

Vysoké školy strojí a textilní v Liberci
Fakulta textilní
Katedra tkalcovství a pletářství

Optimalizace podmínek základ-
ního funkčního ústrojí okruh-
lých pletacích strojů.

(kandidátská práce)

UPOZORNĚNÍ.

Přenechávání této práce dalším osobám a jakékoliv
zveřejňování a seznamování s výsledky této práce je do-
voleno jen po předchozím souhlasu autora nebo VVÚ ZVS
v Brně.

Ing. Jaroslav Kyjál

1.0 Ú v o d

Výsnečnou zvláštností naší doby, kdy průmyslová výroba dosahuje vynikajících výsledků, je, že do popředí průmyslového rozvoje se staví věda. Věda se stává přímcu složkou výrobního procesu a dnes si již stěží dovedeme představit obor průmyslové výroby, který by mohl dosáhnout podstatného rozvoje bez využití vědeckých poznatků. Jediné 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 stále prohlubuje, bylo též 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.

Dnešní člověk si dnes již nedovele představit svůj život na příklad bez výrobků textilního průmyslu. A je to právě textilní průmysl, kterému minulé desetiletí zůstala hodně dlužna. Právě v něm stále převládá celá řada empirických vztahů bez hlubšího vědeckého poznání. Teprve v posledních letech se začíná moderní měřicí techniky využívat pro vědecké poznání základních 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 stále stavěno převážně jen na základě zkušeností. Tyto stroje však jen

těžko dosahují parametrů, které by odpovídaly dnešní době, době vědecké technické revoluce. Jen plným využitím nových průzkumných metod, kterými moderní věda disponuje, lze si v procesu poznání vytvořit spolehlivou základnu pro rozvoj nových technologií, nových vysoce produktivních strojů patřících k dnešní době atomového věku.

2.0 Cíl kandidátské práce a její zaměření vzhledem k dosavadním poznatkům.

2.1 Zaměření práce pro obor pletářství.

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

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

Přibližně málo čili však stále bylo věnováno k získání základních funkčních a technologických závislostí jednoho z centrálních uzlů většiny pletářských strojů, t. j. technologického celku *z á m e k - j e h l a - l ů ž k o - p ř í z e*. Stěží si lze představit další rozvoj a zrychlení práce, konkrétně okrouhlých pletacích strojů, nebude-li znát základní závislosti tohoto centrálního 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 atd. Avšak stálou součástí i nejjednodušších okrouhlých pletacích strojů zůstává výše uvedený technolo-

gický celek, bez jehož hlubšího poznání nelze provádět racionální rozvoj těchto strojů.

Okrouhlé pletací stroje jsou dnes jedním ze základních článků pletářského průmyslu a proto jsou celou práci zaměřil na výzkum základního technologického celku okrouhlých pletacích strojů.

2.2. Vlastní vymezení práce.

Cílem celé kandidátské práce je zjistit základní závislosti v technologickém celku z á m e k - j e h l a - l ů ž k o - p ř í z e . Pro dosažení těchto závislostí však v dnešní době neexistují měřicí metody, které by byly schopny věrohodně registrovat tak rychle děje probíhající navíc s velkou četností. Chceme-li dosáhnout vyčísleného cíle, je nutné nejprve vyvinout dostatečně spolehlivou metodu pro zkoumání. To znamená v každém případě konstrukci speciálních snímačů a v druhé části buď novou konstrukci nebo přispůsobení jiných měřicích zařízení pro registraci měřených dějů.

Celý problém výzkumu daného úkolu lze v podstatě rozdělit do dvou základních skupin.

- A) Sledování základních závislostí soustavy: zámek-jehla-lůžko, tzn. při prázdných jehlách. Za těchto podmínek proměřit silové poměry této soustavy v závislosti na úhlu zámku, postavení a druhu zámků a též na obvodové rychlosti stroje. Z daného rozboru by měly vyplynout základní podmínky pro návrh funkčních drah zámků, které mají bezprostřední vliv nejen na opotřebení a životnost zámků, jehel a lůžka jehly, jsou však určujícími pro pohyb jehly. Rozhodují též při poměrech tvoření oka a ovlivňují namáhání příze při jejím tvarování do klíčky, popřípadě odhozu starého oka.

B) V druhé části pak sledování základních závislostí v soustavě jehla - zámek - příze. Za těchto poměrů, kdy jehla plate, zjistit v první řadě změnu předěšlých závislostí hlavně při styku jehla - zámek. V další části tohoto druhého bodu experimentální zjištění namáhání příze, při jejím přetváření v očko.

Z uvedeného rozpisu je zřejmé, že řešení všech dílčích otázek, které z výše uvedených bodů vyplývají, nemůže být náplní jednoho pracovníka a tím méně jediné kandidátské práce. Zvláště když si uvědomíme, že se doposud těmito problémy zabývalo velmi málo lidí a z této oblasti neexistuje téměř žádná literatura, tedy i měřicí metody a dosažené výsledky.

Řádně bych chtěl zpracovat celý vymezený rozsah práce celkem, ovšem jen v hlavních rysech. Jen z celého přehledu bude možné určit, kde základní technologický celek okrouhlých platacích strojů vykazuje slabinu pro další zlepšení jeho technologické činnosti a zvýšení obvodové rychlosti těchto strojů. Protože budou současně známé měřicí metody, bude možné se okamžitě zaměřit na hlavní nedostatky a řešit je. Po celkovém rozboru budeme moci např. rozhodnout co brání ve zvyšování otáček okrouhlých strojů; jsou-li to zámky, jehly nebo příze, která v procesu tvarování a tvoření oka, je namáhána na mez své pevnosti.

Dále bych chtěl zdůraznit, že jsem zvolil jako základ výzkumu experimentální cestu, která je zde sice velmi obtížná, ale vede k jednoznačným ověřeným závěrům.

Pro výzkum byl z oblasti okrouhlých platacích strojů zvolen stroj velkoprádový, protože výsledky této práce mohou být okamžitě použity ve vývoji těchto strojů ve Výzkumném a vývojovém ústavu Závodů všeobecného strojírenství v Brně, se kterým na daném problému spolupracuji.

2.3.0. Přehled uveřejněných poznatků, zabývajících se blíže problematikou této kandidátské práce.

Jak již bylo řečeno dříve, neexistuje z výzkumu řešení základního celku pletacích strojů téměř žádná literatura. Teprve dnes, kdy svoji práci v první fázi výzkumu uzavírám a shrnuji své poznatky, začínají se v odborných časopisech objevovat články podobné tematiky. Též honba za zvyšováním obvodové rychlosti pletacích strojů dává tušit, že na řešení uvedené problematiky začínají horečně pracovat kolektivy výzkumných ústavů a velkých firem, vyrábějících pletací stroje. Je tedy částečnou výhodou, že jsem na dané problematice začal pracovat před pěti lety a v poslední době se spojil s pracovníky VÚ ZVS v Brně, kteří navrhnou nové pletací stroje a tím lze svých poznatků okamžitě využít pro modernizaci a konkurenční schopnost našich pletacích strojů.

