c} - \left(\frac{d}{c} - v_{m-1}\right) \cdot \frac{b_{gm}}{c} \qquad (9)$$

$$v_{(t)} = e^{d_m \cdot t} \cdot [(\overline{C_{3n}} \cdot \alpha_m + \overline{C_{4n}} \cdot \beta_m) \cdot \cos \beta_m \cdot t + \\ + (\overline{C_{4n}} \cdot \alpha_m - C_{3n} \cdot \beta_m) \cdot \sin \beta_m \cdot t] + \frac{d}{c} \qquad (10)$$

a opět označíme

$$E_{3n} = e^{d_m \cdot \overline{t_{n-1}}} \cdot \cos \beta_m \cdot \overline{t_{n-1}} \; ; \; E_{4n} = e^{d_m \cdot \overline{t_{n-1}}} \cdot \sin \beta_m \cdot \overline{t_{n-1}}$$

$$\alpha_m = \frac{-b_{gm}^2}{2} \; ; \; \beta_m = \frac{\sqrt{|b_{gm}^2 - 4c|}}{2}$$

potom konstanty budou

$$\overline{C_{3n}} = \frac{A_{on} \cdot (\beta_m \cdot E_{3n} + \alpha_m \cdot E_{4n}) - A_{1n} \cdot E_{4n}}{\beta_m \cdot (E_{3n}^2 + E_{4n}^2)}$$

$$\overline{C_{4n}} = \frac{A_{1n} \cdot E_{3n} - A_{on} \cdot (\alpha_m \cdot E_{3n} - \beta_m \cdot E_{4n})}{\beta_m \cdot (E_{3n}^2 + E_{4n}^2)}$$

Pre případ, že c = 0; d = 0:
rovnice přímky má tvar

$$r_{m(v)} = a_{gm} + b_{gm} \cdot (v - v_{m-1})$$

a odtud

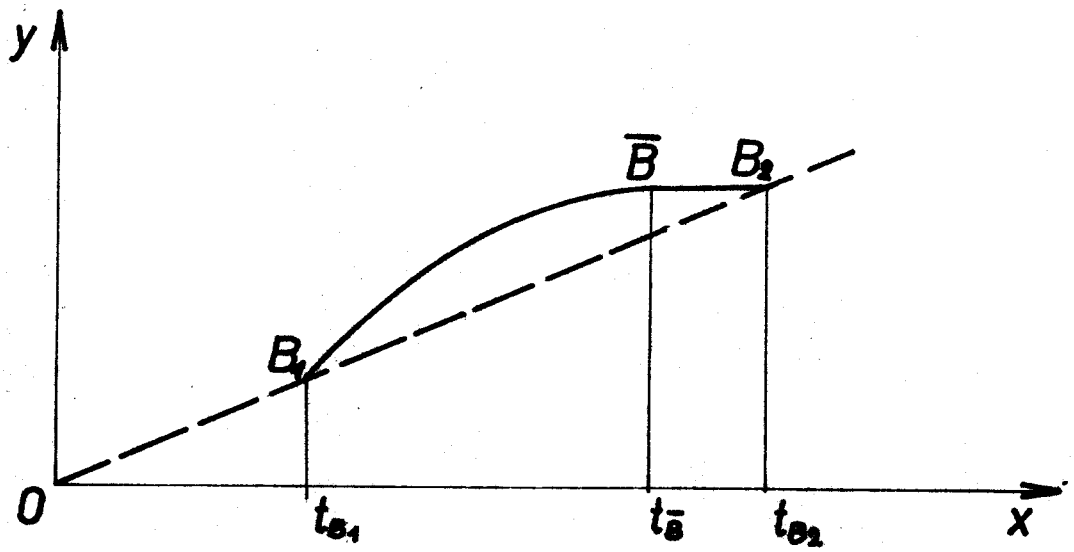
$$\ddot{y} + a_{gm} + b_{gm} \cdot (v - v_{m-1}) = 0$$

Po vyřešení dostaneme

$$y(t) = \overline{y_{n-1}} + \left(\frac{\overline{V_{n-1}} - V_{m-1}}{b_{fm}} + \frac{a_{fm}}{b_{fm}^2}\right) \cdot \left(1 - e^{-b_{fm} \cdot (t - \overline{t_{n-1}})}\right) +$$

$$+ \left(V_{m-1} - \frac{a_{fm}}{b_{fm}}\right) \cdot \left(t - \overline{t_{n-1}}\right) \qquad (11)$$

b) Odskok jehly od zámku jak je vidět na obrázku č.15.



obr.15

V bodě B_1 dochází k odskoku kolénka od zámku a od bodu B_1 se jehla pohybuje podle rovnice

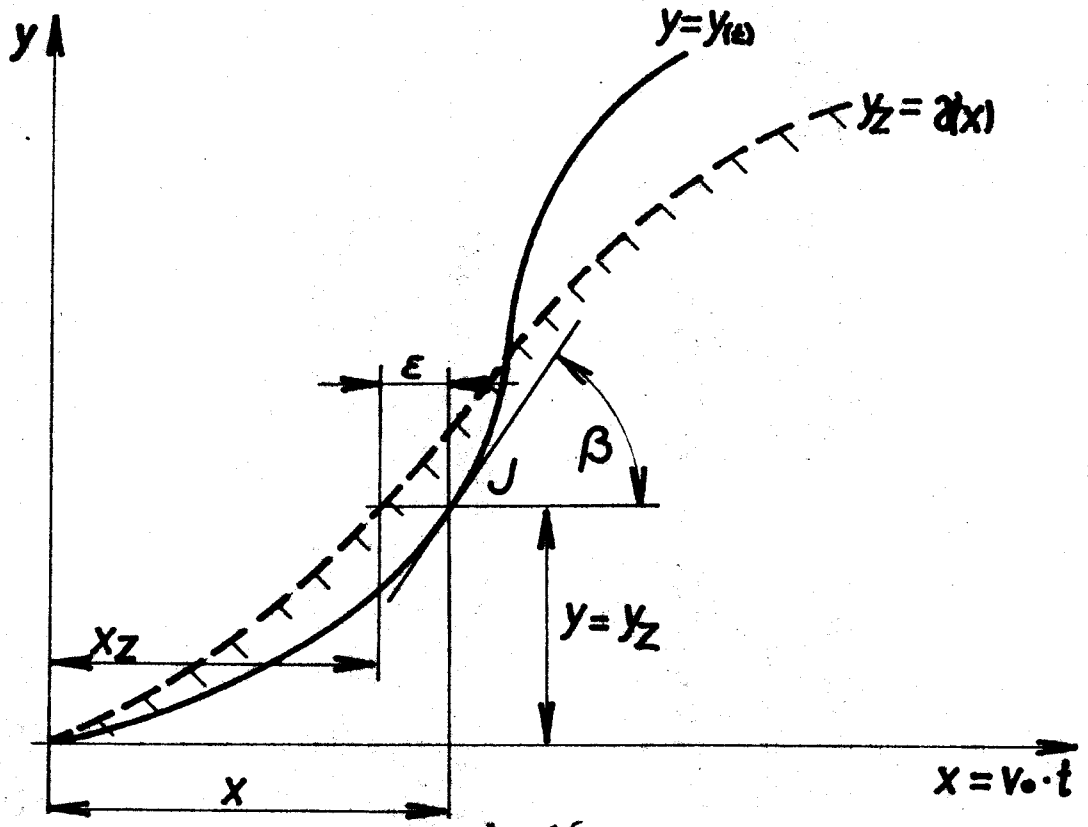
$$\ddot{y} + f(\dot{y}) = 0 \qquad (12)$$

protože $P_h = P_v = 0$, a tedy i průhyb kolénka $\varepsilon = 0$.
Řešení této rovnice je opět v literárním odkazu (6).

