

Vysoká škola: v Liberci

Fakulta: strojn

Katedra: textilních a oděvních strojů

Školní rok: 1986/87

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Martina L a i m a r i n a

obor 23-21-8 Strojní zařízení pro chemický, potravinářský a spotřební průmysl

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Mechanika tvorby vypichovaných textilií.

Zásady pro vypracování:

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ
PSČ 461 17

V průvodní zprávě proveďte rozbor dosavadní techniky tvorby vpichované textilie (uspořádání funkčních mechanismů a jejich pohonu - event. regulace).

Proveďte kinematickou a silovou analýzu dosavadní techniky.

Podle výsledků rozboru o analýze navrhnete nové alternativní uspořádání, které umožňuje zvýšení frekvence zařízení a regulaci v širokém pásmu exploatace.

V závěru zhodnoťte ekonomiku a společenský prospěch předložených návrhů.

V 56/87 S

KTS-TS

Rozsah grafických prací: grafy kinematických a silových veličin
10 tab. A4

Rozsah průvodní zprávy: 10 stran strojopisu A4

Seznam odborné literatury:

HLAVÁČKOVÁ, J.: Studium podmínek vpichování z hlediska poměrů orientace vláken a pevnosti vpichované textilie. Dipl. práce, 1972.

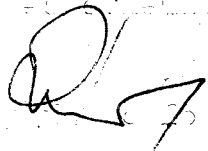
HAVLÍČEK, J.: Vpichované textilie. Písemná část odborné kandidátské zkoušky, 1979.

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

Datum zadání diplomové práce: 30. 9. 1986

Termín odevzdání diplomové práce: 11. 5. 1987

L.s.


Prof. Ing. Vl. Prášil, DrSc.

Vedoucí katedry



Děkan

V Liberci 30. 9. 86

dne 19....

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Obor 23 - 21 - 8

~~LABORATOR~~ ~~TEXTILNÍ~~ ^v ~~A. ODEVNÍCH~~ ~~STROJŮ~~

Strojní zařízení pro chemický, potravinářský a spotřební
průmysl

↑
zaměření:

M E C H A N I K A T V O R B Y V P I C H O V A N Ý C H

T E X T I L I Í

STS - 104

Martin Laimarina

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

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

Rozsah práce a příloh:

Počet stran

Počet tabulek

Počet příloh

Počet obrázků

Počet výkresů

Počet modelů nebo jiných příloh

Datum: 11.května 1987

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Obor 23 - 21 - 8

Katedra textilních a oděvních strojů

Zaměření : Strojní zařízení pro chemický, potravinářs-
ký a spotřební průmysl

M E C H A N I K A T V O R B Y V P I C H O V A N Ý C H

T E X T I L I Í

KTS - 107

Martin LAIMARINA

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

Konzultant diplomové práce : Doc. Ing. Jaroslav CHARVÁT, CSc

Rozsah práce a příloh :

Počet stran :	78
Počet tabulek :	19
Počet příloh :	0
Počet obrázků :	10
Počet výkresů	0
Počet modelů nebo jiných příloh	
/ Graf / :	5

Datum : 11. května 1987

Prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že předloženou diplomovou práci
jsem vypracoval sám za pomoci uvedené literatury.

Laimarinn

V Liberci dne 11.května 1987

OBSAH

- 1. Úvod
- 1.1 Technologie vpichování
 - 1.1.1 Princip vpichování
 - 1.1.2 Způsoby vpichování
- 2.0 Příprava vláknenné vrstvy
- 2.1 Druh vlákna
 - 2.1.1 Přírodní vlákna
 - 2.1.1.1 Rostlinná vlákna
 - 2.1.1.2 Živočišná vlákna
 - 2.1.2 Chemická vlákna
 - 2.1.2.1 Viskózosá vlákna
 - 2.1.2.2 Polyamidová vlákna
 - 2.1.2.3 Polyesterová vlákna
 - 2.1.2.4 Polyakrylonitrilová vlákna
 - 2.1.2.5 Polypropylenová vlákna
 - 2.1.3 Speciální vlákna
 - 2.1.3.1 Aramidová vlákna
 - 2.1.3.2 Polytetrafluorethylenová vlákna
 - 2.1.3.3 Bikomponentní vlákna
 - 2.1.3.4 Anorganická vlákna
 - 2.1.4 Odpadová vlákna
- 2.2 Geometrické vlastnosti vláken
 - 2.2.1 Tloušťka
 - 2.2.2 Délka
 - 2.2.3 Průřez
 - 2.2.4 Obloučkovitost
- 2.3 Úprava vláken pro zpracování
- 2.4 Orientace vláken v rovinu
- 2.5 Hodnocení druhého dílu
- 3. Problematika vpichovacích sil
 - 3.1 Silové poměry při vytažení vlákna a vpichu jehel do vlákna / zjednodušené matematické modely /
 - 3.2 Vztah silové poměry při vpichování vlákna

- 4. Vlivy mechanismu
 - 5. Kinematika centrického klikového mechanismu
 - 5.1 Hodnocení centrického klikového mechanismu
 - 6. Návrh nového alternativního uspořádání klikového mechanismu
 - 6.1 Původní technické parametry vpichovacích strojů
 - 7. Klasifikace mechanismu a její posouzení pro použití vpichovacích strojů
 - 8. Závěr
- Literatura
Poděkování

1. Ú V O D

Vědeckotechnický rozvoj je spolu se socialistickou ekonomickou integrací rozhodujícím dlouhodobým faktorem zvyšování efektivity národního hospodářství.

Protože bude i nadále základem rozvoje Československé ekonomiky strojírenství a elektronika, musí se výrazněji podílet na technickém pokroku ve všech odvětvích národního hospodářství.

Socialistická společnost klade na textilní výrobu stále větší nároky, a to jak z hlediska kvality, tak i množství.

Nejde jen o textilie určené pro osobní spotřebu obyvatel, ale i o rostoucí podíl spotřeby textilií v ostatních hospodářských odvětvích, důležitých pro zajišťování trvalého růstu životní úrovně obyvatel. Při tomto prudkém růstu spotřeby dochází k situaci, kdy není možné zajišťovat rozšiřování objemu výroby tradičními způsoby.

Proto se v poslední době v textilní výrobě začínají ve stále větším rozsahu uplatňovat nové, netradiční postupy.

Cílem a výsledkem je podstatné zvýšení rychlosti výroby a podstatné snížení podílu živé práce ve výrobě.

Přes veliký pokrok strojní techniky, mechanizace a automatizace, nemůže textilní průmysl dosavadní technikou nadále zajistit rostoucí spotřebu všech plošných vláknenných útvarů, neboť podíl živé práce je ve výrobě příliš vysoký.

Trvalé úsilí textilní výroby zpracovat co nejlépe a nejefektivněji vláknennou surovinu do finálních výrobků sebou nese již několik desetiletí nové technické a technologické principy výroby netkaných textilií.

Mezi technologiemi výroby netkaných textilií, používaných v textilním průmyslu, zaujímá technologie vpichování přední místo.

To platí v přibližně srovnatelné míře o všech průmyslově vyspělých státech, a tedy o Československu, kde se například v roce 1984 vyrábělo vpichováním již 36,5 hmotnostního procenta netkaných textilií.

Výroba je zajišťována převážně stroji z dovozu. Je proto logické, že byl v Československu zahájen vývoj a zajišťována výroba potřebného strojního zařízení - vpichovacích strojů.

Řešitelský kolektiv byl vytvořen z pracovníků Státního výzkumného ústavu textilního v Liberci a Výzkumného ústavu vlnářského v Brně. V současné době se technologií vpichování zpracovávají nejen vlákna z druhotných surovin, ale i všechna standardní textilní vlákna na ekonomicky zajímavé výrobky pro bytové, průmyslové a technické účely.

Stále více se také rozšiřuje mechanické předzpevnění vlákného rouna.

1. 1. TECHNOLOGIE VPICHOVÁNÍ

Technologie vpichování byla známá již ve druhé polovině 19. století. Tehdejší stroje byly velmi primitivní a vpichovalo se pouze do podkladové tkaniny nebo krepového papíru.

Rozvoj technologie vpichování nastal až po druhé světové válce. V tomto období se vpichovací stroje a jehly poměrně brzy zdokonalily.

Vpichováním lze zpracovávat téměř všechny druhy vláken, textilní odpady a chemická vlákna, ne textilie jednoduše a ekonomicky.

1. 1. 1. Princip vpichování

Základní princip vpichování se podrobuje působení kmitajících jehel kolmo, šikmo nebo oběma směry, k povrchu rouna.

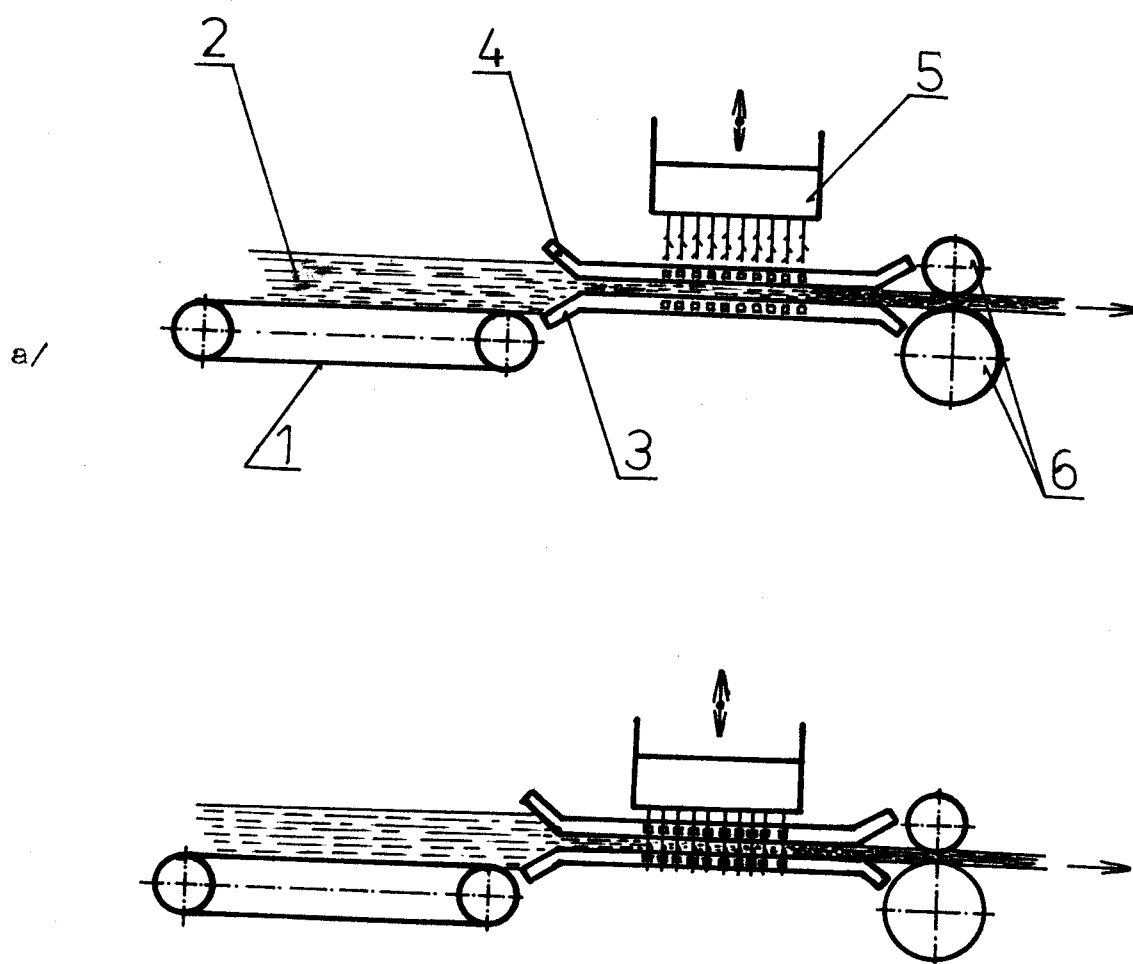
Podávací pás přivádí vláknenné rouno do jehelního pole, které tvoří opěrný rošt, stírací rošt a jehelní deska.

Opěrný rošt podnirá vláknenné rouno během vpichování a při jeho dopravě. Stírací rošt je umístěn nad opěrným roštem a tvoří horní omezující orgán pro vláknennou vrstvu, kterou snímá z jehel při výstupu jehelní desky z materiálu. Jehelní deska je uhcycena na nosníku a vykonává vratný pohyb ve vertikálním směru.

Při pohybu dolů se provádí vlastní vpichování a při pohybu se snímá vláknenný útvar z jehel, potom se vláknenný útvar posune o zvolenou délku. Tento posuv zajišťují na výstupu ze stroje ovdádcí válce, které protahují zpevňovaný útvar mezi opěrným a stíracím roštem.

Intenzita vpichování záleží na druhu vpichovací jehly, měrném počtu vpichů na centimetr čtverečný a hloubce vpichu, tzn. vzdálenosti hrotu nebo prvního ostnu jehly / při nejnižší poloze jehel / od povrchu opěrného roštu.

Na obrázku č. 1.1 je znázorněn princip vpichování v situa-
ci před vpichem a po vpichu jehelní desky.



b/

Obr. č.1.1 Princip vpichování

a/ situace před vpichem jehelní desky / horní poloha /

b/ situace po vpichu jehelní desky / spodní poloha /

- 1 - podávací pás
- 2 - vláknenné rouno
- 3 - opěrný rošt
- 4 - stírací rošt
- 5 - jehelní deska
- 6 - odváděcí válec

1.1.2 Způsoby vpichování

Způsoby vpichování se člení podle použitých textilních prvků a podle konstrukce vpichovacích strojů.

Vlastní způsoby se přitom dělí na tři základní skupiny podle anglického označování:

- N.F. / Needled Felt / je vpichování pouze samotného rouna ze střížových nebo nekonečných vláken, vrstveného jednorázově nebo postupně / české označení SR /.

- B.o.B / Batt on Base / je vpichování roun ze střížových nebo nekonečných vláken v kombinaci s jiným prvkem, který dává výrobku některé požadované vlastnosti nebo usnadňuje proces vpichování.

Jiným prvkem může být tkanina, pletenina, netkaná textilie, příze, přást, papír, fólie, pěna z plastu. / české označení RP /

N.R. / Needled Remforced / je vpichování vyčesaného vlasu z tkaniny, pleteniny nebo jiného zpevněného útvaru. / české označení VT /

V důsledku rozvoje vpichovacích strojů je aktuálnější rozdělení způsobů vpichování podle strojně technologického principu.

Jsou to :

- kolmé vpichování s rovinnými rošty
- šikmé vpichování
- kombinované vpichování s válcovými rošty
- ostatní způsoby

2.0 PŘÍPRAVA VLÁKENNÉ VRSTVY

U výrobků obsahujících pouze vlákna ve formě rouna se uplatňují hlavně původní vlastnosti vláken.

Aplikací nosného prvku se nejčastěji sleduje zlepšení rozměrové stability vpichované textilie, i když se tím změní některé další její vlastnosti. Například použitím tkaniny se zvýší pevnost v tahu a sníží se tažnost, použitím polyuretanové pěny se zlepší tepelně izolační vlastnosti.

Vyčesáváním vlasu a jeho zpětné vpichování do tkaniny se zatím uplatnilo u papírenských plstěnců.

Příprava je velmi důležitá, poněvadž na ní závisí jak rozměrnost a fyzikálně mechanické vlastnosti výrobků, tak i průběh vlastního vpichování.

V přípravě je nutno sledovat proměnlivé faktory, které mají na fyzikální a mechanické vlastnosti výrobku největší vliv.

Jsou to: - druh vlákna

- geometrické vlastnosti vlákna
- úprava vláken pro zpracování
- orientace vláken v rounu
- hmotnost rouna

2.1 DRUH VLÁKNA

Existuje několik druhů vláken, ale pro tuto technologii vpichování se používají speciální modifikovaná vlákna.

2.1.1 Přírodní vlákna

2.1.1.1 Rostlinná vlákna

Z rostlinných vláken se technologií vpichování běžně zpracovávají nejnižší kvality lnu, juty, konopí a sisalu o nejkratší délce vláken.

Jako nosný prvek se v současné době dává přednost tkanině ze syntetických pásek nebo jiné netkané textilie.

Bavlněná vlákna se velmi obtížně vpichují, pro velkou jemnost, malou délku a hladký povrch. Při vpichování vzniká nadměrná rozměrová deformace a zvyšuje se lámavost jehel. Proto se bavlněná vlákna nezpracovávají samotná a bez nosného prvku. Mísí se například s pázovinou.

2.1.1.2 Živočišná vlákna

Všechna živočišná vlákna lze technologií vpichování zpracovat. Vlněná vlákna se zpracovávají velmi dobře, ale aplikují se v omezené míře pro vysokou cenu a nedostatečný výskyt.

Z živočišných vláken se dále zpracovávají různé druhy srsti, hovězí a kozí chlupy, žíně, vepřové štětiny atd.

Protože jsou krátká a hladká, mísí se s jinými vlákny. V případě, že pro výrobu izolačních textilií kozí chlupy, dokonce jako efektivní vlákno pro vlasové vpichování podlahové textilie.

2.1.2 Chemická vlákna

2.1.2.1 Viskózová vlákna

Tato vlákna z regenerované celulozy se ve velkém objemu používají pro vpichované výrobky různého uplatnění.

Kromě dobré zpracovatelnosti je jejich výhodou nízká cena. Zpracovávají se stoprocentně do rouna. Hlavně umožňují lepší adhezi k pojivům a nanášeným hmotám než vlákna syntetická.