2.3.1. Silové poměry na soustavě jehla - zámek - lůžko.

S touto problematikou se u nás poprvé teoreticky zabýval prof. Ing. František Pompe. Shrnutí jeho poznatků je provedeno v článku - viz literatura č. 7. V tomto článku je proveden statický rozbor soustavy jehla - zámek. Podrobně se znovu touto problematikou zabýval teoreticky Ing. M. Janša - viz literatura č. 6, který rozšířil práci o křivkové zámkové dráhy a dynamické poměry na jehle a zámku s pokusem o návrh nových zámkových drah. Křivkovými přechody funkčních zámkových drah se ve své práci zabývá též J. Heeg - viz literatura č. 8.

Závěry z uvedené literatury:

- 1) Funkční celek jehla - zámek se jeví z hlediska silových poměrů velmi nevýhodný, ale není znám doposud způsob, kterým by se tento jednoduchý princip ovládání jehel dal vhodně zlepšit a napravit.

- 2) Všechny uvedené teoretické vzorce a vztahy nelze jednoznačně dorešit do věrohodných číselných hodnot, vzhledem k naprosté statické neurčitosti uložení jehly, které se stále mění.
- 3) Jako značně výhodné se ukazují křivkové přechody na funkčních hranách zámku, které je nutné dále propočítávat pro praktické použití.

2.3.2 Technologie přetvoření příze do jednotlivých klídek a oček.

S touto problematikou se velmi podrobně zabýval ve své kandidátské práci Ing. V. Žid - viz literatura č. 10, který ve své práci odvodil matematickou závislost průběhu rychlosti příze při děleném a postupném způsobu zatahování. V druhé části se pak zabývá experimentálním zjišťováním kolísání napětí v přízi při zatahování, a to při pozitivní, konstantní dodávce příze.

Experimentálním výzkumem namáhání příze při pletení se též zabýval D. B. Henshaw - viz literatura č. 9, který provedl sérii pokusů s různými a dvojím typem stahovače (s ostrou a plochou spodní hranou). Dále též sledoval vliv čísla příze a úpravy příze na její namáhání v průběhu zatahování a tvorby oka.

Závěry a uvedené literatury:

- 1) Spotřeba tedy i rychlost příze během jejího tvarování do oka značně kolísá. Toto kolísání rychlosti spolu s kolísáním napětí příze vlivem odvíjení cívky a třením o vodící elementy způsobují značné kolísání napětí příze v právě přetvářeném úseku příze, což vede k nestojnorodosti délek oček a v poslední řadě i přetrhům příze.
- 2) Způsob zatahování, jinak řečeno počet jehel činných v zatahovacím procesu, velmi radikálně zvyšuje namáhání příze při zatahování. Ideální případ by byl tehdy,

kdyby předešlá jehla nezačala tvarovat přízi dříve, než následující jehla dokončí zatahování. To je však ve většině případech neuskutečnitelné.

- 3) Pan Henshaw na rozdíl od mnohých neznámých autorů Knoptona a Kundena konstatuje a dokládá výsledky, že podstatný vliv při přetvarování příze má na její napětí číslo příze, které též dále ovlivňuje délku očka. Je zajímavé, že se snižováním C_M příze se zvyšuje délka očka při stejném nastavení stahovače.
- 4) Podstatný vliv na délku oček má též velikost odáshu. Cílem našich konstruktérů je dělat odťah pokud možno s minimálním zatížením pleteniny.
- 5) Stahovač s plochou spodní hranou (prodlevou) zajišťuje rovnoměrnější pleteninu. Podle neověřených zkušeností však vede k vyššímu namáhání příze, protože nelze vyťahovat část příze při konečném zatahování z předešlého (dříve zataženého) očka.
- 6) Dále Henshaw experimentálně potvrdil velmi podstatný vliv úpravy příze na její namáhání při přetvarování v očko. Uvádí např. přízi reznou, pranou a parafinovanou, kde příze parafinovaná vykazuje podstatně menší namáhání proti přízi rezné a ta opět nižší proti přízi prané.

2.0. Sledování základních závislostí soustavy: zámek -
jehla - lůžko.2.1. Teoretický rozbor silových poměrů na technologické
dvojici: zámek - jehla bez příze.

Zámek s jehlou uloženou v lůžku tvoří celek, jehož součinností je příze tvarována do kliček a po té do oček. U některých typů strojů jsou při tvorbě oka ještě nápomocny různé druhy platin. Jak vypadají silové poměry na této soustavě je patrné z následujícího obr. 1. Uvedený rozbor je kreslen pro pohybující se jehlu a stojící zámky, protože tento stav je zachován u většiny okrouhlých pletacích strojů. U strojů s rotačními zámky by byl silový rozbor obdobný.

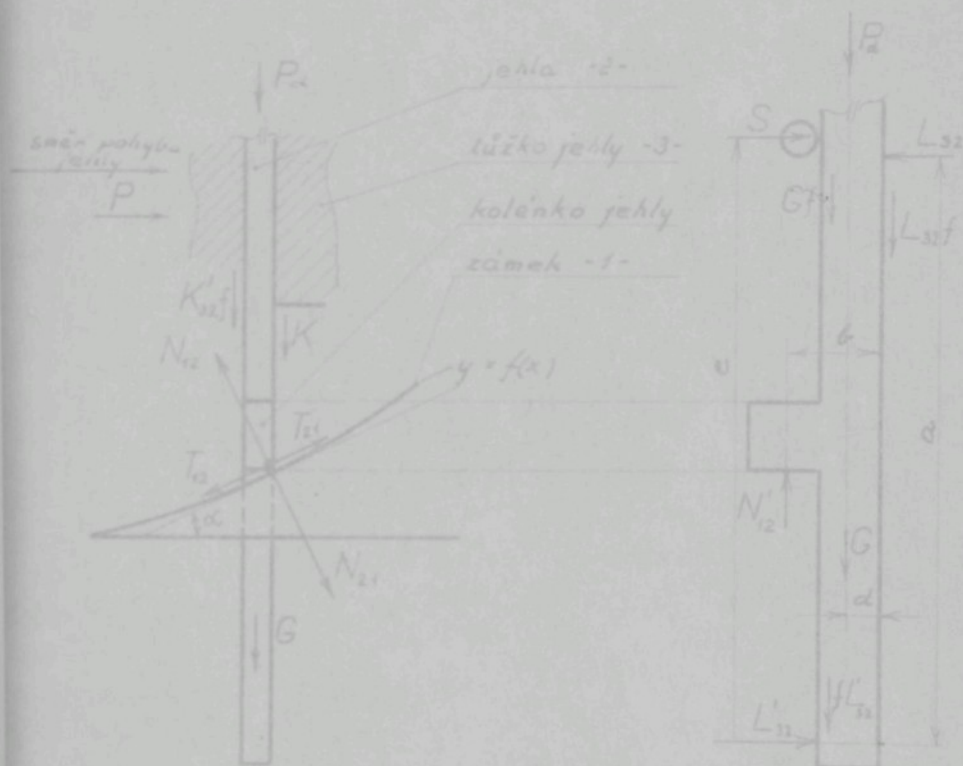
Význam označení:

- F síla pro unášení lůžka jehly
Pd dynamická síla působící na jehlu /Pd = f/G, y''//
G tíha jehly
S normálová síla mezi kolénkem jehly a zámek
N', N''.. složka síly N do osy x a y
T třecí síla mezi kolénkem jehly a zámek
K, K''.. normálová síla mezi stěnou drážky lůžka a jehlou
L normálová síla působící na přední a zadní stěnu
stvolu jehly
f koeficient tření uvažovaný všude za konstantní
a, b, c, d, e ramena působení sil
 α funkční úhel zámku /tg α = y'/

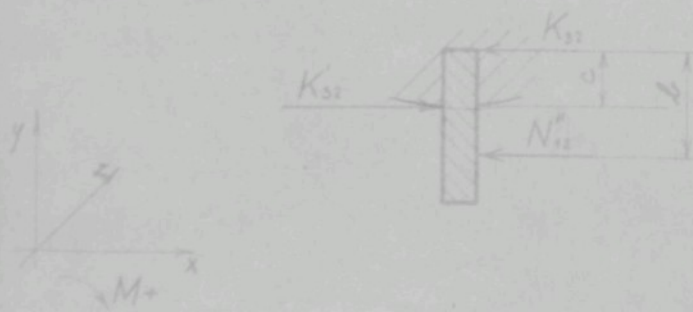
Pro rovnováhu sil na jehle platí:

Rovnováha v ose x:

$$1) K_{32}' - K_{32} - N_{12}' - fN_{12}' = 0$$



Obr. 1.



Rovnováha v ose y:

$$2) N'_{12} - G - P_d - f(N'_{12} + S + L_{32} + L'_{32} + K_{32} + K'_{32}) = 0$$

Rovnováha v ose z:

$$3) L'_{32} - L_{32} + S = 0$$

Rovnováha momentů:

$$4) (N_{12} + fN'_{12})b - K_{32} \cdot c = 0$$

$$5) (N'_{12} - fN''_{12})b - K'_{32} \cdot c + S e - L_{32} a - (P_d + G) \cdot d = 0$$

Z uvedených závislostí by bylo možné spočítat velikost jednotlivých sil za předpokladu, že s dostatečnou přesností budeme schopni odečíst ramena působení sil, což v mnoha případech není záležitost zcela jednoznačná. Uvážíme-li, že jehla je skoro vždy vložena v drážce s určitým, avšak zcela náhodným předpružením a při práci jehly s přízí, má síla od příze zcela obecnou velikost a směr, dospějeme k závěru, že čistě teoretické řešení základního technologického celku okrouhlých pletářských strojů by nevedlo k jednoznačným závěrům. Pro tyto okolnosti byla zvolena jako základ experimentální cesta výzkumu, která povede k závěrům založeným na skutečných naměřených veličinách. I zde však bude výsledek závislý na tom, jak dokonale bude schopné měřicí zařízení a zvláště snímač (sonda) zachycovat měřené jevy. Z naměřených veličin můžeme přistoupit zpětně k teoretickému výpočtu a postupně na základě experimentálního výzkumu stanovit všeobecně platné teoretické závislosti.

3.2.0. Návrh snímací sondy pro měření.

Z uvedeného obrázku 1 a závislosti je zřejmé, že pro výzkum dané soustavy je zapotřebí sledovat hlavně poměry mezi zámek a kolénkem jehly, t. j. normálovou silou N_{21} a tangenciální silou T_{21} , které jsou charakteristické pro danou soustavu. K experimentálnímu zjištění těchto dvou silových složek je nutné vyvinout spolehlivou a přitom jednoduchou metodu, která by bez velkých zásahů do stroje zaručila získání nezkreslených výsledků.

Je celkem jednoznačné, že pro měření v soustavě jehla - zámek bude nejpříjemnější nahradit zámek vhodným čidlem - snímačem, který by v zapojení na příslušnou aparaturu věrně zachycoval měřené silové veličiny.

I druhý bod tohoto problému je jednoznačný. Má-li snímač nahradit zámek, musí vlastností zámku dokonale nahradit nebo se jím alespoň v maximální míře přiblížit. To je vlastně jeden z nejdůležitějších problémů. Má-li jakékoliv čidlo - snímač - měřit silovou veličinu, musí nutně vykazovat při ztížení nějakou deformaci, která je většinou transformována na změnu elektrického impulsu. Deformace snímače by však měla být co nejmenší, aby průhyb snímače neovlivnil měřené veličiny, a to zvláště tehdy, jedná-li se o měření dynamických sil.

Pro usnadnění měření jsem se snažil použít běžně vyráběné měřicí přístroje, které spolehlivě pracují a jsou dostupnou špičkou měřicí techniky. K vlastnostem těchto přístrojů jsem přizpůsoboval parametry snímačů, které byly speciálně konstruovány pro zjištění měřených veličin.

Vyzkoušel jsem různé alternativy tensometrických, indukčních a kapacitních snímačů v zapojení na různé měřicí aparatury a přitom porovnával jejich vhodnost pro měření normálové a třecí síly ve styku kolénka jehly se zámekem.

Když se po delším výzkumu ukázalo, že nejlepší výsledky lze dosáhnout s kapacitním snímačem zapojeným na tlačnou jednotku Galle BM 300, která je určena pro měření tlaku

ku plynů, vyvíjel jsem dále jen kapacitní snímač pro zapojení na výše uvedenou aparaturu.

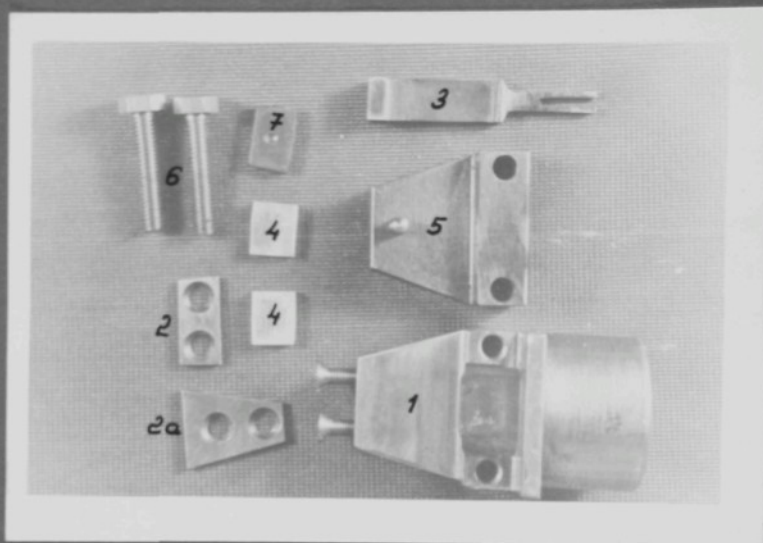
Pro správnou funkci kapacitního snímače bylo zapotřebí splnit dvě podmínky.

Za prvé, aby vlastní snímač měl minimální jalovou kapacitu, t. j. aby pokud možno celá jeho kapacita byla činně zúčastněna vlastního měření. Byl to velmi obtížný úkol, uvědomíme-li, že celá kapacita snímače nesměla přesáhnout 30 pf, aby snímač mohl být zapojen na tlakový indikátor Tesla.