2.2) Křivkový zámek.

V současné době většina pletacích strojů používá zámky křivkové. Ty mají oproti přímkovým tu výhodu, že při menším úhlu nárazu jehly na zámek můžeme požadovaný zdvih jehly dosáhnout na menším obvodovém úhlu. Při vhodném zakončení zámku dosáhneme i menšího přeběhu jehly. To umožňuje dosažení vyšších otáček válce, menšího opotřebení jehel a zámků a v důsledku snížené nárazové síly i snížení hluku v oblasti zámkové soustavy.

Při řešení této otázky budeme vycházet z obrázku č.16.



obr.16

Zde značí

β = úhel tečny ke křivce zámku

$y_z = \gamma(x_z)$ rovnice křivky zámku

$x_z = G(y_z)$ táž rovnice pro explicitně vyjádřené x_z.

průhyb kolénka bude mít potom tvar

$$\varepsilon = v_0 \cdot t - x_z = v_0 \cdot t - G(y_z) \tag{13}$$

$$tg\beta = \frac{dy_z}{dx_z}$$ ... úhel tečny k povrchu zámku

Součinitel p již nebude konstanta, ale bude mít tvar

$$p(y) = \frac{1 + f_z \cdot \frac{dG(y_z)}{dy}}{\frac{dG(y_z)}{dy} - f_z} \tag{14}$$

Stejně jako pro přímkový zámek platí vztah

$$R_h = R_v \cdot p(y)$$

a dosazením do rovnice (3) dostaneme základní pohybovou rovnici pro pohyb jehly po křivkovém zámku

$$\ddot{y} + \frac{F(\dot{y})}{m} + \frac{K}{m} \cdot \left[\frac{1}{p(y)} - q \cdot f_1\right] \cdot G(y_z) =$$

$$= \frac{K \cdot v_0}{m} \left[\frac{1}{p(y)} - q \cdot f_1\right] \cdot t \tag{15}$$

Opět si označíme

$$\frac{K}{m} \cdot \left[\frac{1}{p(y)} - q \cdot f_1\right] = c(y)$$

$$\frac{K \cdot v_0}{m} \cdot \left[\frac{1}{p_{(y)}} - q \cdot f_1 \right] = d_{(y)}$$

$$\frac{F_{(\dot{y})}}{m} = f_{(\dot{y})}$$

a po dosazení dostaneme diferenciální rovnici II.řádu,která je nelineární.Vyjadřuje pohyb jehly po křivkovém zámku ve fázi pohybu,kdy je jehla v kontaktu se zámkem

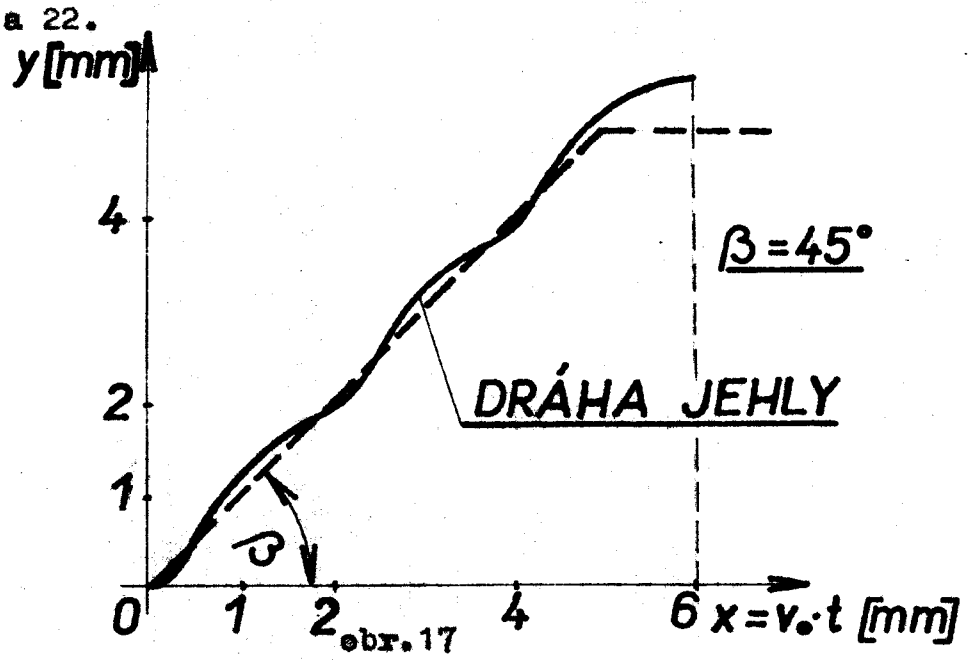
$$\ddot{y} + f_{(\dot{y})} + c_{(y)} G_{(y_2)} = d_{(y)} \cdot t \qquad (16)$$

tedy pro

$$\varepsilon \geq 0$$

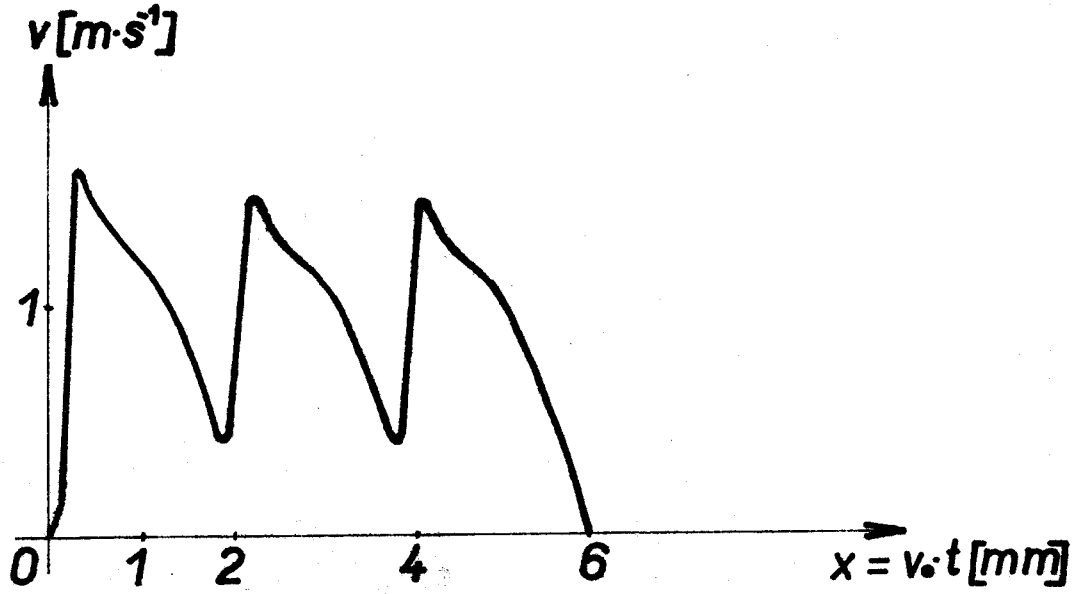
Řešení této rovnice je podobné jako pro přímkový zámek a je podrobně rozebráno v literárním odkazu (7).Zde je také uveden vývojový diagram pro výpočet na počítači.