Nejčastěji se pro vpichované textilie používá jemnost vlnařská 3,8 až 7,1 dtex / délka 60 až 100 mm/ a pro podlahové textilie jemnost kobercářská 13,2 až 16,5 dtex. Při zpracování těchto typů vláken je nutno počítat se zvýšenou rozměrovou deformací textilií, vyššími vpichovacími silami a se zvýšenou lámavostí jehel, hlavně při zpracovávání roun o plošné hmotnosti nad 500 gm^{-2} . Zpracovává se stoprocentní viskózová stříž na vpichované příkrývky / firma Beacon /.

U výrobku se provádí dodatečná úprava, například impregnace a kalandrování, příměs viskózy se projevuje větší tuhostí textilie, hrnutím límce.

2.1.2.2 Polyamidová vlákna

V ČSSR je produkce střížových PAD vláken velmi omezená, polyamidové druhy se zde prakticky nevyskytují.

V zahraničí však tato vlákna v celé škále jemností představují nejvíce používaných vláknenných materiálů pro vpichované výrobky. Uplatnění je pro podlahové textilie kobercového typu od 12 do 30 dtex. PAD vlákna vyžadují vysokou vpichovací sílu, jen VS a sráživá Velana / PESs / vyžadují sílu ještě vyšší.

Je to způsobeno značnou houževnatostí vlákna, které odpovídá nízký modul pružnosti. Zvláštní skupinu tvoří modifikovaná

PAD vlákna pro vyšší tepelné zatížení, známá pod označením aramido-
vá vlákna.

2.1.2.3 Polyesterová vlákna

Polyesterová vlákna jsou další velmi oblíbený materiál pro
vpichované textilie. Vhodný je celý rozsah jemností a délek, v tu-
zemsku je to 1,7 až 20 dtex a 38 až 120 mm.

PES vlákna mají výbornou pružnost, velmi dobrou vlastnost
a vhodnou zpracovatelnost. Z hlediska vpichovací síly a rozměrové
deformace se při vpichování chovají přibližně jako vlna.

Přidávají se k jiným vláknům, aby se zlepšily některé vlast-
nosti finálního výrobku, ale běžné je i použití ve stoprocentní
formě, například pro výrobu filtračních textilií. Jejich nevýho-
dou je špatná odolnost v alkáliích.

Po tepelném zpracování se získá vpichovaná textilie a vyšší
měrné hmotnosti.

2.1.2.4 Polyakrylonitrilová vlákna

Polyakrylonitrilová vlákna se používají poměrně málo. Vyrá-
bějí se jako stříž stabilizovaná nebo sráživá.

Jejich vysokou pružnost a objemnost nacházejí hlavní uplatně-
ní při výrobě vpichovaných přikrývek a pro dobrou odolnost vůči
hydrolýze se stále více používají pro papírenské plstěnce a fil-
trační textilie. Tyto technické aplikace vyvinula firma Bayer
speciální vlákno pod označením Dralon HS / vysoce sráživý /.

2.1.2.5 Polypropylenová vlákna

Polypropylenová vlákna se v ČSSR pro vpichování nejvíce

používá / velmi nízká vpichovací síla a malá deformace /.

Zpracovávají se vlákna běžných rozsahů jemnosti od 1,3 do 33 dtex. Pro bytové a speciální účely se uplatňují vlákna hrubší 30 až 70 dtex.

Velmi dobrá chemická odolnost POP vláken předurčuje jejich aplikaci především pro technické účely s nasazením v agresivním prostředí.

Téměř žádná nasákavost 0,1 %, přímo nabízí použití těchto vláken pro filtraci kapalin, kde se požaduje snadná regenerace kalového koláče a vyprání zachycených nečistot.

2.1.3 Speciální vlákna

2.1.3.1 Aramidová vlákna

Aramid je generický termín pro vlákno, které má jako vláknotvornou substanci syntetický polyamid s dlouhým řetězcem.

Americká firma Du Pont vyvinula aramidové vlákno pod obchodním označením Nomex. Má vysokou odolnost proti degradaci při vysokých teplotách, vynikající odolností proti nukleárnímu záření, kyselinám a oxidaci.

Pro technické výrobky zhotovené vpichováním se používá stříž. Kromě stříže se Nomex vyrábí ve formě hedvábí, kabílku a kabele.

Vpichováním se z těchto vláken vyrábějí textilie pro prostředí s teplotou 150 až 250°C., tj. filtrační textilie pro vzdušiny a potahy žehlicích a lisovacích strojů.

V ČSSR se pro vpichované textilie zkoušelo také japonské aramidové vlákno Teijincomex od firmy Teijin Ltd., jehož tepelná odolnost je stejná jako u Nomexu.

2.1.3.2 Polytetrafluorethylenová vlákna

Jde o vlákna s vysokou chemickou a tepelnou odolností. Pod označením Teflon je vyrábí firma Du Pont, podle účelu použití jsou bělená nebo nebělená.

Doporučuje se používat je pro tepelná zatížení od 200 do 290°C; proto jsou vhodná pro vysokotepečné filtrační textilie pro vzdušiny vyráběné zejména vpichováním.

Jejich použití je problematické pro mimořádně vysokou cenu, která je přibližně 25krát vyšší než cena PES vláken.

2.1.3.3 Bikomponentní vlákna

Bikomponentní vlákna se skládají ze dvou druhů polymerů nebo kopolymerů uspořádaných podélně podle osy vláken.

V praxi jsou známy tři hlavní druhy, a to:

- strana ke straně, označení s/s / „ side by side ” /
- jádro - plášť, označení c/c / „ centric / covercore ” /
- fibrilovaný matrix, označení M/F / „ matrix / Fibril ” /

Nejčastěji se komponují tak, aby teplota měknutí jedné složky byla vyšší. Přitom u typu c/c je běžné, že v jádru je polymer o vyšší teplotě měknutí, než má polymer v plášti. Bikomponentní vlákna typu c/c vyrábí například firma ICI pod názvem Cambrelle v jemnostech 3,3 a 13 dtex a délce 50 až 65 mm.

Z hlediska sortimentu se velmi dobře hodí na podlahové textilie, vycpávkový materiál, vložky, filtrační textilie a příkrývky.

2.1.3.4 Anorganická vlákna

Stále častěji se využívá vláken anorganického původu, a to jak v jejich přírodní formě, tak po účelové konverzi. Do této

skupiny patří vlákna skleněná, kovová a keramická.

Využívá se hlavně jejich vysoké tepelné odolnosti pro izolační a filtrační materiály.

Azbest se vyskytuje ve vláknenné krystalické podobě. Vlákná mají různou délku od 12 do 300 mm a obvykle kruhový průřez.

Skleněná vlákna se pro svoji křehkost velmi obtížně vpichují v čistém stavu. Prakticky se používají ve směsi s jinými vlákny.

Kovová vlákna nacházejí ve vpichovaných textiliích stále širší uplatnění. Vyrábějí se ve formě stříže a nekonečného vlákna o jemnosti 4,8,10,12,15,25 μ m a hrubší.

Používají se především jako příměs v množství 2 až 10 % k běžným vláknům, aby se snížil povrchový elektrostatický náboj.

2.1.4 Odpadová vlákna

V ČSSR představují hlavní vláknennou surovinu pro vpichované textilie, vlákna získaná opracováním textilních odpadů.

V ČSSR tvoří zvláštní skupinu odpadů kolagenová vlákna. Jsou to koželužské odpady, které se nejprve chemicky a potom mechanicky rozvolňují. Kolagenová vlákna se zpracovávají ve směsi se syntetickými sráživými vlákny na podložky pro syntetické usně, které mají lepší hygienické vlastnosti / sorpci a desorpci / než podložky vyrobené ze stoprocentních syntetických vláken.

2.2 GEOMETRICKÉ VLASTNOSTI VLÁKEN

- Tloušťka / jemnost /
- délka
- průřez a
- obloučkovitost

jsou zejména ty důležité geometrické vlastnosti vláken.

2.2.1 TLOUŠŤKA

Tloušťka vláken se rozumí jejich jemnost a kruhový průřez i průměr. Čím je textilní vlákno jemnější, tím větší počet vláken ostn, popřípadě vidlička, zachytí a odpor při vpichu se zvyšuje.

2.2.2 DÉLKA

Jemnost vláken určuje v jistém smyslu i jejich délku. Krátká vlákna vykazují při vpichování zvýšenou rozměrovou deformaci rovine. Dlouhá vlákna se zase hůře provazují, poněvadž jedno vlákno může být zachyceno více ostny. V důsledku toho se zvyšuje i vpichovací síla. Nejvýhodnější délka vlákna pro vpichování vzhledem k jemnosti je rozmezí 38 - 90 mm.

2.2.3 PRŮŘEZ

U rostlinných a živočišných vláken je různý tvarový průřez. Bavlna má ledvinovitý, lněné vlákno má pětiúhelník nebo šestiúhelník a vlněná vlákna mají kruhový až oválný průřez. Syntetická vlákna mají kruhový. Pro vpichování je členitější průřez vláken vhodnější než průřez hladký. Dosahuje se jím většího koeficientu tření mezi vlákny v hotové textilií, a tím příznivějších fyzikálně mechanických vlastností.

2.2.4. OBLOUČKOVITOST

Počet obloučků ovlivňuje proces vpichování. Čím je vyšší, tím se vlákno lépe vpichuje a rozměrová deformace rouna je nižší. Obloučkované vlákno při vpichování vytváří kompaktnější strukturu. Za optimum se považuje 4 až 8 obloučků na centimetr.

2.3 ÚPRAVA VLÁKEN PRO ZPRACOVÁNÍ

Při vlastní přípravě vlákenné suroviny se nejčastěji aplikuje vodný roztok mastičího prostředku pro snížení elektrostatického náboje, aby se zlepšila zpracovatelnost na rounotvorných a vpichovacích strojích.

V ČSSR se používají tuzenské přípravky Spolex ANT / nebo Slovaton C /, které se aplikují v množství 1 až 3 % hmotnosti vlákenného materiálu. Používáním nevhodného druhu mastičího prostředku se projeví zvýšenou lámavostí jehel.

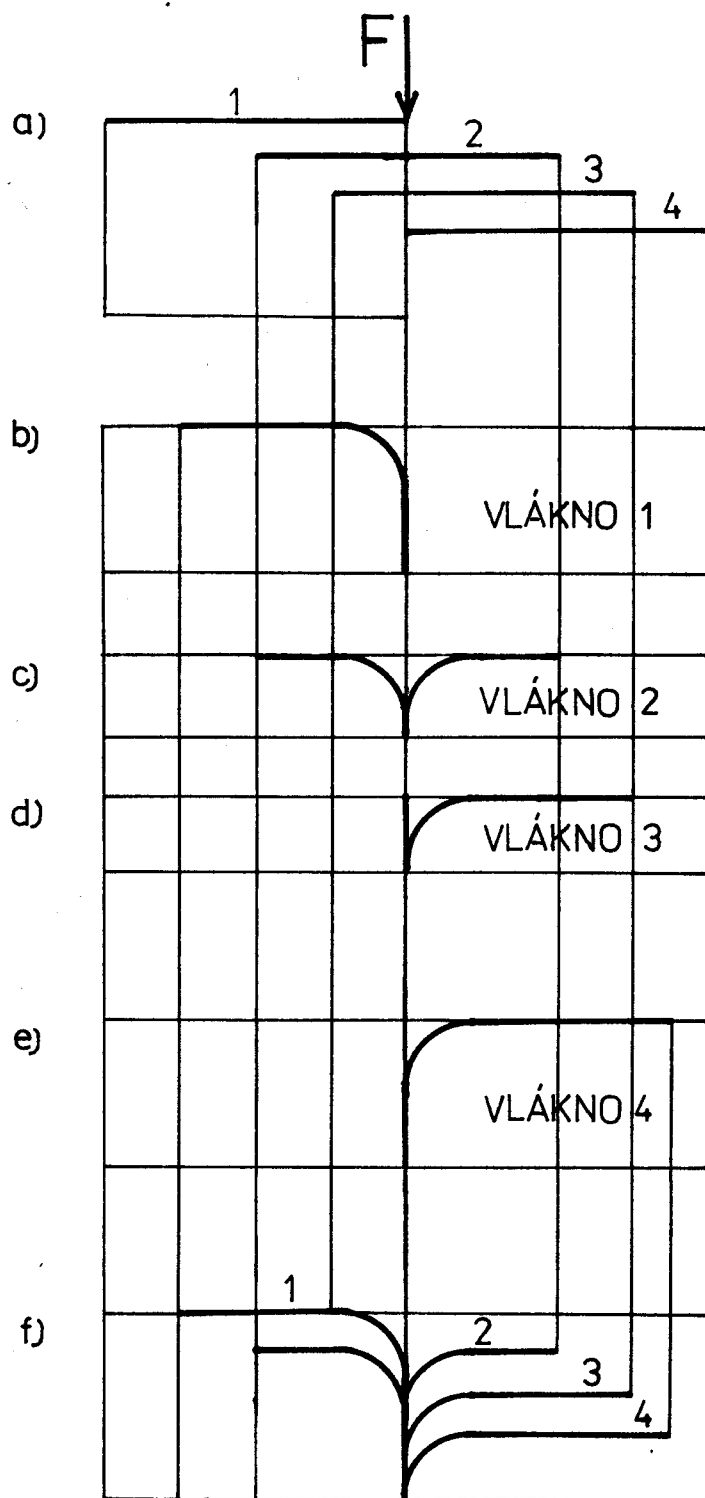
V zahraničí se stále více používají chemické prostředky, které snižují tření vláken mezi sebou, tím se snižuje jak vpichovací síla, tak poškození vláken / tímto se zabývala firma Hansa-werke /.

2.4. ORIENTACE VLÁKEN V ROUNU

Způsob tvorby rouna se odráží i v orientaci vláken, která má velký vliv na fyzikálně mechanické vlastnosti vpichované textilie.

Ve směru orientace vláken je nejvyšší pevnost a nejnižší tažnost a naopak, kolmo k orientaci vláken je pevnost nejnižší a tažnost nejvyšší.

Na obrázku č. 2.1. je sledován průběh poloh vláken 1,2,3,4,... a/ je poloha vláken před vpichem. Míra 1 značí délku prvního vlákna; b/ poloha prvního vlákna po vpichu silou F; c/ poloha



Obr.č.2.1. Změna polohy vláken z různé výchozí polohy po vpichu

drubého vlákna po vpichu silou F; d/ poloha celkového uspořádání vláken 1,2,3,4....po vpichu silou F.

2.5. HODNOCENÍ DRUHÉHO DÍLU

Vpichovací technika a k tomu příslušné zařízení vytváří výrobně a obchodně důležité odvětví textilního strojírenství. Přehledný stav o vpichovacích strojích firem Asselin, Bywater, Dilo, Doa, Fehrer, Hunter a ostatních výrobců jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Ukazuje se relativně velký sortiment vpichovacích strojů, které vyrábí každá z firem.

Například firma FEHRER uvádí 16 typů strojů. Z toho vyplývá, že dosud nebyl vyvinut univerzální vpichovací stroj, který by zpracoval podstatně širší rozsah vpichované textilie materiálu / rouna /.

Z toho vyplývá, že podstatně není uplatněna unifikace vpichovacích strojů. Otázka rozšíření univerzálnosti je strojně technologická.

Pokud jde o konstrukci stroje, závisel by tento směr více na účelových funkčních mechanismech. To je mechanismus jehelnice-jehlová deska, přetržitě nebo srojitě řízení otáček, pomocí variátoru nebo proměnlivých otáček motoru, včetně stavebnicového uspořádání hlavních mechanismů, to je kromě mechanismu jehelnice také otázka mechanismu podávacího pásu a odváděcího válce.

Jak jsem poznal z literatury, je z pohybu jehelnice odvozen centrický klikový mechanismus.

Kinematické vlastnosti a nakonec dynamické závisí na poměru délky kliky a délky ojnice. Je-li délka kliky rovna délce ojnice, koná jehelní deska harmonický pohyb. Průběh zatížení je dán sinusovými zákony.

V praxi je vždy délka ojnice delší než délka kliky, čímž dochází víceméně k deformaci sinusového zákona, jehelnice k nesymetrickému pohybu pracovnímu a zpětnému, rovněž ke komplikování podmínek kinematickým a silovým.

Regulační možnosti zdvihu nebo velikosti zdvihu jsou omezené.

Další budoucí vývoj lze očekávat, budou použity složitější kloubové mechanismy stavebnicového charakteru, které umožňují seřizování a regulaci v širším rozsahu a umožňují měnit zákon pohybu jehelnice v technologickém procesu.

Takové mechanismy by bylo možné použít pro těžší vpichovací stroje.

V úvahu perspektivně přichází použití přemalých zdvihů i i excentrové vybrační systémy eventuelně vysokofrekvenční, stří-
davé hydraulické systémy a pro nižší frekvence a velké odpory použití nízkofrekvenčních mechanismů hydraulicko kloubových.

K těmto otázkám se vrátím v dalších částech diplomové práce.