Za druhé pak měrná deska snímače musela mít maximální tuhost, při dostatečné elektrické citlivosti, aby se blížila vlastnostem skutečného zámku, který nahrazuje. Celý snímač musel být konstruován tak, aby byl schopen jednoduchými úpravami měřit jak normálové, tak tangenciální síly.

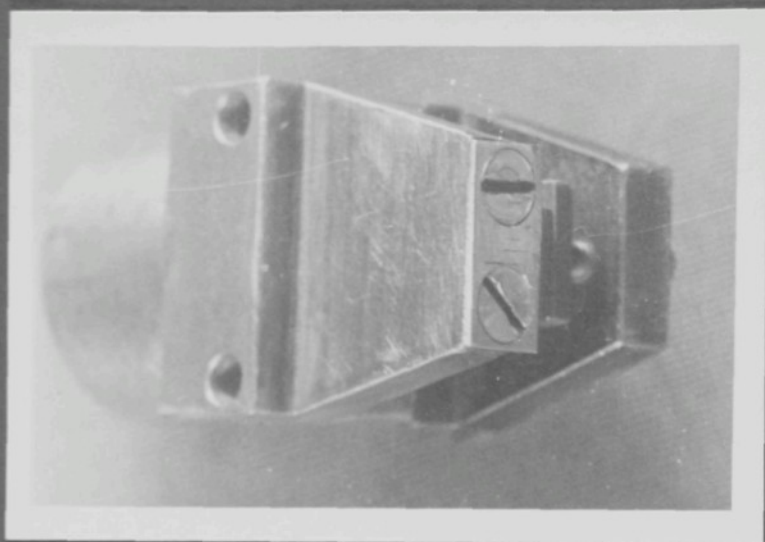
Po několika výpočtech, úpravách a zkouškách nejlépe vyhověla konstrukce kapacitního snímače, který vidíme na obr. 2, 3, 4. Výkresová dokumentace je v příloze č. 1 výkres č. (1 - 01) až (1 - 11).

Na obr. 2 vidíme rozložený kapacitní snímač. Základní těleso snímače tvoří část 1. Zadní trubkovou částí se snímač upevňuje do držáku. Do otvoru se zasunuje konektor přívodního koaxiálního kabelu. Přední desková část, která vyčníhá ze čtvercové části, je vlastní měrná deska. Na čelo této desky se přišroubováním upevňují funkční zámkové hrany 2 a 2a. Podle obrázku 3 pro měření normálových sil a podle obr. 4 pro měření tangenciálních sil. Průhyb měrné desky se děje oproti sondě 3, která je odizolována od kostry snímače a připojuje se na střední vývod konektoru. Ve střední části je sonda uložena mezi desky trolitulu 4. Trolitul je volen proto, aby se maximálně snížila jalová kapacita snímače, protože jeho dielektrická konstanta je $\epsilon \approx 2,5$, a přitom je dostatečně tuhý, aby při stažení snímače sondu spolehlivě sevřel. Obě trolitulové desky musí být dokonale rovné a rovnoběžnými plochami, aby činná plocha sondy byla rovnoběžná, při stažení snímače, se spodní plochou měr-

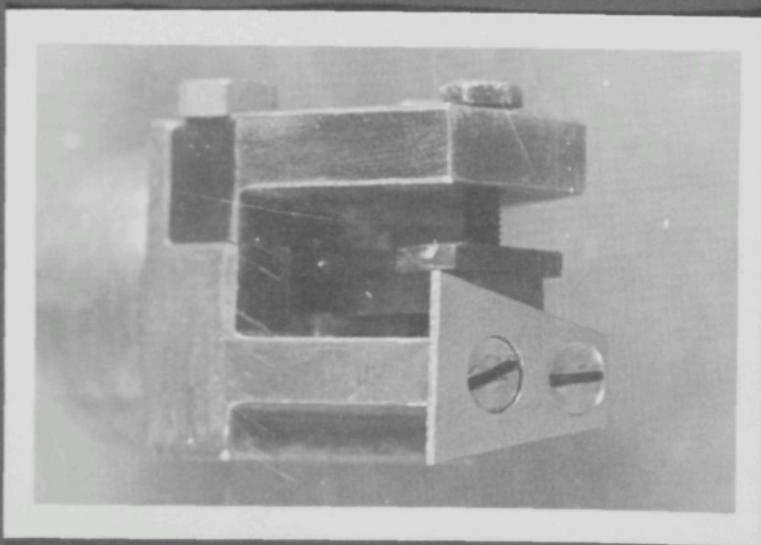


Obr. 2. Rozložený kapacitní snímač.

- 1 těleso snímače
- 2 zámková hrana pro měření normálových sil
- 2a zámková hrana pro měření tangenciálních sil
- 3 sonda
- 4 trolitulové destičky svírající sondu
- 5 příložka
- 6 stahovací šrouby
- 7 fíbrová podložka



Obr. 3. Kapacitní snímač pro měření normálových sil.



Obr. 4. Kapacitní snímač pro měření tangenciálních sil.

tor se vzduchovým dielektrikem, jsou dokonale vyleštěny, aby se maximálně snížila možnost zkratu. Celkové stažení snímače je provedeno příložkou 5, která se pomocí dvou šroubů 6 přitáhne k základní části snímače 1 a sevře tak sondu 3 mezi trolitulové desky. Zadní část sondy je zeslabena a slouží jako živý kontakt pro nasunutí ^{střední} části konektoru. V přední části příložky 5 je regulační šroub M3, který přes fibrovou podložku 7 reguluje vzdálenost činné plochy sondy od měrné desky. Zároveň též sondu podpírá, aby nemohla kmitat při nárazu kolénka jehly na snímač a též nezachycovala ohvění měřeného stroje a tím měření nebylo zkreslováno.

Složení snímače se provede tak, že sonda se mírně prohne, aby při staženém snímači byla vzdálenost její činné plochy od měrné desky asi 1 mm. Po dostatečném stažení snímače se regulačním šroubem M3 seřídí tato vzdálenost na hodnotu 0,01 - 0,05 mm, podle požadované citlivosti snímače.

Základní předpoklady pro návrh snímače lze shrnout do následujících bodů.

- Sonda 3 obr. 2 musí být svým povrchem pokud možno nejdále od kostry snímače.
- Povrch sondy mimo vlastní činnou plochu zachovat co nejmenší.
- Izolační materiál musí být volen s dielektrickou konstantou co nejmenší (Trolitul, fibr).
- Činná plocha sondy musí být dokonale hladká a rovnoběžná se spodní plochou měrné desky při staženém snímači.

Splněním těchto bodů se dosáhne snížené jalové kapacity snímače na minimum a jeho citlivost dosáhne své maximální hodnoty.

3.2.1 Výpočet citlivosti snímače.

Jak již bylo dříve řečeno, závisí citlivost kapacitního snímače na poměru jeho jalové a činné kapacity. Výše uvedenou konstrukcí snímače se podařilo snížit jalovou kapacitu snímače C_j na 11 pF. Tato hodnota byla naměřena.