Výsledky této metody jsou zřejmé z obrázků č.17;18;19;20;21 a 22.



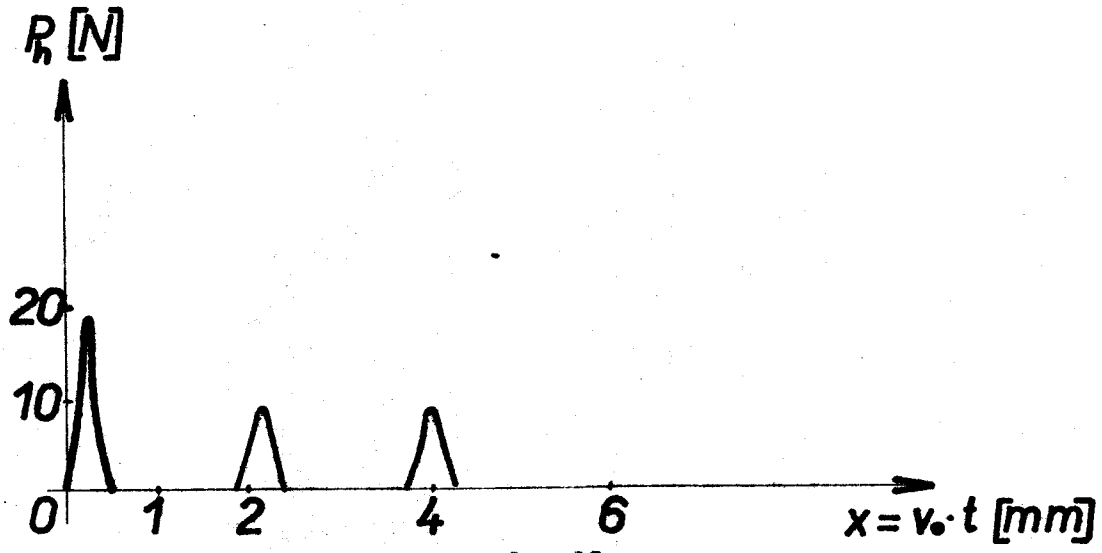
obr.17

Závislost rychlosti jehly na její dráze.



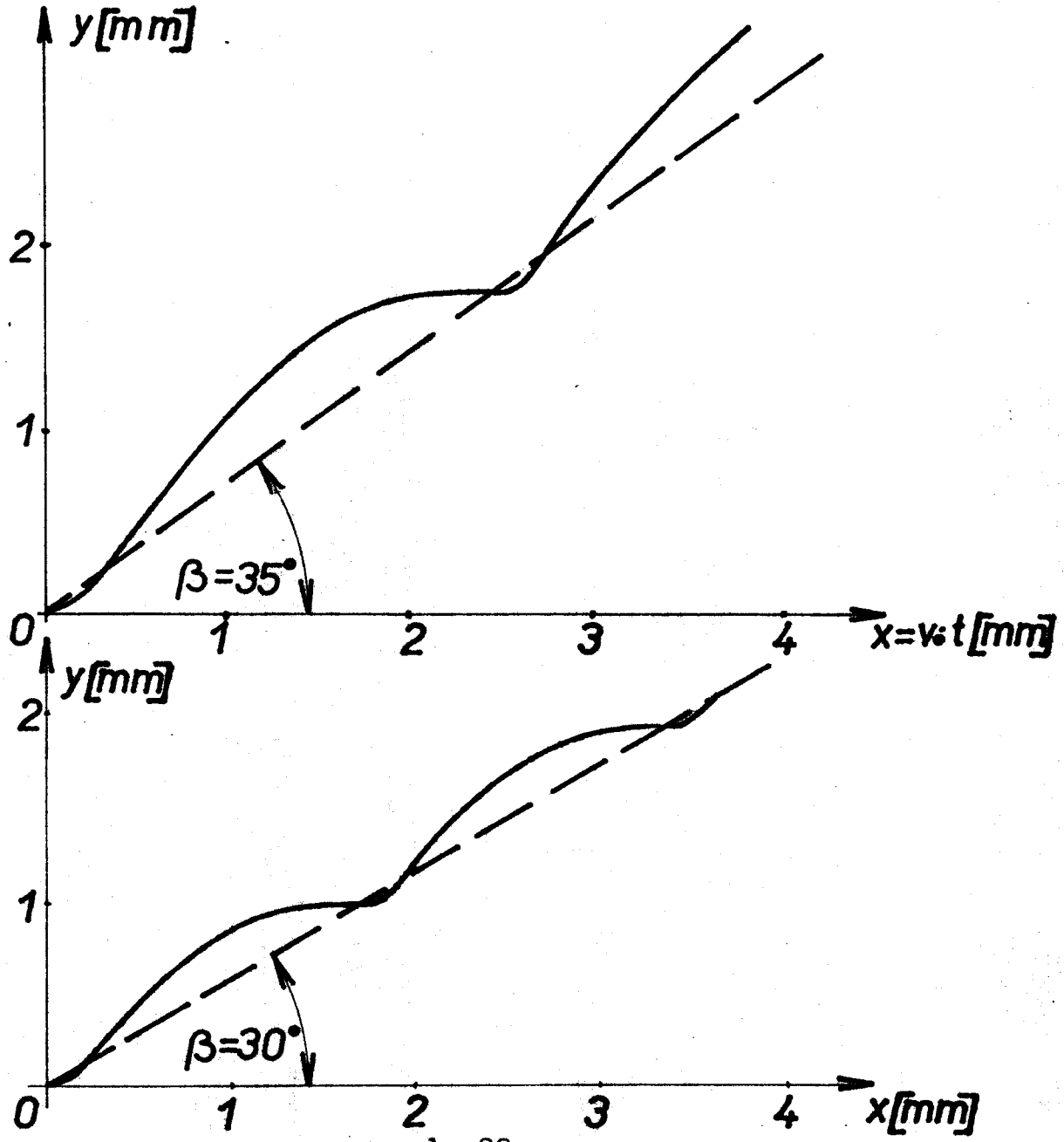
obr. 18

Závislost horizontální složky síly (P_h) na dráze jehly.