Tabulka č. 1 Vpichovací stroje firmy Hunter

Typ stroje	Charakteristika stroje	Pracovní šířka	Počet jehel na metr pracovní šířky	Maximální počet zdvihů (min ⁻¹)
F / L 6	Vpichovací stroj pro tvrdá vlákna	2 286 3 362	1 100 1 500	2 50
F / L 6 A	Vpichovací stroj pro tvrdá vlákna	2 286 3 362	1 100 1 500	4 50
F / L 8 E	Vpichovací stroj pro nekonečné plstěnce	2 667	1 300 1 800	8 00
F/L 9 a 3E	Vpichovací stroj pro běžné vpichování; E - pro nekonečné plsti	1 651	1 300 1 800	9 00
F / L 16	Vpichovací stroj pro běžné vpichování	2 286 2 667	2 100 3 800	7 00
F / L 17 R F / L 17 D	Výsoce výkonný stroj pro vysoký počet vpichů; 17 R - pětihlavý; 17 D - desetihlavý	2 667	9 100	7 50
F / L 21	Těžký vpichovací stroj pro podlahové textilie	5 334	3 000	5 50
F / L 24	Těžký vpichovací stroj pro podlahové textilie	2 667	3 000	6 75
F / L 25	Vpichovací stroj pro papírové plstěnce	1 2700	1 300	3 50
F / L 28 F / L 28 E	Všestranný vpichovací stroj; E - pro nekoneč- né plsti	3 366	1 300 1 800	7 00
F / L 44	Těžký vpichovací stroj pro vysoký výkon	4 064	3 000	6 00

Poznámka: Kromě těchto hlavních typů vyrábí firma Hunter řadu dalších modelů:

F / L 14, 18, 13, 20, 31, 34, 38 a 38 E

Tabulka č. 2 Vpichovací stroje firmy Fehrer

Typ stroje	Charakteristika stroje	Pracovní šířka (mm)	Počet jehel na metr pracovní šířky	Maxim. počet zdvihů (min ⁻¹)
NL 6	Pro výrobu zvlášť těžkých pls- tí (kokosová, sisalová, syntetic- ká a jiná vlákna)	1100 - 6600 a 1100	1500 2250	650
NL 6 / S	Stejná jako u NL 6, ale vyšší pro- dukce	1100 - 6600 a 1100	1500 2250	1200
NL 9	Pro výrobu náročných druhů	1100 - 6600	3250	800
NL 3 R	s vysokým počtem vpichů; R - spodní hlava	a 1100	5000	
NL 9/S	Stejná jako u NL 3, NL 3R, ale	1100 - 6600	3250	1200
NL 3/R/S	vyšší produkce; R - spod. hlava	a 1100	5000	
NL 11	Speciální stroj pro výrobu strukturalních textilií (dráž- kové, velurné, vzorované)	1100 - 6600 a 1100	cca 6000	800

Pekračování tabulky č. 2 Vpichovací stroje firmy Fehrer

NL 12	Pro zvlášť vysoký počet vpichů,	1 1 0 0 - 6 6 0 0	4 0 0 0	1 2 0 0
NL 12 / R	syntetická usně, technické plsti atd.; R - spodní hlava	ā 1 1 0 0	6 0 0 0	1 5 0 0
NL 21 / 74	Stejná jako u NL 12 a NL 12/R,	1 1 0 0 - 6 6 0 0	6 0 0 0	1 2 0 0
NL 21/R/74	ale s větším počtem jehel; R - spodní hlava	ā 1 1 0 0	8 0 0 0 1 0 0 0 0 1 5 0 0 0	1 5 0 0
NL 36	Dvouhlavý vpichovací stroj Twinpunch pro oboustranné vpichování	1 1 0 0, 4 8 0 0	souběžně 6000,10000 protiběžně 3000,5000	1 0 0 0
NL 42	Čtyřhlavý vpichovací stroj Quadropunch pro oboustranné vpichování	1 1 0 0, 4 8 0 0	souběžně 12000,20000 protiběžně 6000,1000	1 0 0 0
NL 18 / A	Stroj pro výrobu nekonečných papírenských plstěnců	1 5 8 0 0	1430,2860,4000	6 0 0
NL 18 / B	Stroj pro výrobu nekonečných papírenských plstěnců	1 5 8 0 0	1430,2000	6 0 0
NL 13	Stroj pro výrobu nekonečných papírových plstěnců s vyšším výkonem	1 5 8 0 0	6 0 0 0	6 0 0

Tabulka č. 3 Vpichovací stroje firmy DOA

Typ stroje	Charakteristika stroje	Pracovní šířka / mm /	Počet jehel na metr pracovní šířky	Maximální počet zdvihů /min /
1 1 4 0	Universální vpichovací stroj	1700, 2100, 2500, 3000, 3500	2300	6 0 0
1 1 4 0 S	Těžký vpichovací stroj	1800, 2200, 2500, 3000, 3500	2860	5 0 0
1 1 4 1	Vysoce výkonný vpichovací stroj	1700, 2100, 2500, 3000, 3500	5300	8 0 0
1 1 4 1 V	Vysoce výkonný vpichovací stroj se spodní hlavou	1700, 2100, 2500, 3000, 3500	5900	8 0 0
1 1 4 1 M	Vpichovací stroj pro vzorové vpichování	2500	3150, 3550	6 0 0
1 1 4 2	Vysoce výkonný dvouhlavý vpichovací stroj	2500, 3000, 3500	11800	1 2 0 0
1 1 4 2 0V	Vpichovací stroj pro oboustranné vpichování; dvě jehelní hlavy, horní a spodní	2500, 3000, 3500	11800	1 0 0 0
1 1 4 5	Univerzální vpichovací stroj pro velké šířky	4500, 5000, 5500, 6000	2300	6 0 0
1 1 4 5 M	Vpichovací stroj pro vzorové vpicho- vání	4500	3150, 3550	6 0 0

Pokračování tabulky č. 3 Vpichovací stroje firmy DOA

1 1 4 6	Výsoce výkoný vpichovací stroj pro velké šířky	4500,5000,5500, 6000	5300	8 0 0
---------	---	-------------------------	------	-------

Tabulka č. 4 Vřicovací stroje firmy Dilo

Typ stroje	Charakteristika stroje	Pracovní šířka / mm /	Počet jehel na metr pracovní šířky	Maximální počet zdvihů / min ⁻¹ /
N F Z	Pro vpichování tvrdých vláken / juta, sisal, len aj. /	1200, 1700, 2200, 2500, 3000, 3500	1740	4 5 0
D O S	Těžká konstrukce pro výrobu podlahových textilií, těžkých plstí atd.	2200, 3500-6000 ā 5 0 0	4 000	7 0 0
O - I	Středně těžká konstrukce pro syntetická vlákna: O - horní hlava, U - spodní hlava	2200, 2500-6000 ā 5 0 0	2000	7 0 0
OU - I	Středně těžká konstrukce pro oboustranné vpichování	2200, 2500, 3000 3500	4000	7 0 0
OU - Ib	Těžká konstrukce pro vysoké rychlosti a hustoty, oboustranné vpichování	2200, 2500-6000 ā 5 0 0	4000, 5750	7 0 0
O - ii	Těžká konstrukce pro konfekční plsti a jiné výrobky	1500	4000, 5750	7 0 0
Ob - II	Vysoce výkonný stroj pro labo- ratorní a provozní účely	1200	4000, 5750	1 0 0 0
Oc - II	Vysoce výkonný stroj pro těžké konstrukce pro syntetiku: Oc - horní hlava, Uc - spodní hlava	2200, 2500-6000 ā 5 0 0	4000, 5750	1 0 0 0

Pokračování tabulky č.4 Vpichovací stroje firmy Dilo

Typ stroje	Charakteristika stroje	Pracovní šířka / mm /	Počet jehel na metr pracovní šířky	Maximální počet zdvihů / min ⁻¹ /
OU - II	Zvlášť těžká konstrukce pro extrémně vysoké rychlosti a hustoty; oboustranný	2200, 2500, 6000 a 5 0 0	8000, 11500	7 0 0
O - IV	Výsoce výkonný stroj těžké konstrukce, zvlášť pro podlahoviny	2200, 2500, 3000 3500	8000	1 0 0 0
Ob - IV	Výsoce výkonný stroj zvlášť těžké konstrukce, vysoké rychlosti a hustoty	2200-2500-6000 a 5 0 0	8000, 11500	1 0 0 0
S N O	Středně těžká konstrukce pro výrobky Di - Loop / efekt drážkový, velurový a nopový /	2500, 3000, 3500	3000	8 0 0
S N D	Středně těžká konstrukce pro výrobky Di - Loop / efekt vzorový /	2500, 3000, 3500	3000	8 0 0
S V	Výsoce výkonný stroj těžké konstrukce pro výrobky Di - Loop / efekt drážkový, velurový, nopový /	2500, -6000 a 5 0 0	6000	8 0 0
S D	Výsoce výkonný stroj těžké konstrukce pro výrobky Di - Loop / efekt vzorový /	2500-6000 a 5 0 0	6000	8 0 0
Di - Loop	Stroj pro výrobu lehkých vlas-	1650, 2500		

Pokračování tabulky č. 4 Vpichovací stroje firmy Dilo

Typ stroje	Charakteristika stroje	Pracovní šířka / mm /	Počet jehel na metr pracovní šířky	Maximální počet zdvíhů / min ⁻¹ /
	vých textilií		6000	neuvedeno
O R	Stroj pro výrobu nekonečných bezešvých plstí s tkaninou v minimálním průmě- ru 130 mm	max. 3500		
Rontex 50	Stroj pro výrobu nekonečných bezešvých	500	3000	2 0 0 0
75	hadic bez tkaniny o průměru 25 až 500 mm	750	3570	8 0 0
S K N	Stroj pro výrobu tvarovaných ramenních vycpávek	600 1200		
Beltex	Stroj pro výrobu papírenských plstěnců		1750	5 0 0
S F M 60	pro max. šířku zboží 6000 mm	1200	4000	1 0 0 0

Tabulka č. 5 Vpichovací stroje firmy Asselin

Typ stroje	Charakteristika stroje	Pracovní šířka / mm /	Počet jehel na metr pracovní šířky	Maximální počet zdvihů / min ⁻¹ /
57	Vpichovací stroj pro nekonečné papíren- ské plstěnce	8800	2460	6 0 0
122	Pro vpichování středně těžkých textilií	2500	3850	8 5 0
203	Osmihlavý vpichovací stroj pro oboustra-	2500	15400	5 0 0
203 b	nné vpichování		9840	
403	Pro vpichování těžkých textilií	2500	2460	8 5 0
			3850	
663	Osmihlavý vpichovací stroj pro oboustra- nné vpichování; velký počet vpichů	2500	20000	7 5 0
767	Vysokovýkonný vpichovací stroj pro vpi- chování shora; dvě hlavy	2500	6700	1 0 0 0
797	Vysokovýkonný vpichovací stroj pro vpi- chování zespoda; dvě hlavy	2500	6700	1 0 0 0
900 -s	Vpichovací stroj do linky; s - dvě hla-	2500	3850	1 0 0 0
900 -l	vy shora, l - hlava zespoda			
1080 - S	Vysokovýkonný stroj do linky; S - dvě	2500	6700	1 0 0 0
1080 - l	hlavy shora, l - dvě hlavy zespoda			

Poznámka: podle požadavků odběratele se vyrábějí i jiné, neuvedené šířky.

Tabulka č. 6 Vpichovací stroje firmy Bywater

Typ stroje	Charakteristika stroje	Pracovní šířka / mm /	Počet jehel na metr pracovní šířky	Maximální počet zdvíhů / min ⁻¹ /
M S II	Jednoduchý vpichovací stroj / první obchodní typ /	2130, 3200	1350	4 0 0
B N	Těžký vpichovací stroj pro technické plsti	2240, 3000, 3350 3360, 4000	2300	4 0 0
E N	Velmi těžký vpichovací stroj pro technické plsti	1500, 6700	2300	7 0 0
L.D.D.L	Lehký dvouhlavý vpichovací stroj	2134	5000	5 0 0
H.D.D.L	Těžký dvouhlavý vpichovací stroj	5030	5000	7 0 0
G N	Vpichovací stroj pro papírenské plstě- ce	5030, 11430	2700	3 0 0
Multi Puch	Vysokovýkonný vpichovací stroj pro oboustranné vpichování	1520, 1650, 2280 2770, 3050	4100, 5000, 6000 8600, 3600	7 2 0
K B N	Těžký vpichovací stroj	1500-4000 a 5 0 0	2050, 2500, 3000 4300, 4800	4 0 0
D K B N	Těžký dvouhlavý vpichovací stroj	2100, 2600, 3100, 3500	4100, 5000, 5000 8600, 3600	7 0 0
N P B	Vysokovýkonný vpichovací stroj s jehelní hlavou vespod	2000-6000 a 5 0 0	4800	3 0 0

Pokračování tabulky č. 6 Vpichovací stroje firmy Bywater

Typ stroje	Charakteristika stroje	Pracovní šířka / mm /	Počet jehel na metr pracovní šířky	Max. počet zdvihů / min ⁻¹ /
N P 11	Vysokovýkonný vpichovací stroj pro oboustranné vpichování	2000-6000 a 500	4800	300
Unicorn	Vysokovýkonný dvouhlavý vpichovací stroj pro oboustranné vpichování	2000-6000 a 500	10000	1000

Tabulka č. 7 Vpichovací stroje ostatních výrobců

Výrobce	Typ stroje	Charakteristika stroje	Pracovní šířka / mm /	Počet jehel na metr pracovní šířky	Max. počet zdvíhů /min ⁻¹ /
Hauer, NSR	AZ 1621	Vysoce výkonný vpichovací stroj	1700, 3500	2000, 3000, 4000	1 0 0 0
Nitranské textilní strojířny ČSSR	JVS 260 JVT 260	Vpichovací stroj s horní jehelní hlavou Vpichovací stroj se spod- ní jehelní hlavou	2600 2600	3000, 4000 3000, 4000	6 0 0 6 0 0
Okuma Japonsko	NL 18, 23 NL 30 NL 40, 66	Standardní vpichovací stroj Standardní vpichovací stroj Vpichovací stroj pro papí- renské plstěnce	1880, 2300 3000 4000, 6600	1840 1840 1350	7 0 0 7 0 0 500, 600
Proctor & Schwartz USA	NL 80, 114 NL - D 18 NL - D 23 770 790	Vpichovací stroj pro papí- renské plstěnce Dvouhlavý vpichovací stroj pro oboustranné vpichování Těžký vpichovací stroj Lehký vpichovací stroj	8000, 11400 2030-6100 a 510 2030-6100 a 510 4060-5530 a 510	1350 3000, 4300, 4800 3000, 4300, 4800 3000, 4300, 4800	400, 350 1 0 0 0 1 0 0 0 6 0 0
Verbruggen Belgie	NB	Lehký vpichovací stroj	5000	1920, 2400, 2900	7 0 0
Vulkan SSSR	IM 1800	Standardní vpichovací stroj	1800	1300, 3500	5 0 0

3. PROBLEMATIKA VPICHOVACÍCH

SIL

Zjišťování velikosti síly F je jedním ze základních předpokladů proniknutí do teorie vpichování.

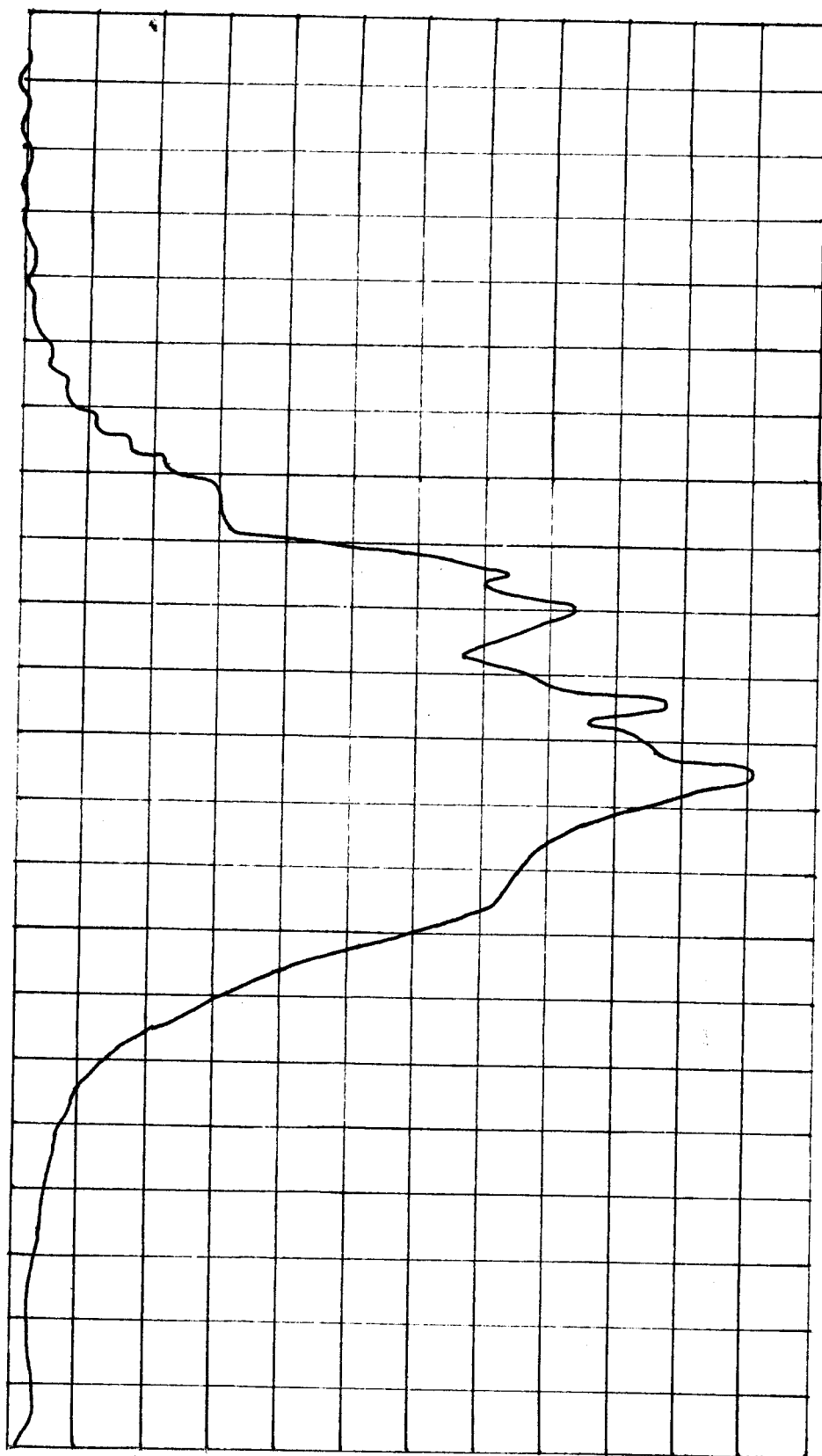
Spojením hodnocení vpichovacích sil a mechanicko fyzikálních vlastností vpichovaných textilií, bude možno získat přehled o vlivu technologického zařízení stroje na výsledné vlastnosti výrobků.