Činná plocha sondy je $S = 0,21 \text{ cm}^2$.

Minimální vzdálenost činné plochy sondy od měrné desky je $a = 0,001 \text{ cm}$.

Činná kapacita snímače C tedy činí:

$$C = 0,0885 \cdot \varepsilon \cdot \frac{S}{a} / \text{pF, cm, cm}^2/, \quad \varepsilon = 1 - \text{pro vzduchovou mezeru}$$

$$C = 0,0885 \cdot 1 \cdot \frac{0,21}{0,001} = 18,585 \text{ pF}$$

Celková kapacita snímače C_1 :

$$C_1 = C + C_j = 18,585 + 11 = 29,585 \text{ pF}$$

Z uvedené hodnoty je zřejmé, že snímač může pracovat v zapojení na aparaturu Tesla BM 398, kde vstupní kapacita celé sondy má být do 30 pF, při kterých se dá aparatura ještě vyvážit.

Daná aparatura je schopna registrace změny kapacity o 0,01 pF. Maximální změna je možná do 0,5 pF. Uvádíme-li tedy, že v krajním případě stačí změna kapacity o 0,01 pF, pak zpětným výpočtem zjistíme krajní nejmenší možnou výchylku měrné desky.

Změní-li se činná kapacita snímače na $C' = 18,595 \text{ pF}$, pak vzdálenost a se změní na $a_1 = 0,0885 \cdot \varepsilon \cdot \frac{S}{C} = 0,0885 \cdot 1 \cdot \frac{0,21}{18,595} = 0,99946 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$. Odečtením $a - a_1 = 0,001 - 0,99946 \cdot 10^{-3} = 0,54 \cdot 10^{-6} \text{ cm}$. Teoreticky tedy přístroj zaznamená výchylku měrné desky snímače o $0,54 \cdot 10^{-5} \text{ mm}$. Ve skutečnosti nám postačí pracovat s průhyby měrné desky 10 x nebo 100 x většími a přitom snímač nezakreslí poměry mezi kolénkem jehly a zámkem. Je to z toho důvodu, že kolénko jehly je vůči zámku nepoměrně

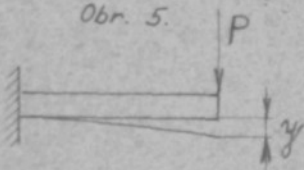
v desetinách milimetru.

3.2.2 Výpočet průhybu měrné desky použitého snímače.

Pro upřesnění a posouzení mechanických vlastností snímače jsem provedl výpočet průhybu jeho měrné desky, protože rozměry snímače a jeho měrné desky byly voleny podle předběžných zkušeností a výpočtu. Podle obr. 5 je zřejmé, že se jedná o výpočet vetknutého nosníku skoseného deskového tvaru. Dále je odvozena teoretická závislost průhybu nosníku na síle působící na jeho konci.

Výpočet průhybu desky použitého snímače

Obr. 5.

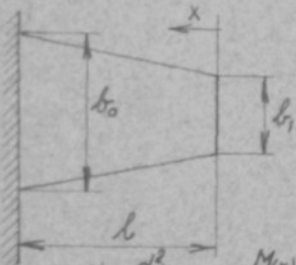


$$l_{(x)} = l_1 + \frac{l_0 - l_1}{l} x$$

$$EJ_{(x)} \frac{d^2 y}{dx^2} = M_{(x)}$$

$$M_{(x)} = P \cdot x$$

$$J_{(x)} = \frac{b_w \cdot h^3}{12} = \frac{h^3 \cdot b_1}{12} + \frac{h^3 (b_0 - b_1)}{12l} x$$



$$1) \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M_{(x)}}{EJ_{(x)}} = \frac{P \cdot x}{E \frac{h^3}{12l} \left[l b_1 + \frac{l_0 - l_1}{1} x \right]}$$

$$2) \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{12l}{E h^3} \cdot \frac{P x}{l b_1 + x (b_0 - b_1)}$$

$$3) \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{12l}{E h^3} \cdot \frac{P x}{l b_1 + x c} \quad ; \quad b_0 - b_1 = c$$

$$4) \frac{dy}{dx} = \frac{12lP}{E h^3} \left[\frac{x}{c} - \frac{l b_1}{c^2} \ln (l b_1 + x c) + A \right]$$

$$5) y = \frac{12lP}{Eh^3} \left[\frac{x^2}{2c} - \frac{lb_1}{c^2} \left[(lb_1 + xc) \lg(lb_1 + xc) - lb_1 - xc \right] + Ax + B \right]$$

$$6) y = \frac{12lP}{Eh^3} \left[\frac{x^2}{2c} - \frac{lb_1}{c^2} \left[(lb_1 + xc) \lg(lb_1 + xc) - lb_1 - xc \right] + Ax + B \right]$$

Pro $x = l \rightarrow y = 0, \frac{dy}{dx} = 0$; odtud

$$A = -\frac{l}{c} + \frac{lb_1}{c^2} \lg(lb_1 + lc)$$

$$B = \frac{l^2}{2c} + \frac{lb_1}{c^2} \left[(lb_1 + lc) \lg(lb_1 + lc) - lb_1 - lc \right] - \frac{l^2 b_1}{c^2} \lg(lb_1 + lc)$$

Průhyb na konci měrné desky pro $x = 0$.

$$y = \frac{12lP}{Eh^3} \left[-\frac{lb_1}{c^2} (lb_1 \cdot \lg lb_1 - lb_1) + B \right]$$

Po dosazení skutečných hodnot, kde

$$P = 1 \text{ kp}$$

$$h = 0,5 \text{ cm}$$

$$l = 1,8 \text{ cm}$$

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kp/cm}^2$$

$$b_0 = 2,5 \text{ cm}$$

$$c = b_0 - b_1 = 1,1 \text{ cm}$$

$$b_1 = 1,4 \text{ cm}$$

$$c^2 = 1,21 \text{ cm}^2$$

$$c^3 = 1,33 \text{ cm}^3$$

$$B = \frac{l^2}{2c} + \frac{lb_1}{c^2} \left[(lb_1 + lc) \lg(lb_1 + lc) - lb_1 - lc \right] - \frac{l^2 b_1}{c^2} \lg(lb_1 + lc)$$

$$B = \frac{1,8^2}{2 \cdot 1,1} + \frac{1,8 \cdot 1,4}{1,33} \left[(1,8 \cdot 1,4 + 1,8 \cdot 1,1) \cdot \lg(1,8 \cdot 1,4 + 1,8 \cdot 1,1) - 1,8 \cdot 1,4 - 1,8 \cdot 1,1 \right] -$$

$$\frac{1,8^2 \cdot 1,4}{1,21} \lg(1,8 \cdot 1,4 + 1,8 \cdot 1,1) = 0,128$$

$$y = \frac{12Pl}{Eh^3} \left[-\frac{lb_1}{c^2} (lb_1 \cdot \lg lb_1 - lb_1) + B \right]$$