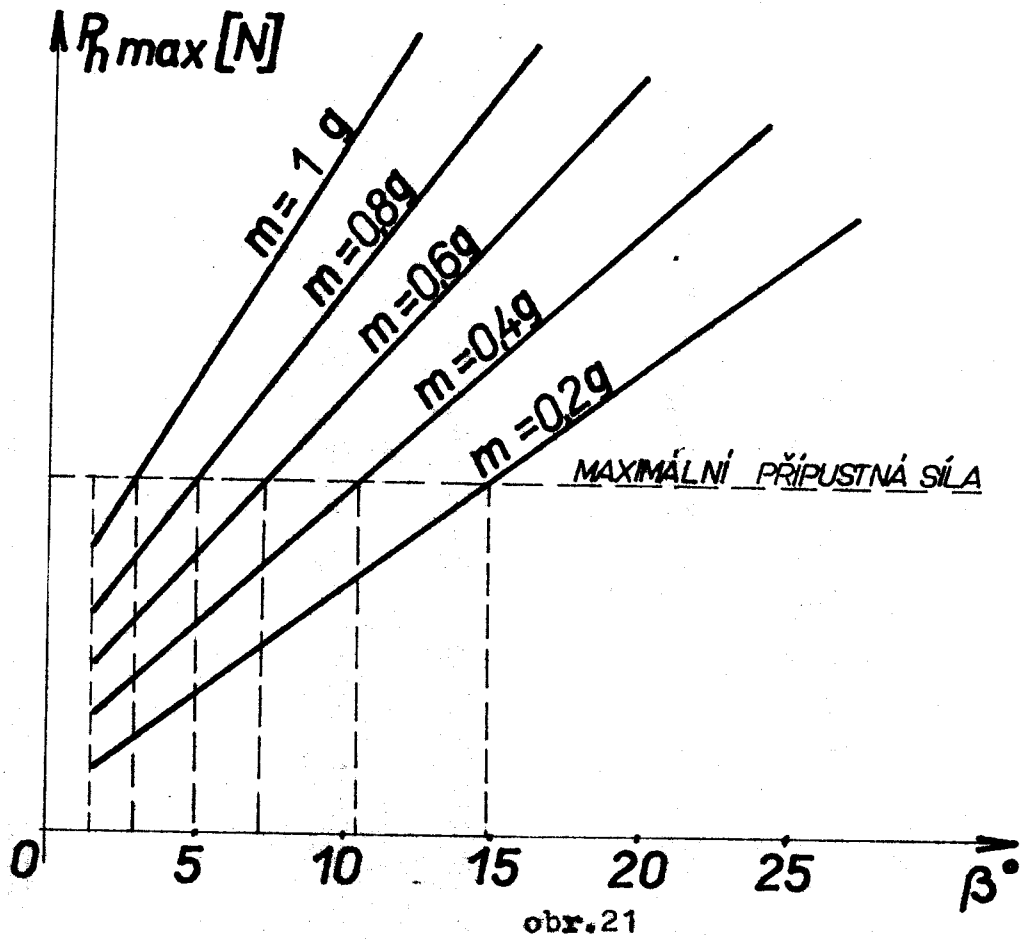
obr. 19

Závislost dráhy jehly na sklonu zámku β .



obr.20

Závislost horizontální síly P_h na úhlu nárazu β a hmotě jehly m.

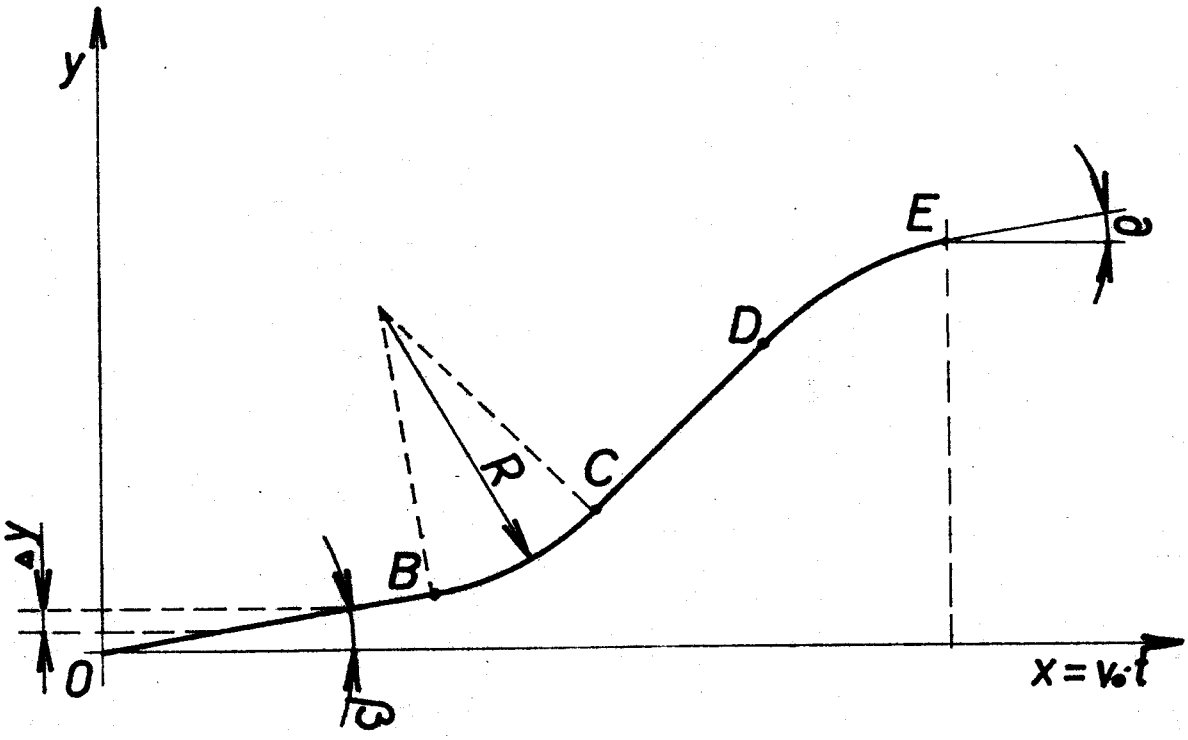


obr.21

Návrh jednoduchého křivkového zámku je na obrázku č.22. I když podle literárního odkazu (10) vychází jako nejvhodnější tvar zámku z hlediska silového působení jako polynom 5.stupně, tak pro výrobu je výhodnější jednodušší tvar zámku.