Pod pojmem vpichovací síly rozumíme celkový odpor rouna vůči průchodu jehly tímto vlákenným rounem. Síla se během procesu vpichování mění, což má za následek v nejhorších případech lámání jehelní desky spod. Ovlivňuje zároveň kvalitu výrobku. Všeobecně se dá říct, že velikost vpichovací síly je závislá jak na strojových parametrech, tak i na vlastnostech předkládaného rouna a na vpichovaných textilních materiálech.

Studium vpichovacích sil při vpichování se jmenovitě experimentálně zabývali dříve někteří výzkumníci, tak např. prof. HEARLE /3/, /4/, /5/.

Při experimentu byla jehelnídeska upevněna na rámu, který byl spojen se spodní upínací hlavou univerzálního přístroje INSTRON-TESTER. Při průchodu jehel rounem vzniká napětí na horní čelisti / vlivem odporu rouna proti vpichu / přístroje INSTRON. Při experimentu vycházeli z případu, kdy setrvačné síly jehelní desky byly malé vzhledem k odporu jehel při průniku rounem. Přístroj INSTRON napětí snímá a zapisuje na diagram napětí - prodloužení. Hloubka vpichu se určuje podle výstupu hrotu jehly pod hladinou podpěrného roštu.

Na obrázku č. 3.0 je uveden zjištěný průběh vpichovací síly. Vpichovací síla zpočátku průběhu pomalu narůstá, pak se zvětšením hloubky vpichu prudce stoupá. Toto prudké soupání se dá vysvětlit zaseknutím vláken do ostnů jehel, tato vlákna se protlačují



Graf č.3.0 Velikost síly F promítané na obrazovku osci-
loskopu.

rounem a zvyšují síly tření. Při větší hloubce vpichu se zvyšuje počet ostnů, procházejících rounem a současně se zvětšuje vpichovací síla. Vpichovací síla narůstá jen do určité hloubky vpichu, pak se zmenšuje. Toto zmenšení vpichovací síly je pravděpodobně spojeno s přetrhem a pokluzem vláken z rouna. Z výsledků experimentu laboratorních zkoušek vyplývá komplikace při obecném posuzování průběhu vpichované síly pro různé případy rouna a vpichované textilie materiálu, a pak hlavně neuvažují o vlivu dynamických sil jehelní desky a charakteru kinematického a dynamického chování mechanismu jehelní desky.

Zřejmě je pohyb jehel ovlivněn nerovnoměrnostmi chodu hnacího mechanismu, nakonec vyváženost mechanismu a další okolnost, například podajnost jehel, jehelní desky a hnacího mechanismu, vůle v kinematických vazbách atd. Odporové síly pro vpich se mění jednotlivými jehlami.

Tímto je možno chápat lámání jednotlivých jehel. V praxi obvykle sledujeme příslušný odpor celé jehelnice. Pro teoretický výpočet je zřejmě nutno vycházet z určitého zjednodušeného matematického modelu, který by v rámcových hodnotách odpovídal poměrům provozu, odporové vpichovací síly patří mezi síly technologické a síly pasivní. Obecně je pohyb vpichovací jehly funkcí

$$\phi / x, \dot{x}, \ddot{x}, t / = 0$$

kde značí

x...souřadnice polohy jehly

$\dot{x}$...rychlost

$\ddot{x}$...zrychlení

t...čas

Uvedená funkce ϕ je dána charakterem hnacího mechanismu. Vzhledem k tomu, že vtištěné síly jsou síly technologické a pasivní právě k funkci veličin x , $\dot{x}$, t . Stanovení takových závislostí je značně komplikované v matematickém tvaru, který nelze ani zpřesňovat experimentem.

Vychází se prakticky z určitého zjednodušeného přestavu, který je vyjádřen jednoduchými zákony, ale přesto je do jisté míry praktického použití.

3.1. SÍLOVÉ POMĚRY PŘI VYTAŽENÍ VLÁKNA A VPICHU JEHEL DO VLÁKNA

/ ZJEDNODUŠENÉ MATEMATICKÉ MODELY /

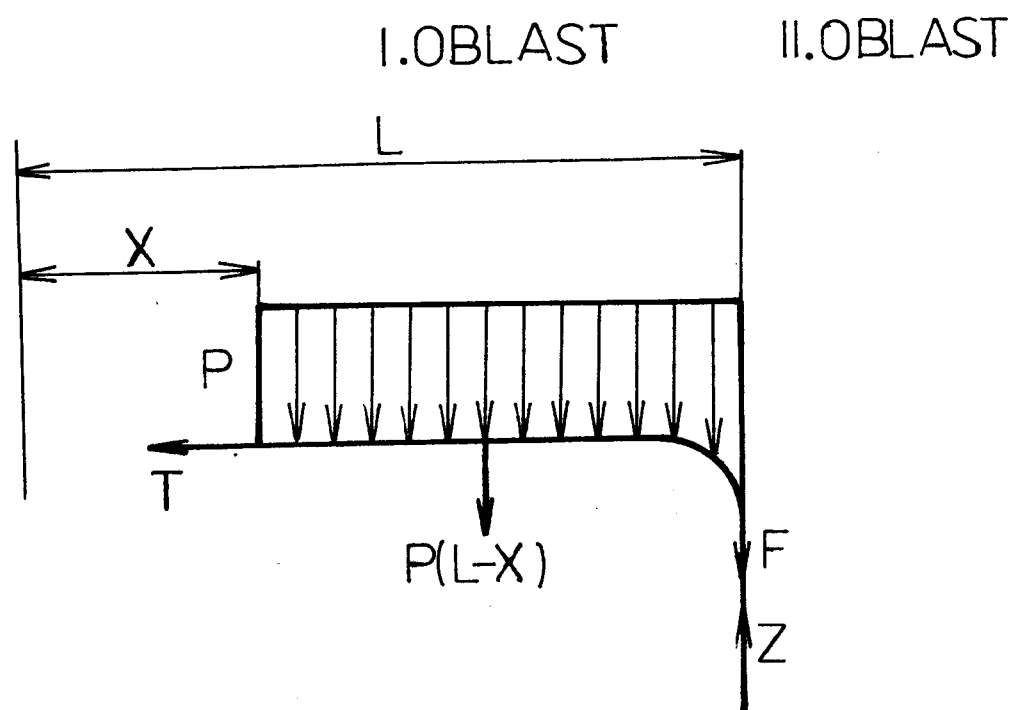
Pohyb vlákna je sledován ve dvou pohledech vpichování, nejprve jde / obr. 3.1 /

I. oblast odporu proti vytažení vláken

II. oblast odporu proti vpichu do vlákna

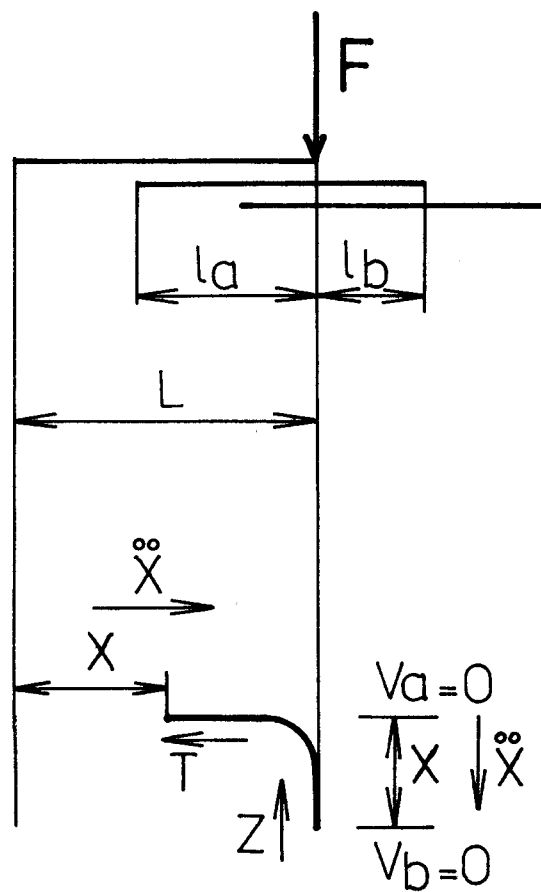
Sílu F si nyní představujeme jako sílu vyvíjenou nehmotným „zařízením“, např. rukou. Odpor proti vytažení vláken označím T a odpor proti vpichu označím Z / obr. 3.2 /.

Je možné vycházet z představy, že stejně dlouhá vlákna jsou uložena horizontálně, tak že vzdálenost konce vlákna od místa vpichu jehly F / obr. 3.2. / je od základní délky vlákna $+ l$ do $- l$. Pohyb vláken způsobený silou F znázorňuje obr. 3.2.



Obr.č.3. 1.

I. oblast odporu proti vytažení vláken
 II.oblast odporu proti vpichu do vláken



$$l_a \leq L$$

$$l_b \leq L$$

$$L = l_a + l_b$$

Obz. 3.2.

3.2. VZTAH SILOVÉ POMĚRY PŘI VPICHOVÁNÍ VLÁKNA

Pohybová rovnice vlákna v Newtonově tvaru je:

$$\frac{Q \cdot L}{g} \ddot{x} = F - Z - T \quad / \text{ V.1 } /$$

Označení:

L	 délka uloženého vlákna	/ m /
F	 vpichovací síla 1 jehly	/ N /
m	 hmotnost vlákna	/ kg /
$\ddot{x}$	 zrychlení	/ m.s ⁻² /
T	 odpor proti vytažení	/ N /
Z	 odpor proti vpichu	/ N /

kde Q / kg.m⁻¹/... tíhová síla délkové jednotky

dále je $T = p / L - x / f$ / V.2 /

kde p velikost konstantního tlaku zatěžující l.oblast

f součinitel smykového tření

$$Z = k x \quad / \text{ V.3 } /$$

kde k součinitel odporu proti vpichu

tvar rovnice

$$\frac{Q \cdot L}{g} \ddot{x} = F - kx - p / L - x / f \quad / \text{ V.4 } /$$

z rovnice plyne síla F

$$F = \frac{Q \cdot L}{g} \ddot{x} + p / L - x / f + kx \quad / \text{ V.5 } /$$

Síla F urychluje hmotu $\frac{Q \cdot L}{g}$ vlákna zrychlením / předepsaným / $\ddot{x}$, překonává odpor proti vytažení, resp. posuvu, který klesá s x / pro $x = L$ je $T = 0$ / a překonává odpor vpichu, který

roste lineárně s x .

/ $x = 0$, $Z = 0$, $x = L$, $Z_{\max} = KL$ / , potom rovnici přepíšeme
na tvar:

$$F = \frac{Q \cdot l}{g} \ddot{x} + PLf + / K - Pf / x$$

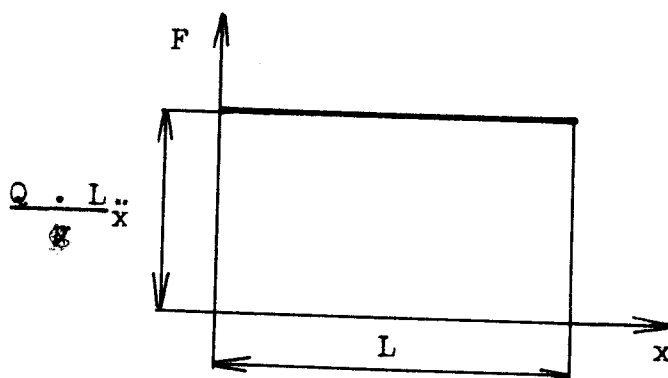
/ V.6 /

situace:

1/ $f = 0$, $K = 0$

$$F = \text{konst.} = \frac{Q \cdot L}{g} \ddot{x}$$

/ V.7 /



Obr. č. 3. 3

2/ $K = 0$, $f \neq 0$

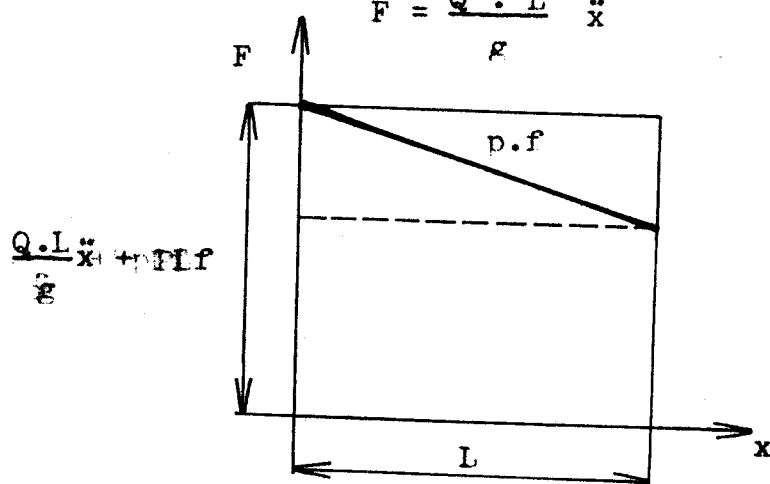
$$F = \frac{Q \cdot L}{g} \ddot{x} + pLf - xpf$$

/ V.8 /

síla F klesá lineárně s délkou x
pro $x = L$,

$$F = \frac{Q \cdot L}{g} \ddot{x}$$

/ V.9 /



Obr. č. 3. 4

3/

$$f = 0, K \neq 0$$

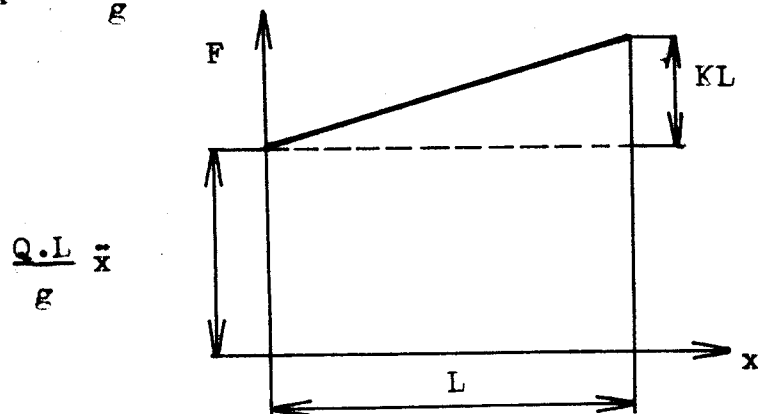
$$F = \frac{Q \cdot L}{g} \ddot{x} + Kx$$

/ V.10 /

Síla F roste lineárně s x pro $x = L$

$$F_{\max} = \frac{Q \cdot L}{g} \ddot{x} + KL$$

/ V.11 /

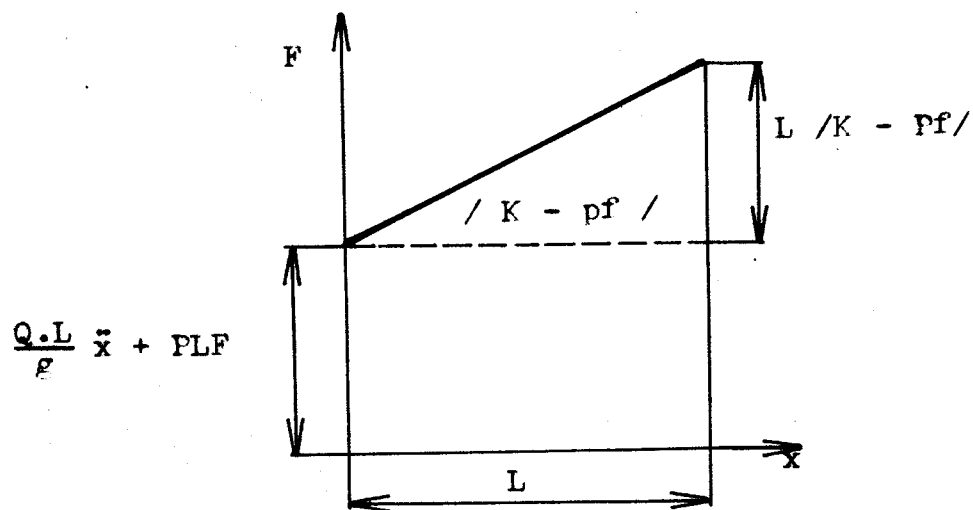


Obr. č. 3. 5

$$4/ f \neq 0, K \neq 0$$

$$K > pf$$

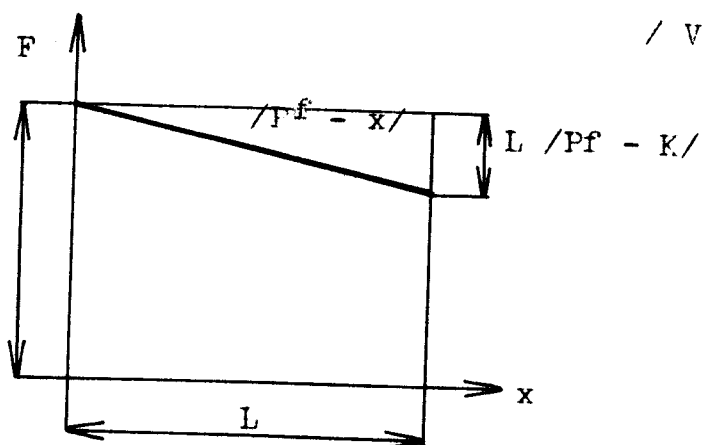
/ V.12 /



Obr. č. 3. 6

$$5/ \quad f \neq 0, \quad K \neq 0 \\ pf > K$$

$$\frac{Q \cdot L}{g} \ddot{x} + PLf$$

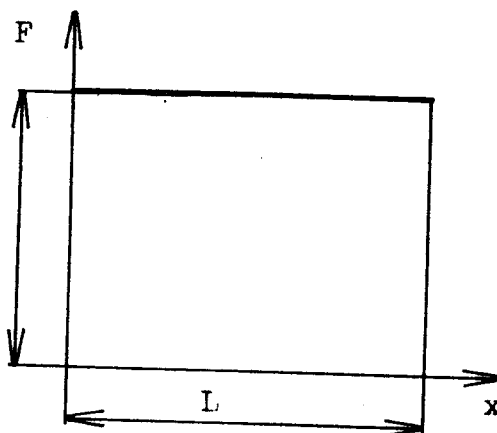


/ V.13 /

Obr. č. 3. 7

$$6/ \quad f \neq 0, \quad K \neq 0 \\ K = pf$$

$$\frac{Q \cdot L}{g} \ddot{x} + PLf$$



/ V.14 /

Obr. č. 3. 8

Úbytek odporu proti vytažení je kompenzováno vzrůstem odporu proti vpichu.