$$y = \frac{12 \cdot 1 \cdot 1,8}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 0,5^3} \left[-\frac{1,8 \cdot 1,4}{1,33} (1,8 \cdot 1,4 \cdot \lg 1,8 \cdot 1,4 - 1,8 \cdot 1,4) + 0,128 \right]$$

$$y = 82,286 \cdot 10^{-6} (0,363 + 0,128)$$

$$y = 40,402 \cdot 10^{-6} \text{ cm}$$

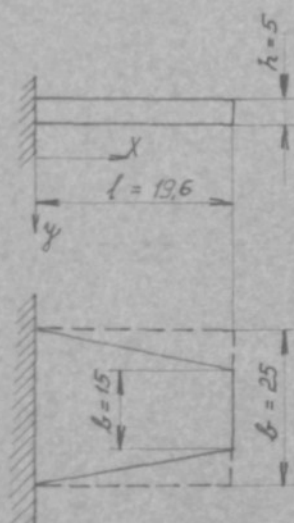
Z uvedeného výpočtu je zřejmé, že měrná deska snimače bude mít při předpokládaném maximálním zatížení $P = 4$ kp průhyb $y_1 = 1,6 \cdot 10^{-3}$ mm, tedy v oblasti pro měření plně vyhovující.

3.2.3 Vlastní frekvence použitého snimače.

Pro úplné posouzení kvality použitého snimače bylo nutné zjistit jeho vlastní frekvenci. Přesná hodnota vlastní frekvence byla stanovena měřením srovnávací metodou.

Předběžně byla výpočtem stanovena za zjednodušených podmínek přibližná hodnota frekvence měrné desky.

Pro vetknutý nosník zkoseného tvaru obr. 6, který kmitá ve své rovině souměrnosti, tudíž pro stejný případ, jakým je měrná deska snimače, platí obecná diferenciální rovnice (viz literatura č. 1, str. 257).



$$\frac{d^2}{dx^2} \left(EI \frac{d^2 y}{dx^2} \right) = \frac{\gamma A}{g} \frac{d^2 y}{dt^2}$$

kde I a A jsou funkcí x a kde značí

- EI - ohybová tuhost nosníku
- γ - váha jednotkového objemu materiálu
- A - plocha příčného průřezu
- g - gravitační zrychlení

Vzhledem k tomu, že se nám jedná jen o výpočet přibližné hodnoty pro nastavení frekvence tónového generátoru a též podmínky na snimači jsou složitější než na obr. 6, zvolil jsem jednodušší způsob výpočtu. Uvažoval jsem desku nikoliv zkosenou, ale tvaru obdélníkového (na obr. značeno čárkovaně) s délkou $\frac{1}{2}$, v níž je též zahrnuta tloušťka zámkové hrany. Pro tento případ platí (viz literatura č. 1, str. 30)

$$f = \frac{3,515}{2\pi} \sqrt{\frac{EJg}{\omega l^4}}$$

kde je f - vlastní příčná frekvence nosníku (1/s)

E - modul pružnosti materiálu (p/cm^2)

I - moment setrvačnosti průřezu v rovině kmitání (cm^4)

g - gravitační zrychlení

ω - váha jednotkové délky nosníku (p/cm)

l - délka nosníku (cm)

Dosazením skutečných hodnot do této rovnice obdržíme:

E pro ocel voleno $2,1 \cdot 10^9 \text{ kp/cm}^2$

$$I = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} \cdot 2,5 \cdot 0,5^3 = 0,026 \text{ cm}^4$$

$$\omega = b \cdot h \cdot \gamma = 2,5 \cdot 0,5 \cdot 7,8 = 9,75 \text{ p/cm}$$

$$f = \frac{3,515}{2\pi} \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^9 \cdot 0,026 \cdot 981}{9,75 \cdot 1,96^4}} = \frac{3,515}{2\pi} \sqrt{\frac{5,356 \cdot 10^{10}}{143,91}} =$$

$$= \frac{3,515}{2\pi} \sqrt{0,3722 \cdot 10^{10}} =$$

$$= \frac{3,515}{2\pi} \cdot 0,193^{10^5} = \underline{\underline{9681 \text{ Hz}}}$$

Z uvedeného výsledku a předpokladů je zřejmé, že skutečná hodnota vlastní frekvence snímače bude okolo 10 kHz. Měrná frekvence tónového generátoru byla při měření nastavena na hodnotu 10 kHz.

Blokové schéma zapojení přístrojů při měření vlastních kmitů snímače je uvedeno na obr. 7, kde značí:

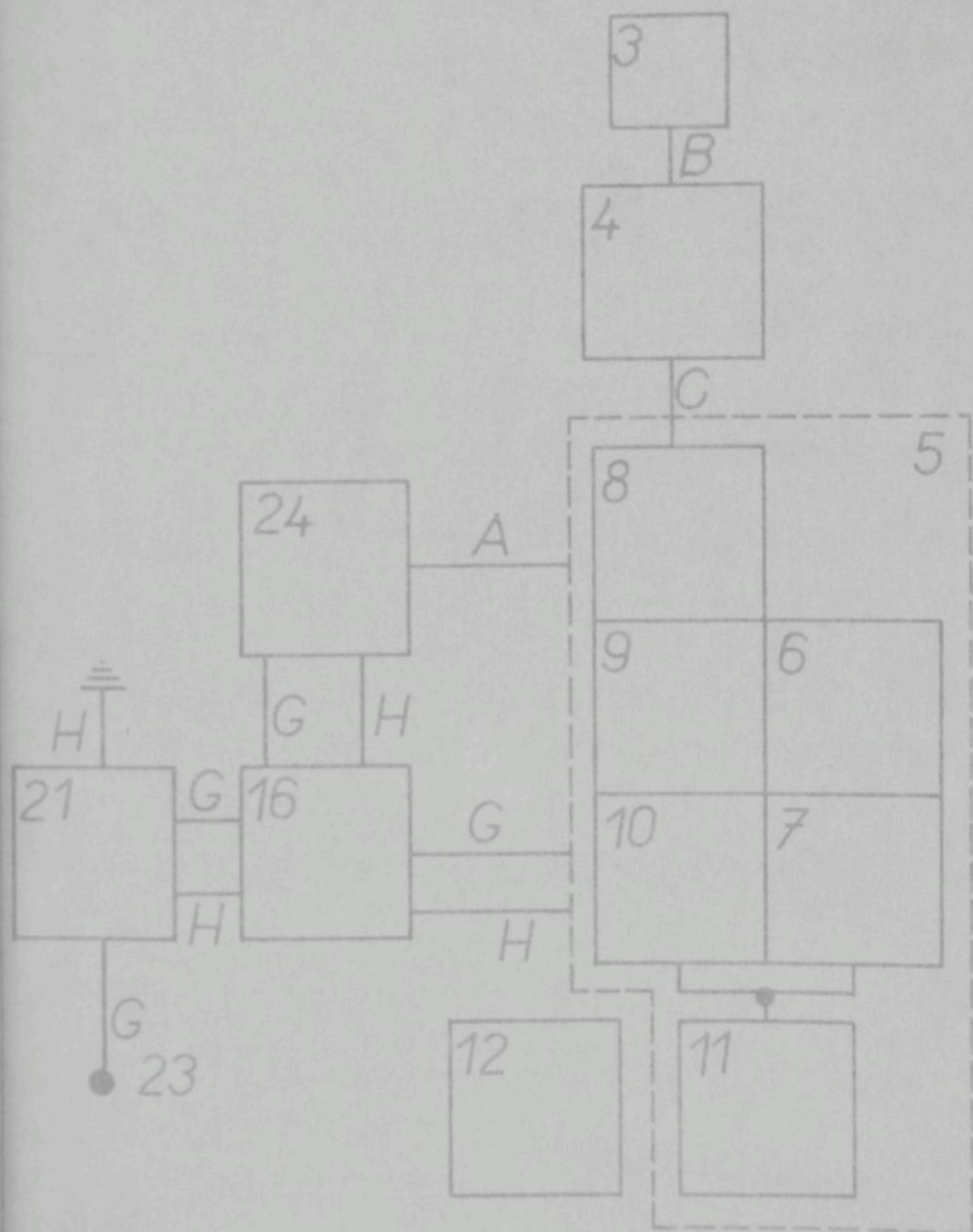
- 3 - kapacitní snímač
- 4 - oscilátor - separátor
- 5 - konstrukční celek - tlakový indikátor Tesla BM 398
- 12 - fotoaparát Exakta Varex IIb
- 16 - rozvodná a pojistková deska
- 21 - stabilizátor napětí Křižík ST 5000 . 4
- 24 - tónový generátor Tesla BM 344