Část od počátku do bodu B je vhodné volit přímkovou,

protože jehly opouštějí předchozí zámek v určitém rozptylu Δy a musíme jim zajistit stejné podmínky nárazu. Část od bodu D do E má za účel ukončit zámek tak, aby přeběh jehel byl minimální a v požadované toleranci.



obr.22

3) Ráz jehel v zámkové soustavě.

Při vzájemném nárazu dvou hmotných těles se část původní kinetické energie přemění v energii deformační. Tento jev je charakterizován náhlou změnou rychlostí obou těles ve velmi krátkém časovém intervalu, při současném působení značně velkých sil v místě styku. V dalším časovém intervalu, je opět část deformační energie přeměněna zpět v kinetickou. Zbývající část deformační energie je spotřebována na elastické kmitání těles nebo na jejich plastickou deformaci.

Jednou z nejdůležitějších hodnot, určujících energii spotřebovanou na vyrovnání deformace těles je poměr:

$$\frac{t_f}{t_n}$$

kde

t_f = doba periody rázu
t_n = perioda základní frekvence těles.

Řešení je provedeno dle obrázku č.23.
Odtud dostaneme vztah

$$d-(b+Y)=X\cdot tg\beta \qquad (1)$$

Síly na jehle v okamžiku ztráty kontaktu se stahovačem jsou vyjádřeny

$$\frac{d^2y}{dt^2}=\frac{-F}{m} \qquad (2)$$

a po zintegrování

$$\frac{dy}{dt}=\frac{-F\cdot t}{m}+A$$

pro $t = 0$ vyplývá následující $\frac{dy}{dt}=v\cdot tg\gamma$

Z těchto vztahů potom dostáváme

$$\frac{dy}{dt} = \frac{-F \cdot t}{m} + v \cdot tg\gamma \qquad (3)$$

a po zintegrování

$$y = -\frac{F \cdot t^2}{2m} + v \cdot t \cdot tg\gamma + B \qquad (4)$$

Pro y = 0 vyplývá i t = 0 a z toho B = 0.
Ve výrazech 2;3;4; bylo provedeno zjednodušení v tom, že zde není uvažován vliv mazacího oleje (tedy viskózní tření).

Protože X=v.t, můžeme rovnici (1) přepsat do tvaru

$$d - (b + Y) = v \cdot t \cdot tg\beta \qquad (5)$$

z toho dostaneme

$$-Y = v \cdot t \cdot tg\beta - d + b$$

a z toho dosazením do (4)

$$-v \cdot t \cdot tg\beta + d - b = -\frac{F \cdot t^2}{2m} + v \cdot t \cdot tg\beta$$

Po zjednodušení

$$t - \frac{2 \cdot m \cdot v}{F} \cdot (tg\beta + tg\gamma) \cdot t + (d - b)\frac{2m}{F} = 0 \qquad (6)$$

Jestliže dále dosadíme za výrazy

$$\frac{2 \cdot m}{F} \cdot (tg\beta + tg\gamma) = L$$

$$\frac{2m}{F}\cdot(b-d)=M$$

tak potom dostaneme kvadratickou rovnici, odkud získáme čas t.

$$t=\frac{L\cdot v\pm\sqrt{(L\cdot v)^2-4\cdot M}}{2} \qquad (7)$$

Protože ale platí, že s rostoucí rychlostí jehelního válce, tedy i otáček stroje, se čas t musí evidentně zkracovat, potom se neuvažuje znaménko (+) a dostaneme řešení ve tvaru

$$t=\frac{L\cdot v-\sqrt{(L\cdot v)^2-4\cdot M}}{2} \qquad (8)$$

V okamžiku, kdy jehla přestává mít kontakt se stahovačem, dochází ke zpomalení vertikální rychlosti, které je dáno hmotou jehly m a odporovou silou v drážce (-F). Potřebný čas pro tuto změnu v bodě O závisí také na vertikální rychlosti v okamžiku, kdy jehla opouští stahovač. Je zřejmé, že možnost silného rázu se zmenší, jestliže obě hodnoty (m i v) jsou malé a F je veliká. Naopak největší ráz na zvedači vzniká, jestliže hodnoty m a v jsou velké a F je malá. Zajímavé ale je, že když se zvyšuje ráz na stahovači v důsledku zvyšující se síly (-F), snižuje se ráz na zvedači.

Pro ráz na zvedači platí, že:

$$X=v\cdot t \qquad (9)$$

Z výrazu (4) vyplývá

$$Y=v\cdot t\cdot tg\gamma-\frac{F\cdot t}{2\cdot m} \qquad (10)$$

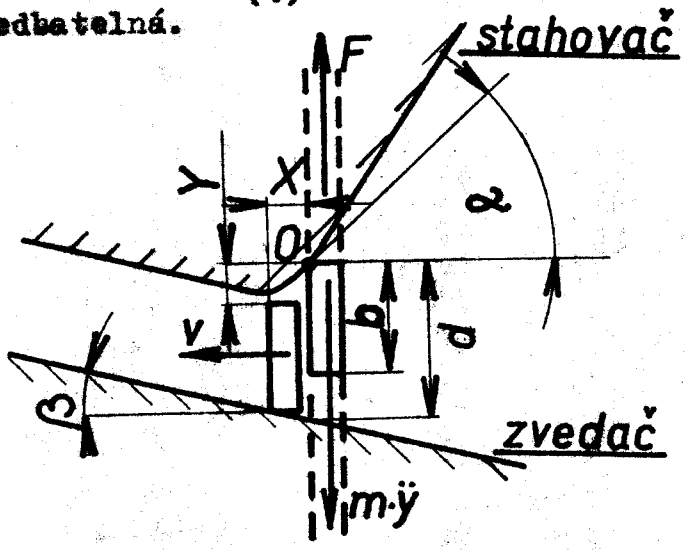
Potom z výrazů (8) a (9) dostaneme

$$X = \frac{v}{2} \cdot \left[L \cdot v - \sqrt{(L \cdot v)^2 - 4 \cdot M} \right] \qquad (11)$$

Z tohoto výrazu je zřejmé, že poloha bodu rázu na zvedači je závislá na obvodové rychlosti jehelního válce v.

Na obrázku č.24 je dále vidět poměr rychlostí před a po rázu na zvedači.

Velikost reakce $R_{(t)}$ je zřejmá, ale složka třecí síly při porovnání se silou $R_{(t)}$ vychází malá a při této aproximaci je zanedbatelná.