Pro případ $\ddot{x} = 0$, $\dot{x} = \text{konst.}$

odpadne v rovnici / V.16 / člen $\frac{Q \cdot L}{g} \ddot{x}$ / V.15 /

Pro případ zpoždovacího pohybu $\ddot{x} = -\ddot{x}_r = \text{konst.}$

bude člen $\frac{Q \cdot L}{g} \ddot{x}$ mít tvar $-\frac{Q \cdot L}{g} \ddot{x}$

/ V.16 /

Při řešení problematiky vpichovacích sil je třeba uvažovat o velice závažné otázce volby druhu vlákenité suroviny a způsobu přípravy vlákené suroviny.

4. V L I V Y M E C H A N I S M Ů V P I C H O V A C Í D E S K Y

Již dříve v kapitole 3 bylo konstatováno, že maximální velikost a nakonec i průběh vpichovací síly závisí na dráze vpichu a na čase, závisí na technologických vlastnostech zpracovávaného materiálu kinematickými a nakonec dynamickými vlastnostmi mechanismů. Půjde o generování fce $\delta / x, \dot{x}, \ddot{x}, t /$, která závisí na geometrickém uspořádání takového mechanismu a na otáčkách hnacího členu. Budeme předpokládat, že jde o mechanismus tuhý a bez vůlí. V opačném případě oba dva parametry ovlivňovaly kinematický pohyb hnaného členu, to je vpichovací desky. Hlavní kritéria, budou ovlivňovat tvorbu mechanismu a jeho geometrie, závisí:

- a/ plnění technologie vpichu
- b/ uspokojivá životnost jehel
- c/ produkce stroje, jmenovitě pokud jde o otáčky
- d/ zrychlení zpětného chodu vpichovací desky
- e/ minimum maximálních vpichovacích sil
- f/ příznivý časový průběh vpichovacích sil v oblasti přímé tvorby voichu.

Průběh síly závisí na poloze jehly, která má 3 fáze:

1. fáze: kdy jehla se pohybuje z klidu na určitou rychlost, odpor jehly v rouně je charakterizován smykovým třením
2. fáze: je vpich realizován ostny, kterými je jehla opatřena a odpor vpichovací síly prudce roste podle charakteru potřebné deformační práce
3. fáze: poslední fáze, zde odpor smykového tření ovlivňuje, zpětný chod je návrat do výchozí polohy.

Zvyšování otáček závisí na snižování doby pracovního cyklu.

Označíme-li

$$T = T_1 + T_2, \text{ kde } T \text{ je doba jedné periody}$$

T_1 je doba pracovního chodu

T_2 je doba zpětného chodu

Pak je zřejmé, že jedním ze směrů zvyšování otáček je snižování doby T_2 zpětného chodu, neboť platí :

$$n = \frac{60}{T} = \frac{60}{T_1 + T_2} \quad / \text{ min}^{-1} /$$

Vlastní doba vpichu T_1 se rovná součtu dílcích dob tří fází průběhu pohybu jehel, tj. $T_1 = t_1 + t_2 + t_3$ u pracovního chodu ani není možné zkracovat doby t_1 a t_3 . V době tvorby vlastního vpichu t_2 se snažíme, aby impuls $I = \int_0^{t_2} F dt$. Impuls má příznivou hodnotu to znamená, aby nedocházelo k prudkému stoupání vpichovací síly na malém časovém úseku. Deformační práce vpichovací jehly je dána vztahem :

$$L = \int_0^{x_2} F dx$$

Předchozí úvahy činí nároky požadující, aby závislost $x = f/t$ na čase jehlice / jehelní desky / měla pro naše dříve uvedené podmínky příznivý průběh, praktický při sledování vhodného volného mechanismu jehelní desky; tj.

$x = f_1/t$, $\dot{x} = f_2/t$, $\ddot{x} = f_3/t$, $\dot{x} = f_4/x$, $\ddot{x} = f_5/\dot{x}$, $\ddot{x} = f_6/x$
 Je možné u zvoleného mechanismu vyšetřujeme kinematické veličiny experimentálně. Pokud jde o dynamiku je zapotřebí, aby nerovnoměrná hnací hřídel kliky byla minimálně, pokud možno částečně nebo úplně vyvážená. Nevylučuje se případ dynamického vyvážení. To jsou dva základní požadavky na zvýšení otáček vpichovacího mechanismu. Při dynamickém řešení vycházíme buď z řešení kinematického nebo dynamického. Při kinetostatickém řešení stanovíme $\dot{x}$ pro zvolené pohybové kliky. Stanovíme jednotlivé dynamické síly obecně všech členů mechanismu, prakticky půjde o členy s vydatnými silami např. jehelní desky nebo ojnice, tehlice apod. Pro kinematické řešení je známa předem závislost odporových sil na pohybu jehel. Řešením stanovujeme namáhání jednotlivých členů, reakcí a hnacích sil. Při vlastním dynamickém řešení vycházíme z obecné diferenciální pohybové rovnice druhého řádu pro redukci hmot a sil na jehelní desku.

Kde značí

$$m_{red} \cdot \ddot{x} + \frac{1}{2} \frac{d}{dx} m_{red} \cdot \dot{x}^2 = F_{red}$$

m_{red} ...redukováná hmota jehelní desky

$\frac{d}{dx} m_{red}$...derivative reduk.hmot jehelní desky podle polohy

F_{red} ...redukováná síla na jehelní desce v níž jsou obsažené síly redukované

Ježto F_{red} závisí na pohybu jehelní desky, předem neznámá pohybu pro kterou je obvykle nutné provést řešení numerické.

Výsledkem řešení je stanoveno z celku 6 úvedení závislosti např. $x = f_1 / t$ / a tím je stanovení otáček hnacího členu. V oddilu 5 je sledován centrický klikový mechanismus z hlediska kinematického a v oddilu 6 je sledován excentrický klikový mechanismus.

V oddilu 7 budou sledované struktury jiné typy mechanismů, které by přepadaly k úvahu použití mechanismu vpichovací jehly.

5. KINEMATIKA CENTRICKÉHO KLIKOVÉHO MECHANISMU

Klikové mechanismy jsou velmi rozšířené a používá se jich v různých typech strojů, jako u vpichovacích strojů.

Centrický klikový mechanismus je charakterizován poměrem rozměru λ .

$$\text{kde } \lambda = \frac{r}{l} = \frac{\sin \beta}{\sin \varphi}$$

Tento poměr λ musí být takový, aby úhel převodu ve spojení křížáku s ojnicí nebyl nižší než jistá mezní hodnota.

Nejmenší stejné hodnoty má úhel γ jednou při přímém a jednou při zpětném chodu. Doporučuje se používat $\gamma \geq 60^\circ$. Pak

$$\lambda \leq \cos \gamma \leq 0,5.$$

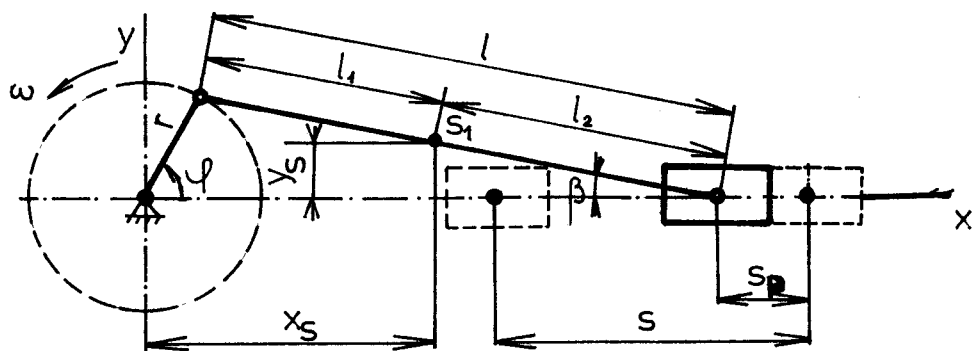
Čím menší je λ , tím lepší jsou pracovní podmínky mechanismu, a tím vyšší je jeho účinnost.

Například při $\lambda = 1$ dostáváme mechanismus s délkou chodu $S = 4r$ a s harmonickým kmitavým pohybem křížáku. Použijeme-li kliky jako vodícího členu, bude mít mechanismus mrtvé polohy ve středu délky chodu / úhel mezi klikou a ojnicí se rovná 0° /. Důsledek toho pak využití setrvačnosti členů není dost spolehlivé. Schematicky centrického klikového mechanismu je znázorněn v tomto obrázku. Poměr doby zpětného chodu k době přímého chodu

$$\frac{T_{zch}}{T_{pch}} = 1$$

S ... délka chodu křížáku

Sp... vzdálenost mezi křížákem a jeho polohou v pravé úvratě / okamžitá odlehlost křížáku od horní úvratě /



$$l_1 = \frac{2}{3} l$$

$$l_2 = \frac{1}{3} l$$

Obr. 8.5.0

l ... délka ojnice

r ... poloměr kliky

φ ... úhel natočení klikového hřídele

β ... úhel ojnice

ω ... úhlová rychlost

Dráha křížáku Z pravého úvratě, tj. okamžitou odlehlost, lze vyjádřit:

$$S_p = r + l - r \cos \varphi - l \cos \beta \quad / \text{V.17} /$$

$$S_p = r \left[1 - \cos \varphi + \frac{1}{\lambda} / 1 - \cos \beta / \right], \text{ kde}$$

$$\lambda = \frac{r}{l} = \frac{\sin \beta}{\sin \varphi}$$

potom $\cos \beta = \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}$

a tedy

$$S_p = r \left[1 - \cos \varphi + \frac{1}{\lambda} / 1 - \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi} / \right] \quad / \text{V.18} /$$

Člen v kulaté závorce lze rozvést dle binomické věty v nekonečnou řadu, a tato rovnice dáváji dosti přesně výsledky pro nízké λ .

Tak dostaneme

$$S_D = r \left[1 - \cos\varphi + \frac{\lambda}{2} \sin^2\varphi + \frac{\lambda^3}{8} \sin^4\varphi + \frac{\lambda^5}{16} \sin^6\varphi + \dots \right] \quad / \text{V. 19} /$$

resp.

$$S_D = r \left[1 - \cos\varphi + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{(2n)!} \lambda^{2n-1} \sin^{2n}\varphi \right]$$

Pokud připustíme, že $(-1)^{n-1} = 1$, nebo po úpravě

$$S_D = r \left[1 - \cos\varphi + \frac{1}{4} A_0 - \frac{1}{4} A_2 \cos 2\varphi + \frac{1}{16} A_4 \cos 4\varphi - \frac{1}{36} A_6 \cos 6\varphi + \dots \right]$$

/ kde velikost konstant $A_0 \div A_n$ je :

$$A_0 = \frac{1}{4} \lambda + \frac{3}{64} \lambda^3 + \frac{5}{256} \lambda^5 + \dots$$

$$A_2 = \lambda + \frac{1}{4} \lambda^3 + \frac{15}{128} \lambda^5 + \dots$$

$$A_4 = \frac{1}{4} \lambda^3 + \frac{3}{16} \lambda^5 + \frac{35}{256} \lambda^7 + \dots$$

$$A_6 = \frac{9}{128} \lambda^5 + \frac{45}{512} \lambda^7 + \frac{2835}{32768} \lambda^9 + \dots$$

V technické praxi se zpravidla vynechávají vyšší členy řady a zdvih křížáku se vyjadřuje vztahem

$$S_D \approx r \left[1 - \cos\varphi + \frac{\lambda}{2} \sin^2\varphi \right] \quad / \text{V. 20} /$$

$$\text{délka chodu křížáku } S_{\max} = 2r \quad / \text{V. 21} /$$

Rychlost křížáku

rychlost křížáku je dána derivací dráhy podle času

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{dx}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \frac{dx}{d\varphi} \cdot \omega$$

Užitím výrazu / V.18 / dostaneme

$$v = r\omega \left[\sin\varphi + \frac{\lambda \sin\varphi \cos\varphi}{\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2\varphi}} \right] \quad / \text{V.22}/$$

kde $r\omega$ je obvodová rychlost středu klikového čepu. Užitím výrazu / V.19 / dostaneme pro rychlost vztah:

$$v = r\omega \left[\sin\varphi + \frac{\lambda}{2} \cdot 2\sin\varphi \cos\varphi + \frac{\lambda^3}{8} 4\sin^3\varphi \cos\varphi + \dots \right] \quad / \text{V.23}/$$

nebo po úpravě

$$v = r\omega \left[\sin\varphi + \frac{A_2}{2} \sin 2\varphi - \frac{A_4}{4} \sin 4\varphi + \frac{A_6}{6} \sin 6\varphi - \dots \right]$$

V technické praxi se opět vynechávají vyšší členy řady a používá se přibližného vztahu

$$v \approx r\omega \left[\sin\varphi + \frac{\lambda}{2} \sin 2\varphi \right] \quad / \text{V.24}/$$

Při stavbě křížákových strojů se velmi často používá pojmu střední křížákové rychlosti

$$v_{\text{stř}} = r\omega \cdot \frac{120}{\pi}$$

$$h = 2\lambda$$

/ V.25/

kde

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$$

$$t = \frac{T}{2} =$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$v_{\text{stř}} = \frac{h}{t} = \frac{2h}{T}$$

/ V.26/

$$v_{\text{stř}} = 4rn \quad / \text{m.s}^{-1}/$$

n ... otáčky motoru / min^{-1} /

r ... poloměr kliky

maximální rychlost

$$v_{\text{max}} \approx r\omega / 1 + \lambda^2 / \sqrt{1 - \lambda^2}$$

$$v_{\text{stř}} = \frac{h}{t} = \frac{2h}{T}$$

/ V.27 /

Zrychlení křížáku

Zrychlení křížáku při rovnoměrném otáčení kliky, je dáno derivací rychlosti podle času:

$$a = \frac{dV}{dt} = \frac{dV}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \frac{dV}{d\varphi} \cdot \omega$$

Užitím výrazu / V.22 / pro rychlost, dostaneme po úpravě, že

$$a = r\omega^2 \left[\cos\varphi + \lambda \cdot \frac{\cos 2\varphi + \lambda^2 \sin^4\varphi}{\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2\varphi}^3} \right] \quad / \text{ V.28 } /$$

nebo použitím / V.23 / vztahu

$$a = r\omega^2 \left[\cos\varphi + \lambda \cos 2\varphi + \frac{\lambda^3}{2} \sin^2\varphi / 3\cos^2\varphi - \sin^4\varphi / + \dots \right] \quad / \text{ V.29 } /$$

a po úpravě

$$a = r\omega^2 \left[\cos\varphi + A_2 \cos 2\varphi - A_4 \cos 4\varphi + A_6 \cos 6\varphi - \dots \right]$$

Vpraxi se opět používá zjednodušeného tvaru:

$$a \approx r\omega^2 [\cos\varphi + \lambda \cos 2\varphi] \quad / \text{ V.30 } /$$

maximální zrychlení

$$a_{\max} \approx r\omega^2 / 1 + \lambda / \quad / \text{ V.31 } /$$

Zrychlení křížáku při nerovnoměrném otáčení kliky

$$a \approx r\omega^2 [\cos\varphi + \lambda \cos 2\varphi] + r\varepsilon_0 / \sin\varphi + \frac{\lambda}{2} \sin 2\varphi / \quad / \text{ V.32 } /$$

kde ε_0 - úhlové zrychlení kliky

Pro nekonečně dlouhou ojnici je zrychlení dáno cosinusovkou s amplitudou $r\omega^2$. Závislost zdvihu, rychlost a zrychlení křížáku na pootočení klikového hřídele pro nekonečně dlouhou ojnici je patra z obrázku č. 5.C

Čím větší je λ , tj. čím kratší je ojnice, tím více se liší skutečný průběh zrychlení. V tabulce č. 11 je uveden základní charakteristika centrického klikového mechanismu.