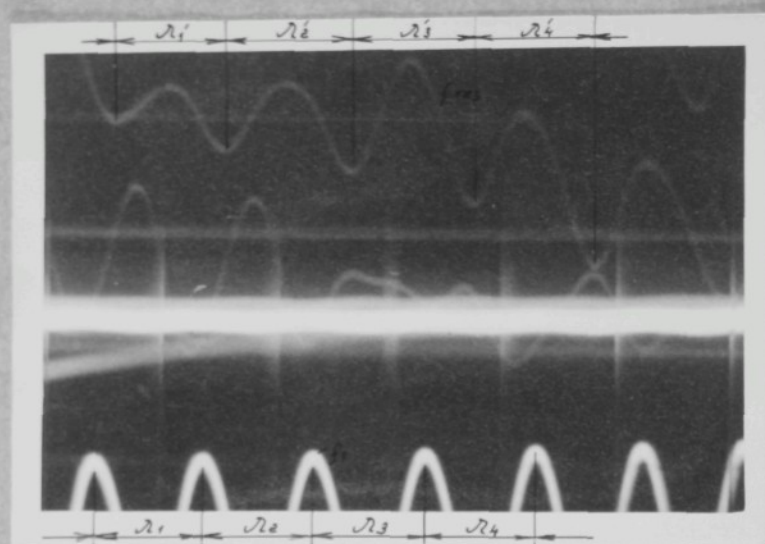
Ostatní údaje jsou v kapitole 3.2.6.

Tlakový indikátor Tesla BM 398 je dvoukanálový. Na jeden kanál byl zapojen vlastní snímač a na druhý kanál přímo na vychylovači zesilovač osciloskopu tónový generátor, nastavený na frekvenci 10 kHz. Snímač byl upevněn v masivním drážku; jeho funkční hrana byla zatížena závažím, které bylo zavěšeno na tenké niti. Při vhodném nastavení celé mařičicí aparatury byla nit přepálena, čímž se měrná deska snímače odlehčila a začala tlumeně kmitat. Bezprostředně poté byl na 1/60 s otevřen objektiv fotoaparátu a byl sejmout obraz probíhající na stínítku obrazovky tlakového indikátoru. Bližší funkce přístrojů a jejich zapojení je vysvětleno v kapitole 3.2.6.

Fotografii stínítka indikátoru vidíme na obr. 8. Vlastní kmitočet snímače je v horní části obrázku, v dolní části je měrný kmitočet 10 kHz. Protože během expozice proběhla časová základna osciloskopu několikrát a její spuštění není synchronizováno s kmity snímače, jsou jeho kmity naexponovány též vícekrát. Oba paprsky osciloskopu mají společnou časovou základnu, proto můžeme poukáním změření délky vlny kmitů snímače a měrného kmitočtu a vzájemným jejich porovnáním zjistit skutečné vlastní kmity

Obr. 2. Blokové schéma měření vlastních kmitů anemče.





Obr. 8.

Na následující tabulce jsou uvedeny délky vln kmitů λ_i a λ_i' .

n	$\lambda_i' / \text{mm} /$	$\lambda_i / \text{mm} /$
1	18,8	18,5
2	21,2	19,5
3	21,0	19,0
4	20,8	19,0
Σ	81,8	76,0

Jejich průměrné hodnoty se vypočítají ze vztahů:

$$\bar{\lambda}' = \frac{\sum \lambda_i'}{n} = \frac{81,8}{4} = 20,45 \text{ mm}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum \lambda_i}{n} = \frac{76}{4} = 19,00 \text{ mm}$$

Vlastní frekvence snímače f_r vyplývá z úměry

$$\frac{f_r}{f_m} = \frac{\bar{\lambda}}{\lambda_i'} \quad , \text{ kde } f_m = 10 \text{ kHz} - \text{měrný kmitočet}$$

Z této úměry platí $f_r = f_m \cdot \frac{\bar{\lambda}}{\lambda_i'} = 10 \cdot \frac{19,0}{20,45} = 0,929 \cdot 10 = 9,29 \text{ kHz}$

Vlastní frekvence měrné desky snímače $f_r = 9\,290 \text{ Hz}$.

Z uvedeného výsledku je patrné, že vlastní frekvence snímače je dostatečná a nemělo by cenu ji zvětšovat, protože vlastní tlakový indikátor, na který se snímač připojuje, nemůže pracovat s vyšším kmitočtem než 10 kHz. Dále je možné konstatovat, že prozatím neexistoval u nás pro měření v textilním průmyslu snímač s tak vysokým a tedy maximálně vhodným kmitočtem, vhodným i pro sledování napětí příze při různých technologických procesech. Dnes, kdy jsou u nás běžné aparatury DISA je možné tohoto snímače velmi výhodně využít v zapojení na tento velmi dokonalý přístroj.

3.2.4. Vliv chvění měřeného zařízení na snímač.

Velmi důležitou vlastností snímače je, jak při své citlivosti reaguje např. na chvění měřeného přístroje. Jinak řečeno, zda-li toto chvění snímač nezachycuje, protože by zkreslovalo vlastní měření, popřípadě ho vůbec znemožnilo. Tento bod nelze řešit komplexně, ale je nutné vliv chvění na snímač sledovat u konkrétních měření a řešit ho podle specifických podmínek. Odstranění nebo snížení vlivu chvění na snímač způsobilo v průběhu měření mnoho komplikací, které byly řešeny vždy u daného měření buď úpravou držáku snímače nebo částečnou rekonstrukcí vlastního snímače.