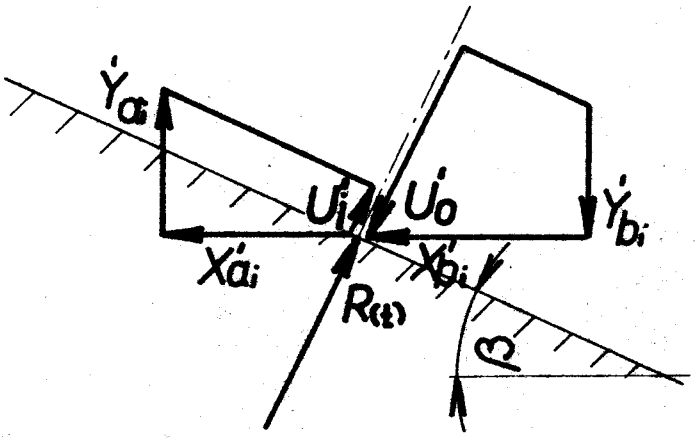
obr.23

Poměr

$$-e = \frac{U_i'}{U_0'} \qquad (12)$$

vyjadřuje tzv.koeficient restituce, který vyjadřuje záporně vzatý poměr relativních rychlostí těles na konci a na začátku rázu, což je odvozeno v literárním odkazu (11). Jeho hodnota se pohybuje mezi 0 a 1. Jestliže je při klasické teorii rázu koeficient restituce roven 1, pak jde o elastický

ráz bez ztráty kinetické energie.Koeficient restituce roven 0 znamená plastický ráz,kde ztráta kinetické energie je maximální.V praxi však hodnota e leží mezi těmito krajními hodnotami a také experimentální měření to potvrzují.



obr.24

Dále lze definovat vztah mezi impulsem rázové síly a hybností:

$$I = \int_{t}^{t+\Delta t} R_{(t)}\, dt = m \cdot U_0' \cdot (1+e) \qquad (13)$$

kam lze dosadit podle obrázku č.24,odkud vyplývá,že

$$U_0' = \left[\sqrt{X'^2 + Y'^2}\right] \cdot \cos\left[\frac{\pi}{2} - \left(\beta + \frac{1}{tg\,\gamma}\right)\right] \qquad (14)$$

Nejhorší případ rázu podle těchto výrazů zřejmě nastane,jestliže:

(b - d) je malé
F malá
m velká
e = 1 (jde o elastický ráz)

zde

zde je ale nutno poznamenat, že když je hodnota (b - d) malá, pak nemá jehla dostatek času pro zpomalení v prostoru zámku a potom nastává nejhorší typ rázu.

Druhá extrémní situace nastává, jsou-li:

(b - d) velké
F velká
m malá
e = 0 (jde o plastický ráz).

Zde je velmi nepravděpodobné, že se objeví jakýkoliv ráz, jelikož jehla se pravděpodobně nikdy nedostane do styku se zvedačem. V praxi jde ovšem o kompromis mezi těmito dvěma extrémy.

Tyto teoretické závěry dávají dobrou možnost využití v praxi a potvrdily se i v měřeních, která byla k této části provedena, jak je vidět v následujících diagramech. V nich je vidět, že:

a) zvýšení rázové síly je závislé na úhlu stahovače,

b) obvodová rychlost, při které poprvé dojde k nárazu na zámek se musí s rostoucím úhlem snižovat.

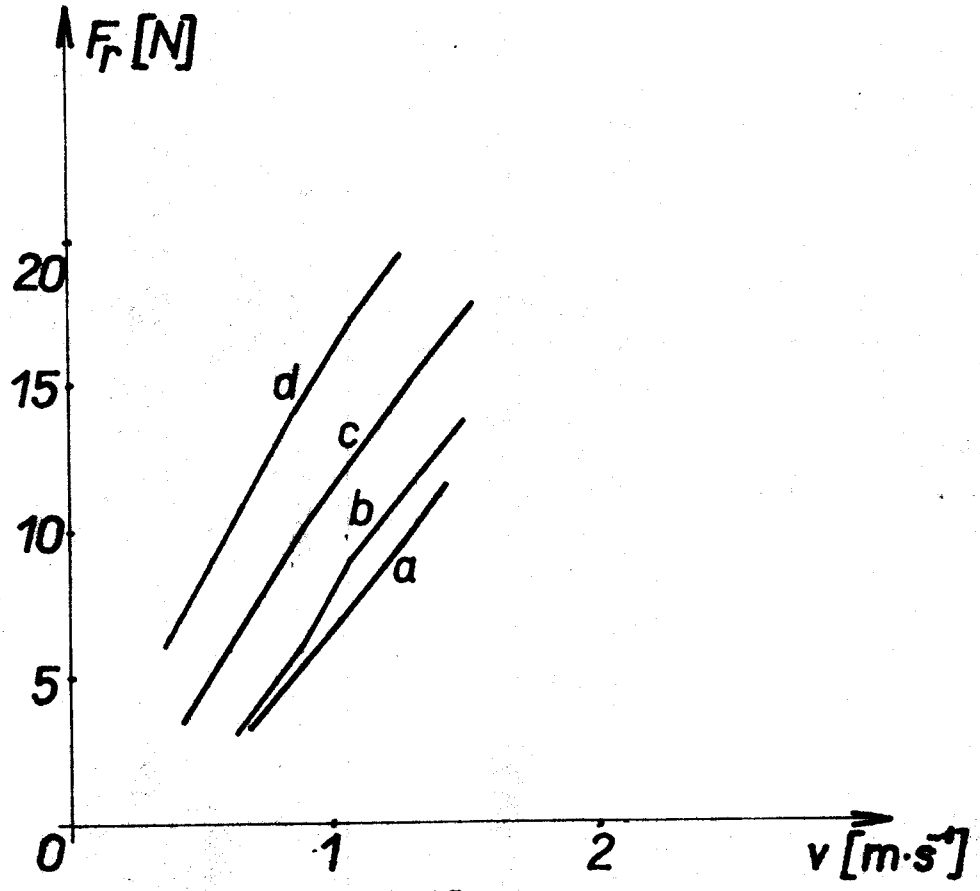
Tak například závislost rázové síly na koeficientu restituce, úhlu stahovače, ovšem při konstantní rychlosti v = 1,27 m/s. Úhel zvedače je 8°.

1. e = 0 - 1 (mezi těmito hodnotami)
   $\gamma = 56°$ rázová síla $F_r = 20,5$ N
   $\gamma = 40°$ $F_r = 10,4$ N
2. e = 1
   $\gamma = 56°$ $F_r = 26,8$ N
   $\gamma = 40°$ $F_r = 17,2$ N
3. e = 0
   $\gamma = 56°$ $F_r = 13,4$ N