Souřadnice těžiště ojnice

$$x_s = r \cos \varphi + l_1 \cos \beta ; \quad / \text{ V.33 } /$$

$$x_s \approx r \cos \varphi + l_1 / 1 - \frac{\lambda^2}{2} \sin^2 \varphi / ; \quad / \text{ V.34 } /$$

$$y_s = l_2 \lambda \sin \varphi \quad / \text{ V.35 } /$$

Rychlost těžiště ojnice

$$v_x = - r \omega / \sin \varphi + \frac{l_1}{1} \cos \varphi \operatorname{tg} \beta / ; \quad / \text{ V.36 } /$$

$$v_y = r \omega \frac{l_2}{1} \cos \varphi ; \quad / \text{ V.37 } /$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad / \text{ V.38 } /$$

Zrychlení těžiště ojnice

při rovnoměrném otáčení kliky

$$a_x = - r \omega^2 / \cos \varphi + \lambda \frac{\cos^2 \varphi}{\cos^2 \beta} - \sin \varphi \operatorname{tg} \beta / ; \quad / \text{ V.39 } /$$

$$a_x \approx - r \omega^2 / \cos \varphi + \lambda \frac{l_2^2}{1} \cos 2 \varphi / ; \quad / \text{ V.40 } /$$

$$a_y = - r \omega^2 \frac{l_2}{1} \sin \varphi \quad / \text{ V.41 } /$$

Pohyb ojnice

Složitý pohyb ojnice se pro praktické účely nahrazuje pohybem posuvným, shodným s pohybem křížáku a relativním pohybem výkyvným kolem osy pístního čepu. Úhlová dráha ojnice vyjadřuje v obloukové míře nejmenší úhel příslušející vztahu

$$l \sin \beta = r \sin \varphi, \text{ nebo } \sin \beta = \lambda \sin \varphi$$

$$\text{z toho } \beta = \arcsin \lambda \sin \varphi /$$

Největší výkyv ojnice je v místě, kde $\sin \beta$ dosahuje maximální hodnoty, tj. pro $\varphi = 90^\circ$. Potom $\sin \beta_{\max} = \pm \lambda$

$$\text{resp. } \beta_{\max} = \arcsin \lambda /$$

/ V.42 /

Úhlová rychlost ojnice

je dána derivací úhlové dráhy podle času:

$$\omega_o = \frac{d\beta}{dt} = \frac{d\beta}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \omega \cdot \frac{d\beta}{d\varphi}$$

Derivací vztahu $\sin\beta = \lambda \sin\varphi$ dostaneme

$$\cos\beta \cdot d\beta = \lambda \cos\varphi \cdot d\varphi; \quad \frac{d\beta}{d\varphi} = \lambda \frac{\cos\varphi}{\cos\beta}$$

a po dosazení

$$\omega_o = \omega \lambda \frac{\cos\varphi}{\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2\varphi}}$$

/ V.43 /

$$\omega_{o \max} = \pm \lambda \omega$$

pro $\varphi = 0^\circ$ a 180°

$$\omega_{o \min} = 0$$

pro $\varphi = 90^\circ$ a 270°

Úhlové zrychlení ojnice

obdržíme derivací úhlové rychlosti podle času:

$$\varepsilon_o = \frac{d\omega_o}{dt} = \frac{d\omega_o}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d\omega_o}{d\varphi} \cdot \omega$$

$$\varepsilon_o = - \frac{\lambda \omega^2 / 1 - \lambda^2 / \sin\varphi}{\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2\varphi} / 3}$$

/ V.44 /

$$\varepsilon_{o \max} = \pm \frac{\lambda \omega^2}{\sqrt{1 - \lambda^2}}$$

pro $\varphi = 90^\circ$ a 270°

$$\varepsilon_{o \min} = 0$$

pro $\varphi = 0^\circ$ a 180°

Největší výkyvy pro některé hodnoty jsou patrný v tabulce u základní charakteristiky centrického klikového mechanismu. Příklad k postupu výpočtů hodnot z tabulky základní charakteristiky centrického klikového mechanismu:

délka klíku ... $r = 30$ / mm /
 délka ojnice ... $l = 260$ / mm /

poměr rozměru

$$\lambda = \frac{r}{l}$$

$$\lambda = \frac{0,3}{2,6} = 0,115$$

$$\lambda \approx 0,1$$

úhel ojnice

$$\beta_{\max} = \arcsin \lambda$$

$$\beta_{\max} = \arcsin 0,1 = 5^{\circ}44'21''$$

Nejmenší hodnota úhlu převodu

$$\cos \gamma = \lambda$$

$$\gamma = \arccos \lambda$$

$$\gamma = \arccos 0,1 = 84,261$$

$$\gamma \approx 84^{\circ}$$

Poměr rychlosti smykadla

$$j_0 = \frac{v_{\max}}{v_{\text{prům.}}}$$

$$v_{\max} = r\omega / \sqrt{1 + \lambda^2} \cdot \sqrt{1 - \lambda^2}$$

$$v_{\text{prům.}} = \frac{120 r\omega}{60 \pi} = \frac{2r\omega}{\pi}$$

$$j_0 = \frac{r\omega / \sqrt{1 + \lambda^2} \cdot \sqrt{1 - \lambda^2}}{\frac{2 r\omega}{\pi}}$$

$$j_0 = \frac{\pi \cdot \sqrt{1 - \lambda^2}}{2 \sqrt{1 + \lambda^2}}$$

$$j_0 = \frac{3,14 \cdot \sqrt{1 - 0,1^2}}{2 \sqrt{1 + 0,1^2}} = 1,586$$

$$j_0 \approx 1,59$$

Největší zrychlení smykadla / v kraji převé úvrati /

$$a_{\max} \approx r\omega^2 / 1 + \lambda /$$

$$\text{kde } \omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi n}{30}$$

po úpravě

$$a_{\max} \approx \frac{r\pi^2 n^2}{30^2} \cdot / 1 + \lambda /$$

Závislost zdvihu

$$S_p \approx r / 1 - \cos \varphi /$$

$$r = 30 \text{ / mm /} = 0,03 \text{ / m /}$$

$$S_p \approx 0,03 / 1 - \cos 0^\circ / = 0,03 / 1 - 1 / = 0 \text{ / m /}$$

tabulka č. 8

$\varphi / ^\circ /$	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°
$S_p \text{ / m /}$	0	0,009	0,030	0,051	0,060	0,051	0,030	0,009	0

Závislost rychlosti

$$v \approx r\omega \sin \varphi$$

kde

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi n}{30}$$

$$v \approx \frac{r\pi n}{30} \sin \varphi$$

$$n = 800 \text{ / min}^{-1} / = \frac{800}{60} \approx 13,33 \text{ / s}^{-1} /$$

$$r = 0,03 \text{ / m /}$$

$$v \approx \frac{0,03 \cdot 13,33}{30} \sin 0^\circ = \frac{0,03 \cdot 3,14 \cdot 13,33}{30} \cdot 0 = 0 \text{ / m.s}^{-1} /$$

Tabulka č. 9

$\varphi / ^\circ /$	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	360°
$v / \text{ms}^{-1} /$	0	0,030	0,042	0,030	0	-0,030	-0,042	0

Závislost zrychlení

$$a \pm r\omega^2 \cos \varphi$$

$$a \pm \frac{r \pi^2 n^2}{900} \cos \varphi$$

$$a \pm \frac{\pi^2 \cdot 13,33^2}{30} \cos 0^\circ = \frac{3,14^2 \cdot 13,33^2}{30} \cdot 1 \pm 58,40 \text{ mms}^{-2} /$$

tabulka č. 10

$\varphi / ^\circ /$	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°
$a / \text{mms}^{-2} /$	58,40	41,29	0	-41,29	-58,40	-41,29	0	41,29	58,40

$$a_{\max} \pm \frac{3,14 / 1 + 0,1 /}{30^2} \cdot rn^2$$

$$a_{\max} \pm 0,012 rn^2$$

Tabulka č. 11 Základní charakteristiky centrického klikového mechanismu

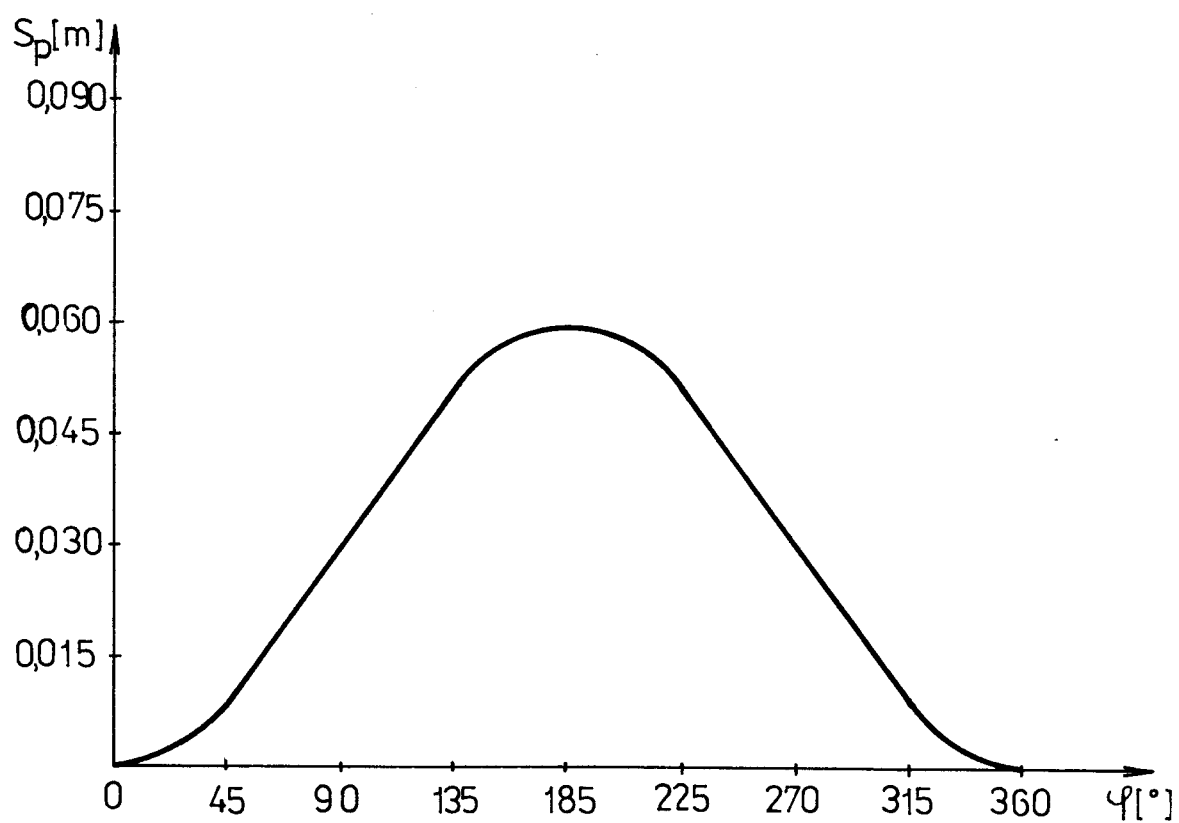
Poměr rozměru $\lambda = \frac{r}{l}$	Úhel ojnice $\beta_{\max} / ^\circ /$	Nejmenší hodnota úhlu převodu $\gamma / ^\circ /$	Poměr rychlostí smykadla j_0	Největší zrychlení smykadla / v kraji $a_{\max} / m/s^2 /$
0,1	5°44'21''	84°	1,59	$0,012rn^2$
0,2	11°32'13''	78,5°	1,60	$0,013rn^2$
0,3	17°27'27''	72,5°	1,63	$0,014rn^2$
0,4	23°34'44''	66,5°	1,71	$0,0155rn^2$
0,5	30°00'00''	60°	1,79	$0,0165rn^2$