$\gamma = 40^{\circ}$ $F_r = 8,6$ N

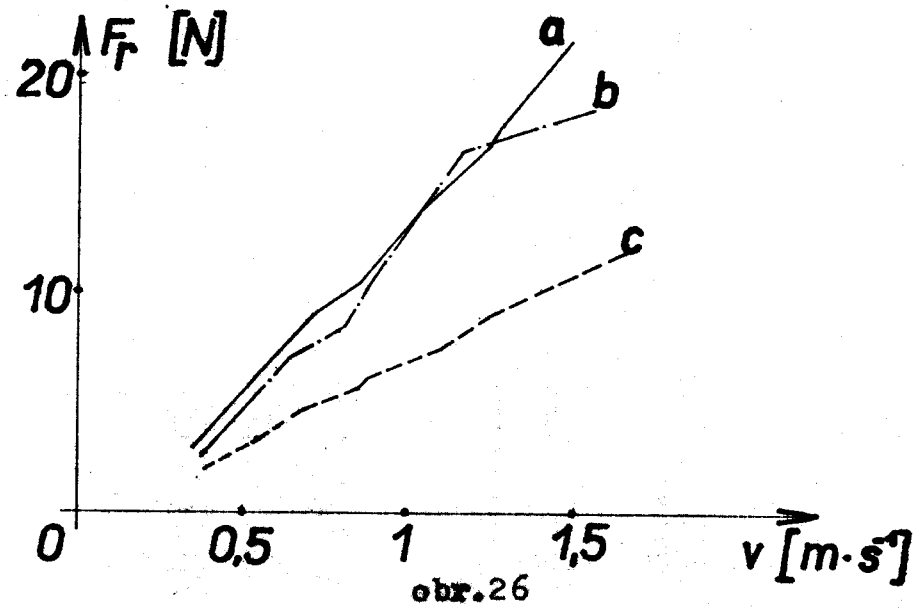
Z tohoto je zřejmé že hodnoty skutečné leží mezi hodnotami krajními (teoretickými).

Závislost rázové síly na rychlosti a sklonu stahovače. Úhel zvedače je 8°. Hodnoty úhlu stahovače jsou následující: a) 40°, b) 45°, c) 50°, d) 56°.



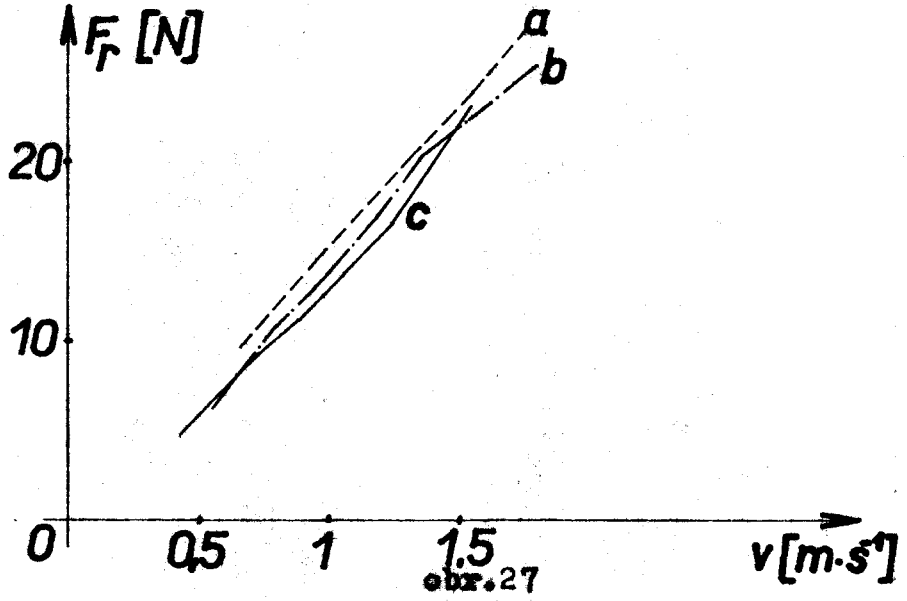
obr.25

Závislost rázové síly na hmotnosti jehly: a) 0,67 g, b) 0,60 g, c) 0,38 g.



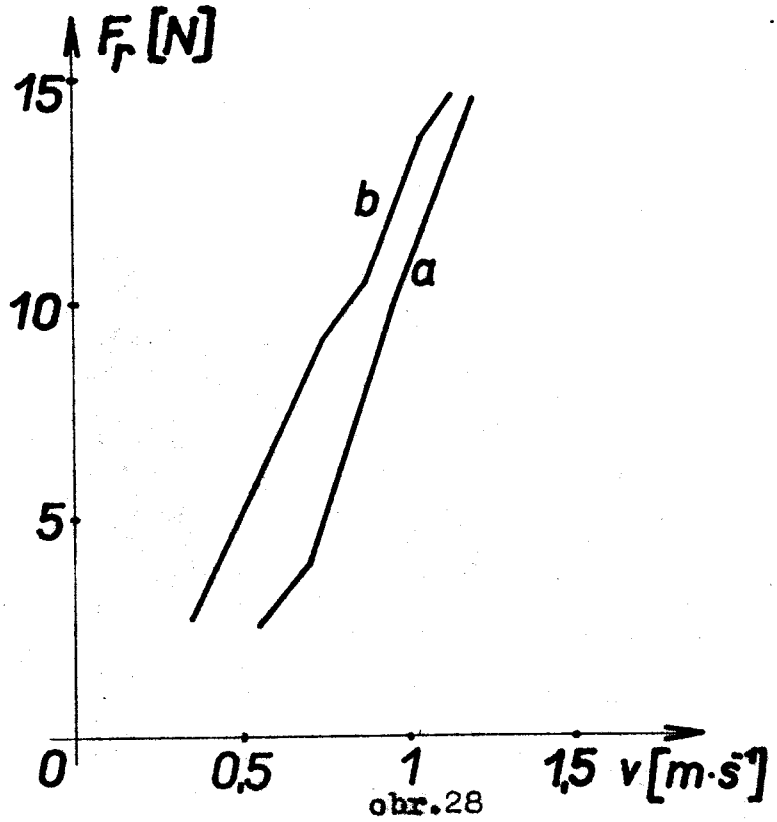
obr.26

Závislost rázové síly na rychlosti a vůlí mezi válci. a) 0,15 mm, b) 0,38 mm, c) 0,86 mm.



obr.27

Závislost rázové síly na obvodové rychlosti a na mazání.
a) mazaná drážka, b) suchá drážka



obr.28

4) Zhodnocení dynamického rozboru.

Dynamické řešení nám dává již úplnější obraz o chování jehly při nárazu na zámek a posunu po něm,než statické. Přesto se však musí při výpočtu uvažovat celá řada zjednodušení,bez kterých by byl výpočet ještě obtížnější.Tak například závislost odporu jehly v drážce na rychlosti posunu je ve skutečnosti pro každou jehlu jiná.I při snaze zachovat stejné podmínky pro dvě stejné jehly nezískáme stejné závislosti.Proto je při používání teoretických závislostí vhodné,při simulování provozních podmínek,vybrat takovou jehlu,která má pro určitý problém nejhorší vlastnosti a pro tuto jehlu pak provádět výpočty.Potom bude zaručeno,že takto vypočtená závislost bude vyhovovat všem jehlám.Dále není v procesu pohybu jehly uvažován vliv příze,který celé silové poměry značně změní.