Poznámka: a / r /m/ je poloměr kliky

b / n /min⁻¹/ je počet otáček kliky

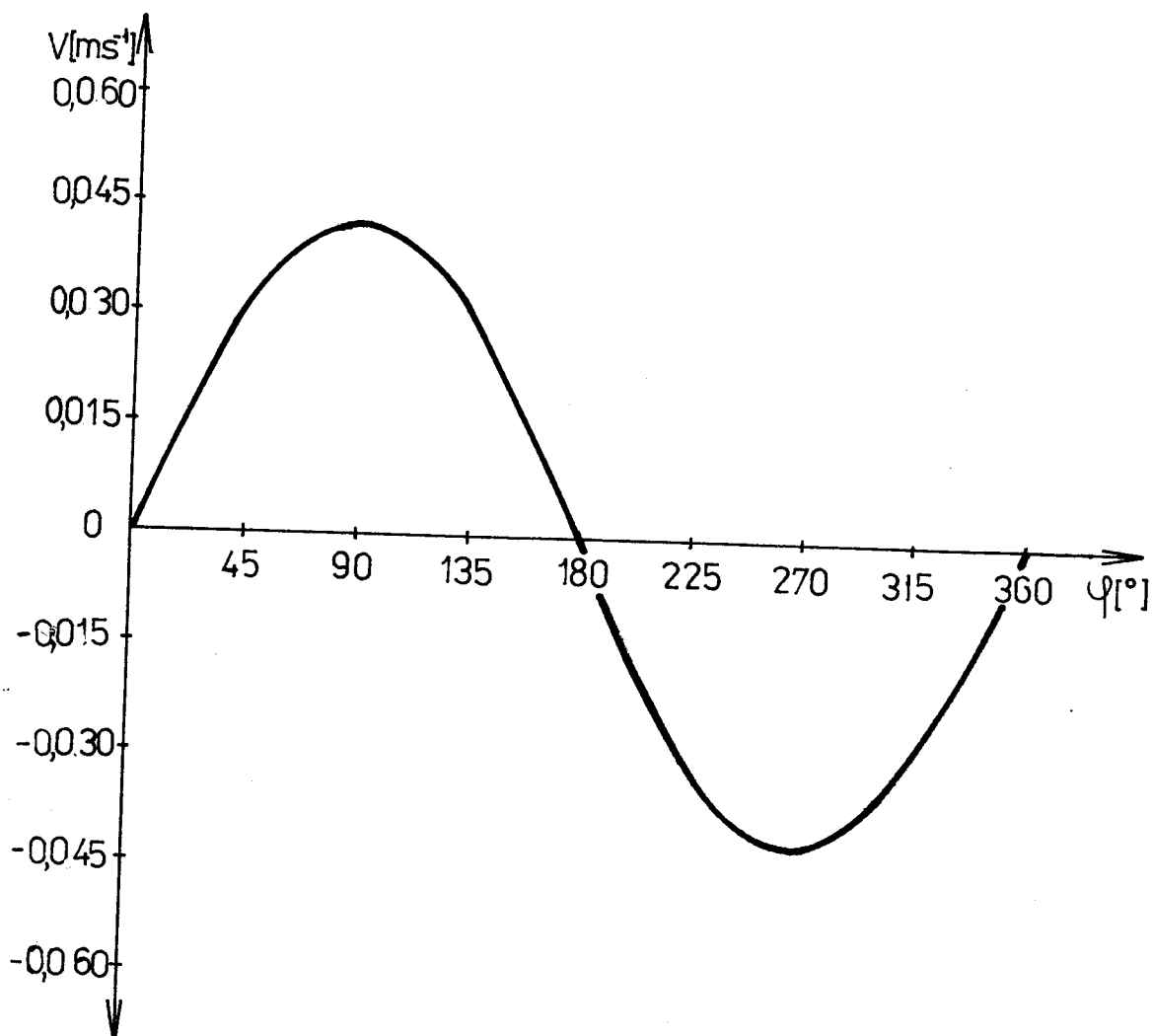
c / l /m/ je délka ojnice

$$S_D \doteq r / 1 - \cos \varphi /$$



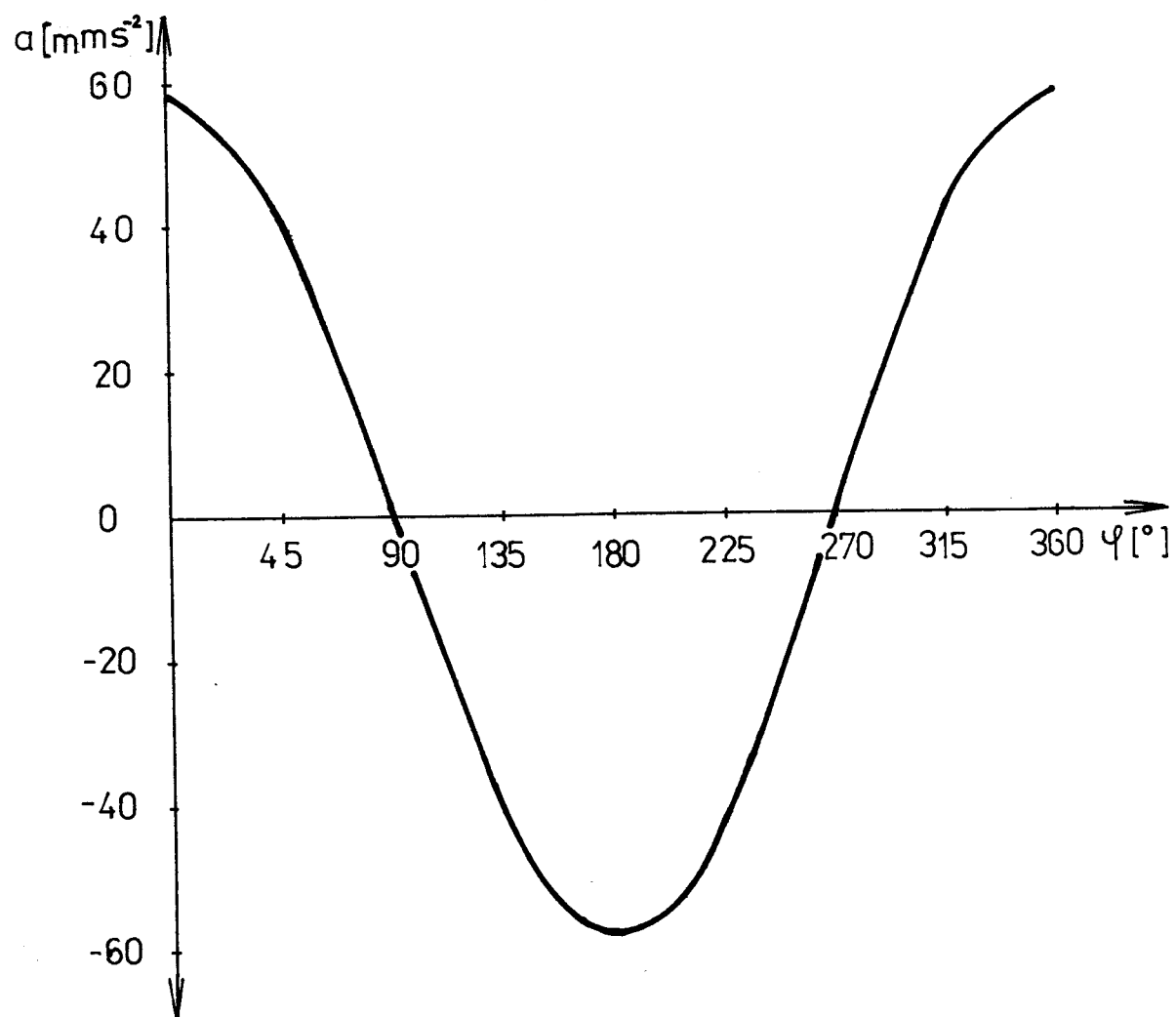
Graf č. 5.0. Závislost zdvihu na úhlu φ

$$v = r\omega \sin \varphi$$



Graf č. 5.1. Závislost rychlosti na úhlu φ

$$a \doteq r\omega^2 \cos \varphi$$



Graf č. 5.2. Závislost zrychlení na úhlu φ

5.1 HODNOCENÍ CENTRICKÉHO KLIKOVÉHO MECHANISMU

Centrický klikový mechanismus vpichovací desky patří mezi základní mechanismus, který transformuje rotační pohyb kliky na přímočarý vratný pohyb jehelny desky. Podle poměru $\lambda = \frac{r}{l}$ se nastavá odchylka čistého harmonického pohybu $\lambda=0$ a pohyb se stává rovněž časově nesymetricky to znamená, že doba pohybu vpřed a vzad se mění $\lambda \neq 0$. Harmonický pohyb je charakterizován zrychlením ve skoku a je v podstatě výhodný z hlediska harmonických dynamických poměrů. Zaujímá při relativně malém prostoru hnací hřídel, má jedno založení a teoreticky lze vyvažít klikový mechanismus dynamicky dále lze ho vyvažít do vyšších harmonických složek, prakticky do druhého harmonického pohybu.

Omezení v volbě parametru λ je rovněž úhel pohybové transformace γ , který se zhoršuje s hodnotou λ . Optimální hodnota γ je 90° . Nevýhodou klikového mechanismu je relativně malá tuhost a možnost regulace zdvihu, a dále pak malá možnost změny pohybového zákona, nemožnost změny doby zpětného chodu vzad. Jedním regulačním parametrem u centrického mechanismu je λ , to je r nebo l viz. tab. č. 11. V oddílu 6 je podán návrh, který projednává o excentrickém mechanismu; není rozšířen u vpichovacích strojů. Kdybychom přípustili kladné a záporné hodnoty parametry excentrické E , dosahli bychom širší regulační oblasti. Konstrukčně je však změna u téhož stroje problematická. Využitelná je však pro stavební prvek u typyzo- vaného řadu vpichovacích strojů. Jednou hlavní výhodou je změna doby pracovního a zpětného chodu. Nakonec i změna kinematické veličiny pohybu vpichovací desky viz. tab. č. 12, č. 13.

Pro konstruktory je vhodný nastavený graf. č. 5.3 z něhož vyplývá omezení volby parametru λ a ϵ se řetelém na minimální hodnotu transformačních úhlů.

6. NÁVRH NOVÉHO ALTERNATIVNÍHO USPOŘÁDÁNÍ KLIKOVÉHO MECHANISMU

U excentrického klikového mechanismu přistupuje nový regulační parametr, to je excentricita, která je označena E . Excentrický klikový mechanismus má takové poměry:

$$\lambda = \frac{r}{l} \quad \text{a} \quad \xi = \frac{E}{l},$$

aby úhel převodu ve spojení ojnice s křížákem neklesl na příliš nízké hodnoty. Při přímém chodu prochází mechanismus dvěma polohami, ve kterých může být převodu nejmenší; při zpětném chodu je jen jedna taková poloha.

Doporučované úhly převodu: při přímém chodu $\gamma_{pch} \geq 60^\circ$
při zpětném chodu $\gamma_{zch} \geq 45^\circ$

Aby bylo vyhověno těmto podmínkám, je třeba, aby

$$\lambda - \xi \leq \cos \gamma_{pch} \leq 0,5 ; \quad \frac{\xi}{1 - \lambda} \leq \cos \gamma_{pch} \leq 0,5$$

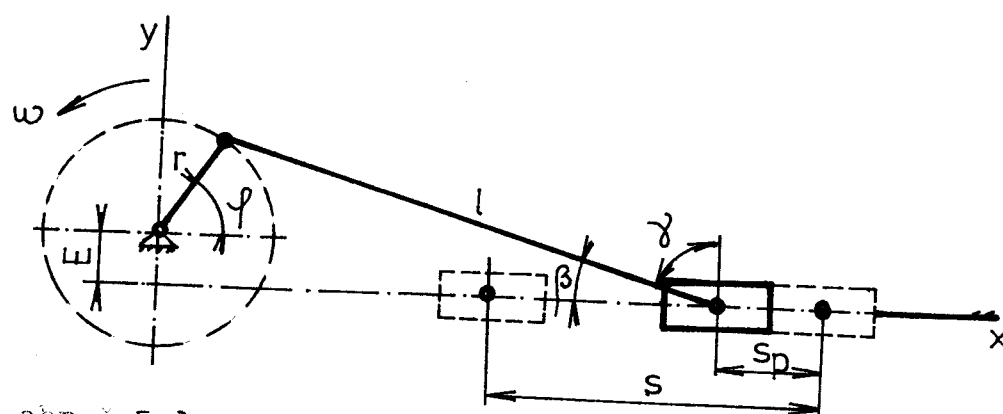
$$\lambda + \xi \leq \cos \gamma_{zch} \leq 0,7$$

Základní rozměry máme vyšetřovat podle grafu č. 5.3 : bod se souřadnicemi λ a ξ nemá ležet mimo plochu ohraničenou souvislou zlomenou čarou příslušné mezní hodnotě γ_{pch} , a čárkovanou čarou příslušnou mezní hodnotě γ_{zch} .

Vyšrafovaná plocha platí pro mechanismy, u kterých $\gamma_{pch} \geq 60^\circ$ a $\gamma_{zch} \geq 45^\circ$.

Jak jsem uvedl v části 2.5 hodnocení druhého dílu, že další budoucí mechanismus lze očekávat nějaké složitější kloubové mechanismy stavebního charakteru, které umožňují seřizování a regulaci v širším rozsahu.

V tomto případě excentrické klikové mechanismy jsou klasifikovány jako mechanismus s nízkou frekvencí. Jenže při dodržování podmínek, které jsou navrhované a uvedené v tabulkách i v grafu základní rozměry γ dle poměru λ a ε graf č. 5.3. Tento mechanismus nám dává naději na přesnost při použití a umožňuje zvýšení frekvence a regulaci. Dále jsou přesné a přibližné rovnice pro kinematickou analýzu excentrického mechanismu.



obr. č. 5.1.

Obr. č. 5.1 Poměr doby zpětného chodu k době přímého chodu

$$\frac{T_{zch}}{T_{pch}} = \frac{180^\circ - \arcsin \frac{\varepsilon}{1-\lambda} + \arcsin \frac{\varepsilon}{1+\lambda}}{180^\circ + \arcsin \frac{\varepsilon}{1-\lambda} - \arcsin \frac{\varepsilon}{1+\lambda}}$$

/V.45/

Délka chodu křížáku

$$S = l \left[\sqrt{1 + \lambda/2 - \varepsilon^2} - \sqrt{1 - \lambda/2 - \varepsilon} \right] ;$$

$$S \approx r \left[2 + \frac{\varepsilon^2}{1 - \lambda^2} \right] ,$$

/V.46/

Vzdálenost mezi křížákem a jeho polohou v pravé úvrti

$$Sp \approx l \sqrt{1 + \lambda/2 - \varepsilon} - r \cos \varphi - l \cos \beta$$

/V.47/

Rychlost křížáku

$$v = - r \omega / \sin \varphi + \cos \varphi \tan \beta /$$

/V.48/

střední rychlost křižáku

$$v_{\text{stř}} = r\omega \frac{120}{\pi} = 4rn \quad /V.49/$$

maximální rychlost křižáku

$$v_{\text{max}} \doteq r\omega / 1 + \lambda^2 / \sqrt{1 - \lambda^2} \quad /V.50/$$

Zrychlení křižáku při rovnoměrném otáčení kliky

$$a = -r\omega^2 / \cos \varphi + \lambda \frac{\cos^2 \varphi}{\cos^2 \beta} - \sin \varphi \operatorname{tg} \beta / \quad /V.51/$$

$$a_{\text{max}} \doteq r\omega^2 / 1 + \lambda / \quad /V.52/$$

Ve všech rovnicích

$$\beta = \arcsin / \xi + \lambda \sin \varphi / \quad /V.53/$$

Například: postup výpočtu hodnoty v tabulce č.12 a 13

pro $\xi = 0,1$ a $\lambda = 0,1$

1/ úhel převodu $\gamma_{\text{přímého chodu}}$

$$\lambda - \xi \doteq \cos \gamma_{\text{pch}}$$

$$\frac{\xi}{1 - \lambda} \doteq \cos \gamma_{\text{pch}}$$

$$\gamma_{\text{pch}} \doteq \arccos / \frac{\xi}{1 - \lambda} /$$

$$\gamma_{\text{pch}} \doteq \arccos / \frac{0,1}{1 - 0,1} /$$

$$\gamma_{\text{pch}} \doteq 83,6^\circ$$

2/ úhel převodu $\gamma_{\text{zpětného chodu}}$

$$\lambda + \xi \doteq \cos \gamma_{\text{zch}}$$

$$\gamma_{\text{zch}} \doteq \arccos / \lambda + \xi /$$

$$\gamma_{\text{zch}} \doteq \arccos / 0,1 + 0,1 /$$

$$\gamma_{\text{zch}} \doteq 78,5^\circ$$

3/ délka chodu

$$S \approx r \left[2 + \frac{\varepsilon^2}{1 - \lambda^2} \right]$$

$$S \approx r \left[2 + \frac{0,1^2}{1 - 0,1^2} \right]$$

$$S \approx 2,010r / \text{mm} /$$

4/ poměr doby zpětného chodu k době přímého chodu

$$\frac{T_{\text{zch}}}{T_{\text{pch}}} = \frac{180^\circ - \arcsin \frac{\varepsilon}{1 - \lambda} + \arcsin \frac{\varepsilon}{1 + \lambda}}{180^\circ + \arcsin \frac{\varepsilon}{1 - \lambda} - \arcsin \frac{\varepsilon}{1 + \lambda}}$$

$$\frac{T_{\text{zch}}}{T_{\text{pch}}} = \frac{180^\circ - \arcsin \frac{0,1}{1 - 0,1} + \arcsin \frac{0,1}{1 + 0,1}}{180^\circ + \arcsin \frac{0,1}{1 - 0,1} - \arcsin \frac{0,1}{1 + 0,1}}$$

$$\frac{T_{\text{zch}}}{T_{\text{pch}}} = \frac{180 - 6,37 + 5,68}{180 + 6,37 - 5,68}$$

$$\frac{T_{\text{zch}}}{T_{\text{pch}}} = \frac{179,31}{180,69}$$

$$\frac{T_{\text{zch}}}{T_{\text{pch}}} = 0,99$$

5/ střední rychlost smykadla

$$v_{\text{stř}} \approx r \omega \frac{120}{\pi}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi n}{30}$$

$$v_{\text{stř}} \approx r \cdot \frac{\pi n}{30} \cdot \frac{120}{\pi}$$

$$v_{\text{stř}} \approx 4rn$$

6/ poměr maximální rychlosti se středními rychlostmi pro pracovní chod smykadla

$$\frac{v_{\text{max}}}{v_{\text{stř}}} = \frac{r\omega / 1 + \lambda^2 / \sqrt{1 - \lambda^2}}{r\omega \frac{120}{60\pi}}$$

$$\frac{v_{\text{max}}}{v_{\text{stř}}} = \frac{\pi / 1 + \lambda^2 / \sqrt{1 - \lambda^2}}{2}$$

$$\frac{v_{\text{max}}}{v_{\text{stř}}} = \frac{3,14 / 1 + 0,1^2 / \sqrt{1 - 0,1^2}}{2}$$

$$\frac{v_{\text{max}}}{v_{\text{stř}}} \approx 1,58$$

7/ zrychlení smykadla na konci zpětného a na počátku přímého chodu

$$a_{\text{max}} \approx r\omega^2 / 1 + \lambda /$$

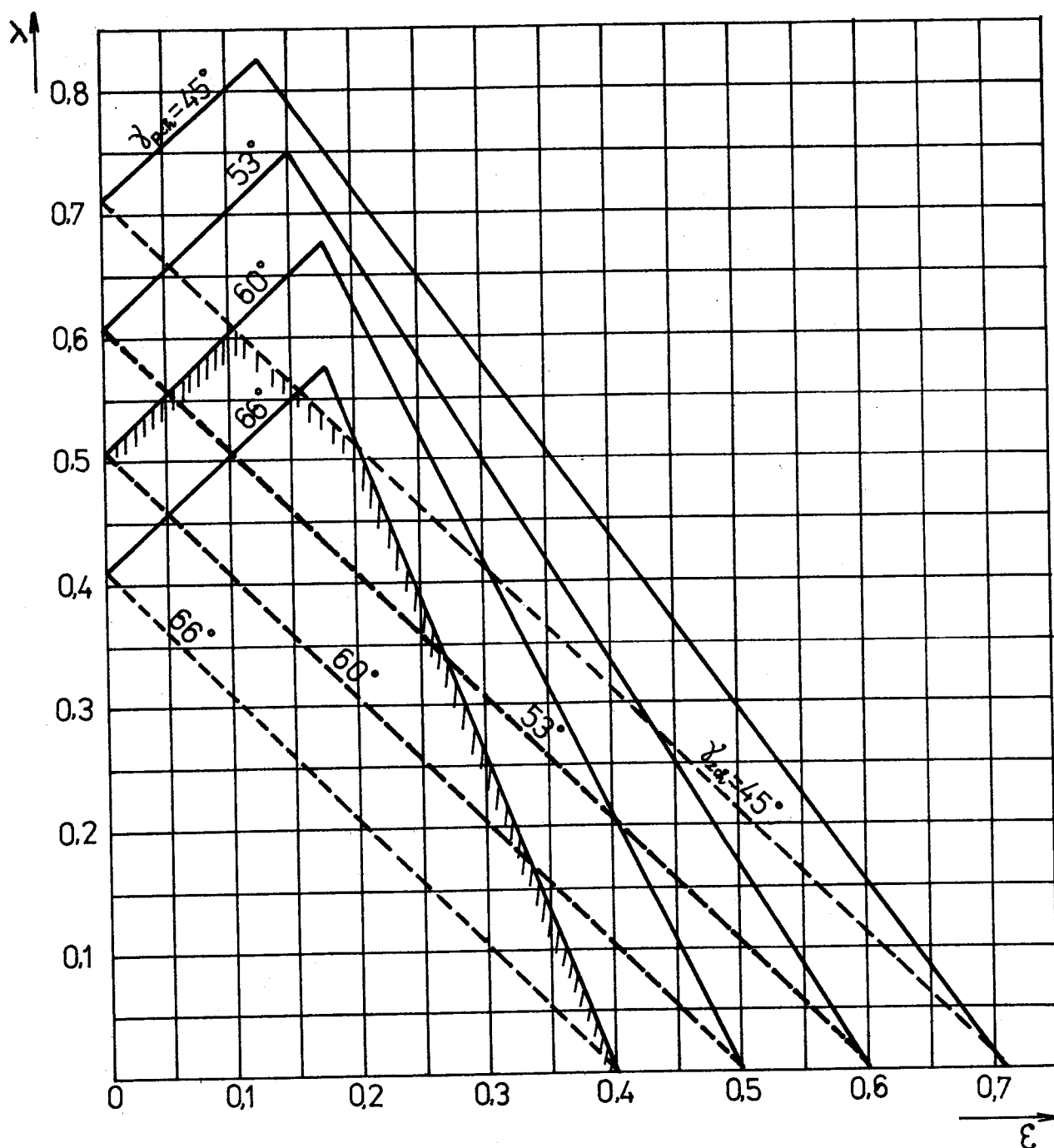
kde

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi n}{30}$$

$$a_{\text{max}} \approx r \frac{\pi^2 n^2}{900} / 1 + \lambda /$$

$$a_{\text{max}} = \frac{1,1r \pi^2 n^2}{900}$$

$$a_{\text{max}} \approx 0,0125 rn^2$$



Graf č. 5.3 Základní rozměr úhlu γ dle poměru λ a ϵ

$\xi = \frac{E}{l}$	$\lambda = \frac{r}{l}$	nejmenší hodnota		délka chodu S /mm/	poměr $\frac{T_{zech}}{T_{peh}}$	pro pracovní chod snykadla		zrychlení snykadla na konci zpětného a na počátku přímého chodu a (m/s^2)
		úhlu převodu γ_{peh}	γ_{zech}			$V_{stl} [mm/s]$	$\frac{V_{max}}{V_{stl}}$	
0,1	0,1	83,5°	78,5°	2,010 r	0,99	4,00 rn	1,58	0,0120 rn ²
	0,2	83°	72,5°	2,010 r	0,98	3,98 rn	1,59	0,0130 rn ²
	0,3	78,5°	66,5°	2,011 r	0,96	3,94 rn	1,63	0,0140 rn ²
	0,4	72,5°	60°	2,012 r	0,94	3,90 rn	1,69	0,0155 rn ²
	0,5	66,5°	53°	2,014 r	0,92	3,86 rn	1,77	0,0165 rn ²
	0,6	60°	45,5°	2,016 r	0,89	3,80 rn	1,85	0,0175 rn ²
0,2	0,1	77°	72,5°	2,042 r	0,98	4,05 rn	1,57	0,0120 rn ²
	0,2	73,5°	66,5°	2,044 r	0,95	4,00 rn	1,58	0,0135 rn ²
	0,3	73,5°	60°	2,046 r	0,92	3,93 rn	1,61	0,0145 rn ²
	0,4	70,5°	53°	2,050 r	0,88	3,85 rn	1,66	0,0155 rn ²
	0,5	66,5°	45,5°	2,057 r	0,84	3,78 rn	1,74	0,0170 rn ²