Také při zjišťování rázových sil jsou velice různorodé výsledky,protože v onom velmi krátkém časovém intervalu, ve kterém ráz trvá,nabývá teoreticky setrvačná síla nekonečných hodnot.Skutečné síly však mají určitou konečnou hodnotu díky pružnosti obou stykových částí,tj.zámku a zvláště pak kolénka jehly.Okamžik rázu kolénka jehly je,jak je vidět,teoreticky řešitelný,ale i tak nám výpočet nezaručí naprostou přesnost vzhledem k různým výchozím podmínkám.Přestože zkušenosti v konstrukci zámkových částí pro pohyb jehly již značně pokročily,nelze ještě považovat současné metody konstrukce křivek zámkových drah za exaktní.

VII) Z Á V Ě R

Ve své diplomové práci jsem řešil otázku pohybu jehel po zámcích u maloprůměrových pletacích strojů, jakožto hlavních pracovních elementů. Zde jsem se zaměřil na statické a dynamické řešení. Statické řešení ukazuje hlavní síly, které celý proces ovlivňují a dynamické řešení pak chování jehel při nárazu na zámek a pohybu po něm. Přitom jsem vycházel z měření, která byla u maloprůměrových strojů provedena u nás i v zahraničí.

Ve statickém řešení je hlavní otázkou stanovení optimálního funkčního úhlu při nejlepší účinnosti, tedy při nejlepším využití hnací energie. Z hlediska účinnosti se jeví nejlepším úhel mezi 25°-35° při koeficientech tření mezi 0,1-0,3. Dalším limitujícím faktorem v silovém působení je úhel, při kterém dochází k samosvornosti jehly v její drážce. Zde je jasně vidět, že se stoupajícím koeficientem tření se musí zámkový úhel snižovat. Přitom je velmi malý vliv geometrických poměrů. Tak například pro koeficient tření f=0,3 se úhel β_3 pohybuje mezi $66{,}49^{\circ}$ a $65{,}44^{\circ}$ pro q=(1,05-1,15).

Pro snadnou kontrolu statického výpočtu potom slouží grafické řešení, kde ze změřeného odporu proti pohybu můžeme stanovit minimální hnací sílu P_h podle koeficientu tření a sklonu zámku, a naopak jaký může být maximální odpor proti pohybu pro daný pohon stroje. Dále lze snadno z grafického řešení určit ten parametr, který daný proces nejvíce ovlivňuje.

Dynamické řešení nám ukazuje, že pohyb jehel po zámku není plynulý, nýbrž, že jehla po celé délce povrchu zámku odskakuje. To je vidět na obrázku č.20, ze kterého také vyplývá,

že při snižování zámkového úhlu se snižuje i velikost odskoku,ale zvyšuje se jeho frekvence.Přitom ale zřejmě záleží na počátečních podmínkách vstupu jehly na zámek.Všeobecně se v této oblasti jeví lepším zámek křivkový než přímkový.I když jsou vyšší náklady na jeho výrobu,tak zvýšení produkce,které umožňuje,jej staví dopředu.

Dále je zde vidět chování jehel při nárazu na zámek při využití teorie rázu a vliv různých parametrů na rázovou sílu.Dynamické řešení nám ukazuje jak velký vliv má mazání drážek,protože přitom vzroste odpor proti pohybu při vyšších rychlostech,přičemž se zvýší tlumící schopnost systému a sníží se přeběhy i rázy.Další podstatný vliv má hmotnost jehly a kvalita povrchu obou součástí.Ani zde ovšem nehrají příliš velkou roli geometrické poměry.Naproti tomu ale stoupající úhel zámku zapřičiňuje dosti výrazné zvýšení rázové síly.

Proto je dobré při navrhování nových tvarů zámků vycházet nejprve z teoretických úvah,ovšem opřených o praktické výsledky,a přitom brát na zřetel co možná největší počet ovlivňujících faktorů.

Při dalších úvahách,týkajících se tohoto problému,by se měl brát ohled i na chování jehel při práci se skutečnou přízí.To je další parametr,který určuje maximální rychlost stroje,protože při překročení limitující rychlosti může dojít k přetrhům příze a tudíž naopak ke snížení produkce.Proto klade zvyšování otáček a pracovní rychlosti stroje nárok na kvalitu příze a na zařízení spojená s její dodávkou.Na napětí v přízi má také vliv vzdálenost dvou spusedních jehel,tedy jejich rozteč,a hloubka zatahování.Dalším významným problémem je otázka lámavosti jehel,která mimo jiné sou-

visí s vlastní frekvencí soustavy a frekvencí kmitů při posuvu jehly po zámku.

Proto by,podle mého názoru,bylo dobré zaměřit se při další snaze o zvyšování pracovní rychlosti pletacích strojů na tyto problémové okruhy.

Dále bych chtěl touto cestou poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Doc.Ing. Jaroslavu Charvátovi,CSc a konsultantu Ing. Jaroslavu Kopalovi,CSc za rady,vedení a pomoc při vypracovávání mé diplomové práce.

POUŽITÁ LITERATURA:

(1)Pompe,Žid: Funkční úhly zámkových částí pletacích strojů.
Textilní strojírenství č.46,ročník 1967.

(2)Havránek,Jančík: Metodika měření a výzkum optimálních sklonů a tvarů zámků u maloprůměrových pletacích strojů.
Textilní strojírenství č.51,ročník 1968.

(3)Kladenský: Teorie pohybu pletací jehly v zámkové soustavě okrouhlého pletacího stroje.
III.Konference o teorii strojů a mechanismů - sborník "C".

(4) Kočí: Teorie pletení.
Skriptum VŠST-Liberec,1971.

(5)Charvát: Mechanika I - Statika
Skriptum VŠST-Liberec,1980.

(6)Kladenský: Matematické řešení pohybu jehly po zámku pletacího stroje.
Textilní strojírenství č.61,ročník 1973.

(7)Kladenský: Matematické řešení pohybu jehly po křivkovém zámku pletacího stroje.
Textilní strojírenství č.62-63,ročník 1973.

(8)Kopal,Žid,Povříslo: Experimentální zjišťování rázu kolénka jehly na zámky pletacích strojů.
Textilní strojírenství č.49-50,ročník 1968.

(9)Kopal: Optimalizace podmínek základního funkčního ústrojí okrouhlých pletacích strojů.
Disertační práce 1969.

(10)Budulan: Příspěvky k teorii zdvihové závislosti zámků u velkoprůměrových pletacích strojů.
Disertační práce 1977.

(11)Charvát: Mechanika II - Dynamika.
Skriptum VŠST-Liberec,1978.

(12)Wray,Burns: Cam-to-needle impact forces in weft-knitting.
Journal of the Textile Institute č.8,ročník 1978.

(13)Fučík,Kufner: Nelineární diferenciální rovnice.
SNTL 1978.

(14)Dufek: Okrouhlé punčochové automaty.
SNTL 1969.

(15)Vlasov: Učebnice vyšší matematiky.
SNTL 1958.