Tabulka č. 12

$\varepsilon = \frac{E}{l}$	$\lambda = \frac{r}{l}$	Nejmenší hodnota		Délka chodu (mm)	Poměr $\frac{T_{zch}}{T_{pch}}$	Pro pracovní chod smykadla		Zrychlení smykadla na konci zpětného a na počátku přímého chodu $a \text{ (m/s}^2 \text{)}$
		γ_{pch}	γ_{zpch}			$V_{ch} [\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}]$	$\frac{V_{max}}{V_{ch}}$	
0,3	0,1	70,5°	66,5°	2,098 r	0,96	4,11 rn	1,57	0,0125 rn ²
	0,2	68°	60°	2,101 r	0,92	4,03 rn	1,58	0,0135 rn ²
	0,3	64,5°	53°	2,108 r	0,88	3,96 rn	1,59	0,0150 rn ²
	0,4	60°	45,5°	2,113 r	0,82	3,85 rn	1,64	0,0160 rn ²
0,4	0,1	63,5°	60°	2,184 r	0,95	4,26 rn	1,53	0,0130 rn ²
	0,2	60°	53°	2,192 r	0,89	4,14 rn	1,53	0,0140 rn ²

Tabulka č. 13

Poznámka:

a) r(n) je poloměr kliky

b) n (1/min) je počet otáček kliky

6.1 Původní technické parametry vnichovacích strojů

Frekvence zdvihů		$n = 800 \text{ až } 900$	/ ot/min /
výška zdvihů jehel		$S_p = 60$	/ mm /
hloubka vnichu		$h = -5 \text{ až } +25$	/ mm /
délka ojnice		$l = 260$	/ mm /
délka kliky		$r = 30$	/ mm /
hmotnost rotující hmoty ..		$m = 2,8075$	/ kg /
hmotnost posouvající hmoty		$m = 4,05$	/ kg /
hmotnost pístního čepu ...		$m = 0,5$	/ kg /
hmotnost pístnice		$m = 5,0$	/ kg /
hmot.nosníku jehel.desky .		$m = 23,0$	/ kg /
hmot. velikosti posouvajících			
se hmot na l. hlavu		$m = 24,665$	/ kg /
hmot. jehelní desky		$m = 49,2$	/ kg /
materiál ojnice		mat. 14220.21	

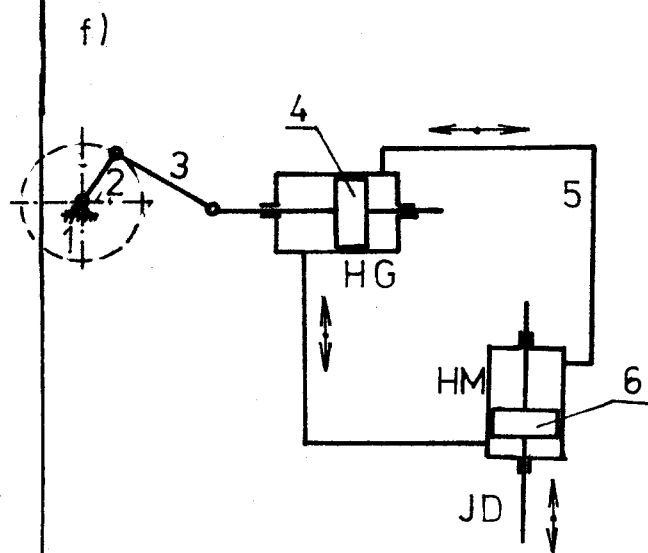
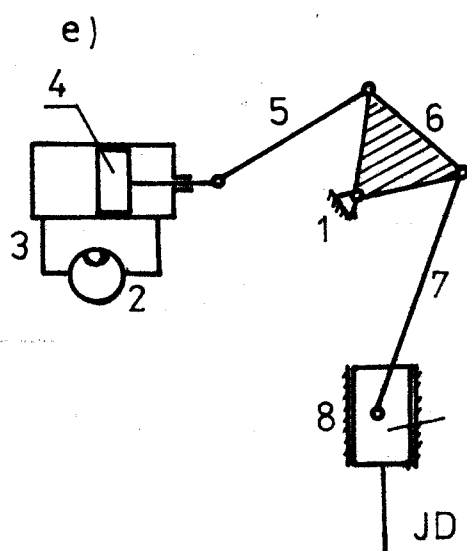
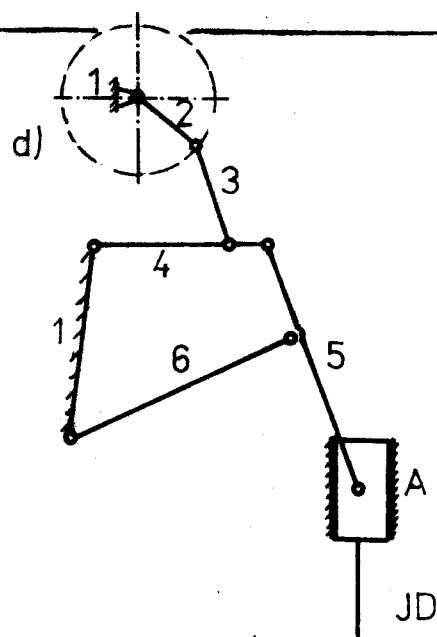
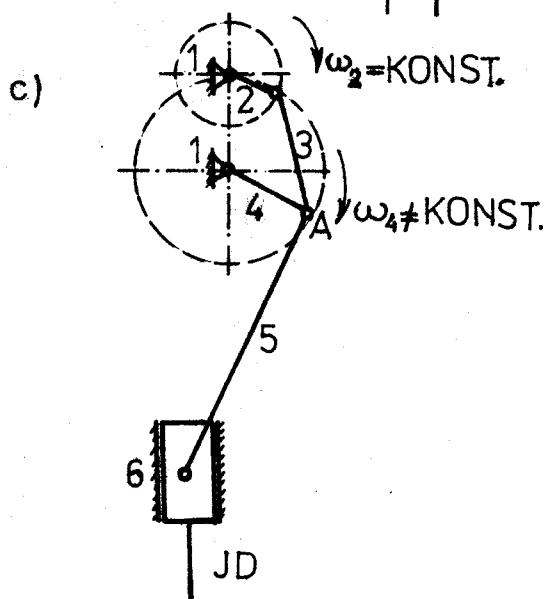
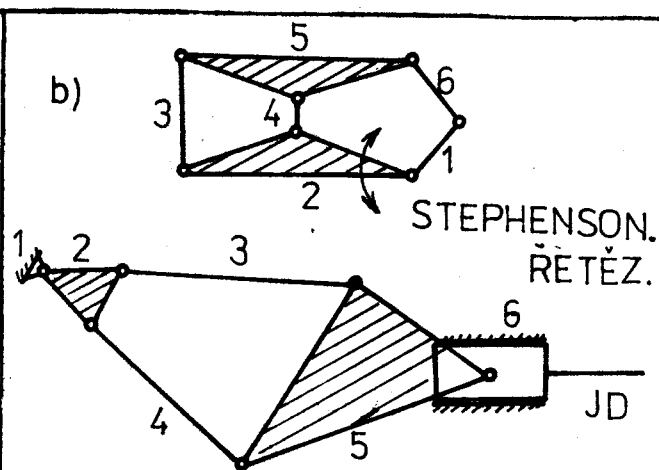
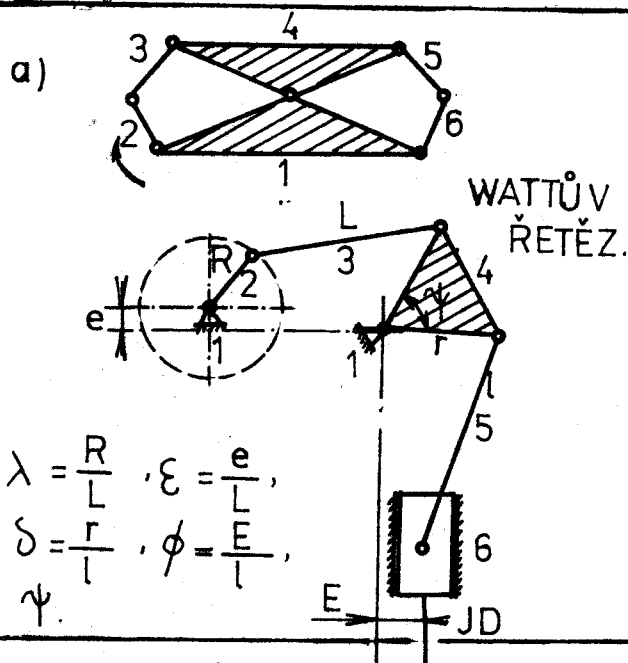
7. KLASIFIKACE MECHANISMU A JEJÍ POSOUZENÍ PRO POUŽITÍ VPICHOVACÍCH STROJŮ

Vycházíme-li z transformace rotačního pohybu kliky na posuvný pohyb jehelní desky pak strukturně vyhovuje vycházejícímu z toho požadavku.

Některé z alternativ možných mechanismu jehelní desky jsou naznačeny v tab. 3.14. Jejich vyzněním spočívá v možnosti regulace a řízení vpichovacích mechanismu a to v široké oblasti. Mají stavebnicový charakter a je možno metodu syntézy naprogramovat pohyb jehelní desky podle optimálního požadavku na vpichovací technologii podle charakteru rouna a vpichovaných materiálu.

Na tabulce č.14 jde o vybrané ilustrativní struktury /typy/, které však ukazují na dalekosáhlé možnosti studia pohonu jehelní desky v oblasti jejího řízení.

Na obr.a/ Wattův 6.ti členy mechanismus. U něhož je zvýšení počtu regulačních parametrů na 5 /pokud zachováme stálost uložení mechanismu na rámu/. Na obr.b/ je struktura odvozena z Stephensonového řetězce, vyznačuje se navíc proti mechanismu na obr.a/ zvýšenou tuhostí. Na obr.c/ je opět případ 6.ti členého mechanismu s jedním trojním kloubem A se přeřazenou klikou 2. Tento mechanismus navíc umožňuje podstatně zkrácení doby zpětného chodu na 1 : 5 až 1 : 6. Na obr.d/ nevylučuje se využití exaktních nebo přibližných kloubových přímovodu. Jde o stanovení takového bodu A kloubového systému, který se požadovanou přesností pohybuje po přímce. Je možné však navrhnout i mechanismus u něhož jeden člen koná přibližně přímočarý posuvný pohyb. Na obr.e/ je uvedena struktura vpichovacích mechanismu s hydraulickým pohonem, stejnosměrná hydraulika. U takového mechanismu je možné řízením pohybu Hydrogeneratoru /HG/ řídit pohyb jehelní desky. Na obr.f/ je naznačeno využití mechanismu se střídavým proudem kapaliny. Např. od klikového mechanismu 1,2,3,4 je odvozen kmitavý pohyb Hydrogeneratoru /HG/ u kterého je dvěma vodiči řízení regulace programovým šoupátkem. Na obou obr. nejsou ani uvedené pojištění ventily proti stoupanutému tláku a na obr. f/ ani nutné doplňovací čerpadlo unikající kapaliny.



tabulka č. 14

8. ZÁVĚR

Na závěr bych chtěl říct, že otázky mechaniky vpichovacích systémů nejsou dosud proskoumání a značně komplikované zřejmě proto, že je zde vliv dalšího faktoru.

Mimo faktorů přímo působících na vlákenné rouno jsou také strojové parametry dané technologickým zařízením. Tyto parametry se dodržují během procesu vpichování.

Nejdůležitější z nich jsou:

- konstrukce vpichovacího stroje:
 - pohybové zařízení a vedení jehelní desky;
 - rozsazení jehel v jehelní desce;
- proměnné parametry stroje:
 - hloubka vpichu;
 - měrný počet vpichů získaný jedním průchodem;
 - počet zdvihů/sec;
 - velikost mezery mezi stíracím a opěrným roštem;
- jehly:
 - typ jehel;
 - tvar a poloha ostnů;
 - jemnost jehel.

Vlivem působení těchto mechanických parametrů dochází ve procesu vpichování ke změně rozměru rouna v podélném a příčném směru.

Předloženou diplomovou prací jsem se snažil částečně přispět k prozkoumání některých otázek při kterých jsem se zaměřil na další vývoj vpichovacích strojů, které budou žrejmě ovlivněné automatizací a pružnou technologií vůbec. Přínos práce spočívá jednak modelového studia sílové poměry při zavedení vláken do rouna, posouzení centrického a excentrického klikového mechanismu. Z něho jsem dospěl k názoru, že očekávané vývoje automatizace vpichovacích strojů budou se zaměřovat na nové, snadno regulovatelné a představitelné řízené mechanismy.

Pokud jde o zvýšení frekvence jsem otázku postavil tak, že nové mechanismy by měly skrácovat dobu zpětného chodu a dobu odklíněného pohybu jehel v rounu.

Čím by došlo k snížení celkové doby jednoho cyklu T a tedy zvýšení otáček n .

Pekud jde o dynamické otázky naznačil jsem základní postup při řešení dynamických úloh. Další postup k dynamice je vázán na experimentální zjištění závislosti technologických a jiných sil např. deformační podle technologických podmínek, to je charakter rouna a vpichovaných materiálu.

Experimentální postup nebyl předmětem diplomové zadání.

Pe ekonomické strance bych chtěl říct, že zvyšování otáček strojů vede k zrychlení produktivity práce. Beru na vědomí odstranění negativních jevů, které by přivedly ke zhoršení kvality materiálu.

Literatura:

1. Mrština, V. - Fejgl, F.: Textilní technologie vpichování,
Praha, SNTL 1982
2. Hlaváčková, J.: Studium podmínek vpichování z hlediska poměru
orientace vláken a pevnosti vpichované textilie.
Diplomová práce KNT, VŠST, Liberec 1972
3. Hearle, J.W.S., Sultan, M.A.I.: A Study of Needled Fabrics Part IV:
The Effects of Stretch, Shrinkage
and Reinforcement. Journal of the
textile Institute, 59, 1968.
4. Hearle, J.W.S., Sultan, M.A.I.: A Study of Needled Fabrics Part V:
The Approach to Theoretical Under-
standing. Journal of the Textile In-
stitute, 59, 1968
5. Hearle, J.W.S., Sultan, M.A.I.: A Study of Needled Fabrics Part VI:
The Measurement of Punching Force
during Needling. Journal of the
Textile Institute, 59, 1968.
6. Bush, E.; Horek, J.: Schubkurbelgetriebe, maschinenteile band V.
VEB fachbuchverlag Leipzig, 1976

P O D Ě K O V Á N Í

Je mou milou povinností poděkovat svému školiteli s Doc. Ing. Jaroslavu Charvátovi, CSc za metodické vedení práce, za cenné připomínky k vlastnímu obsahu a příznivé podmínky mé práce.

Zároveň děkuji vedoucímu Katedry textilních a oděvních strojů s. Prof. Ing. Vladimíru Prášilovi, DrSc a celému kolektivu katedry a kolektivu Katedry netkaných textilií za spolupráci.

Dík patří také s. Ing. Zdeňkovi Bradskému, CSc za konzultace, které mi značně usnadnily práci.