3.2.5. Upevnění snímače při měření.

Jak již bylo dříve řečeno, byl pro vlastní měření zvolen velkopříměrový Žakárový stroj UNIPLET Žakar ODZI 30 výrobek n. p. Zbrojovka Vsetín. Všechny držáky jsou tedy rozměrově konstruovány na tento typ stroje.

Držák svými vlastnostmi musí splňovat dvě základní podmínky. V první řadě musí svým uspořádáním umožňovat snadné měření příslušných dějů a za druhé musí být dodržena dostatečná tuhost držáku, aby nebyly zhoršovány vlastnosti snímače. Vhodné držáky pro měření na válcitatalíř jsou nakresleny v příloze I, výkresy č. 1 - 01, 1 - 02, 1 - 03 a 1 - 04.

Vlastní snímač je do otočných desek držáků vlisován tak, aby jeho funkční zámková hrana byla v úrovni osy otočné desky. Celkové uspořádání držáků umožňuje jednoduché nastavení funkční hrany snímače vůči lůžkům stroje a dále natočením otočné desky nastavení libovolného funkčního úhlu zámků, jehož velikost je možno odečíst na stupnici vyryté na obvodu otočné desky.

Lisovaného spojení snímače s otočnou deskou a jejího stranového upevnění na stativ držáku bylo použito proto, aby dotahováním desky k základu držáku nebyla deformována upevňovací trubka snímače a tím i ovlivňována jeho citlivost. I sebemenší deformace upevňovací trubky snímače má za následek ovlivnění cejchu snímače a proto nebylo možné upevnit snímač do svěrného spojení, ve kterém by se samozřejmě pro nastavení funk. úhlu natáčel, protože každá změna polohy snímače by znamenala opakování pracovního cejchu.

Uvedené držáky jsou dostatečně masivní a spolehlivě připevněny ke kostře stroje, aby nedošlo k znehodnocení vysoké vlastní frekvence snímače.

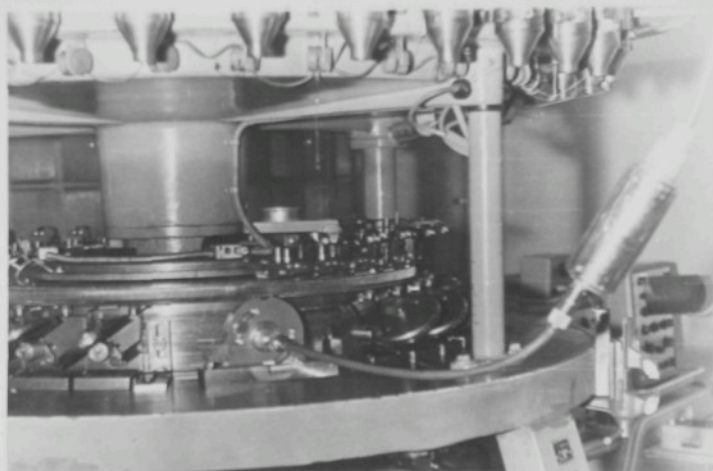
Na obrázcích 9, 10, 11 jsou znázorněna upevnění snímače na stroji při vlastním měření na válcovém i talířovém lůžku. Pro vhodný nájezd kolénka jehly na snímač a pro opětovné vběhnutí kolénka jehly do zámkového systému stroje bylo používáno pomocných zámků upevněných na vlastních držácích. Dva z nich jsou patrné z výše uvedených obrázků a jsou označeny písmeny A a B.

3.2.6 Celkové zapojení snímače v měřicí aparatuře.

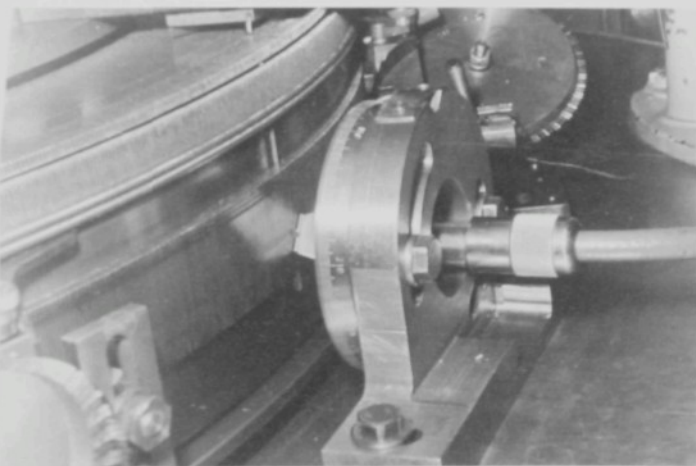
Celkové uspořádání měření normálových a tangenciálních sil ve styku kolénka jehly se zámkem na okrouhlém pletacím stroji je zobrazeno v blokovém schématu na obr. 12, fotografie měřicí aparatury je na obr. 13.

V schématu značí:

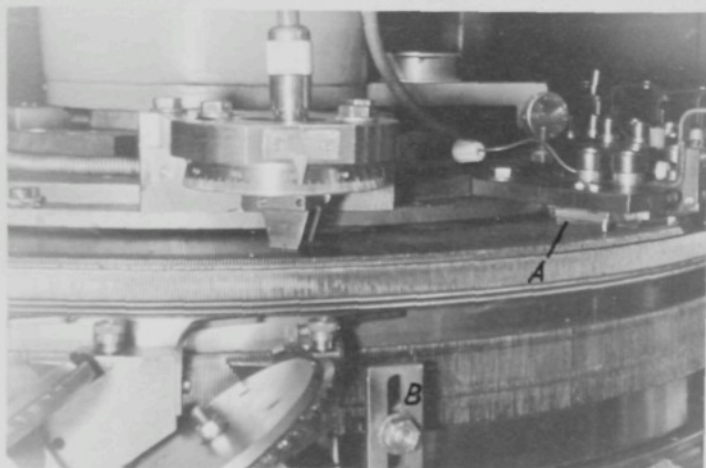
1 - měřený okrouhlý pletací stroj - Uniplet žakár ODZI 32



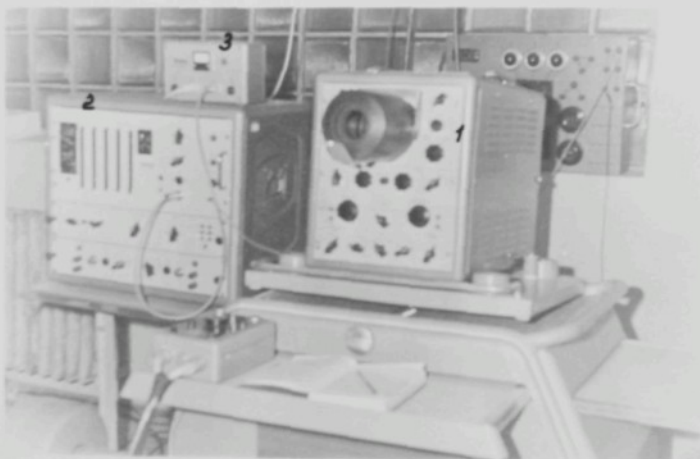
Obr. 9. Měření na válcovém lůžku.



Obr.10. Nájezd kolénka jehla na snímač.

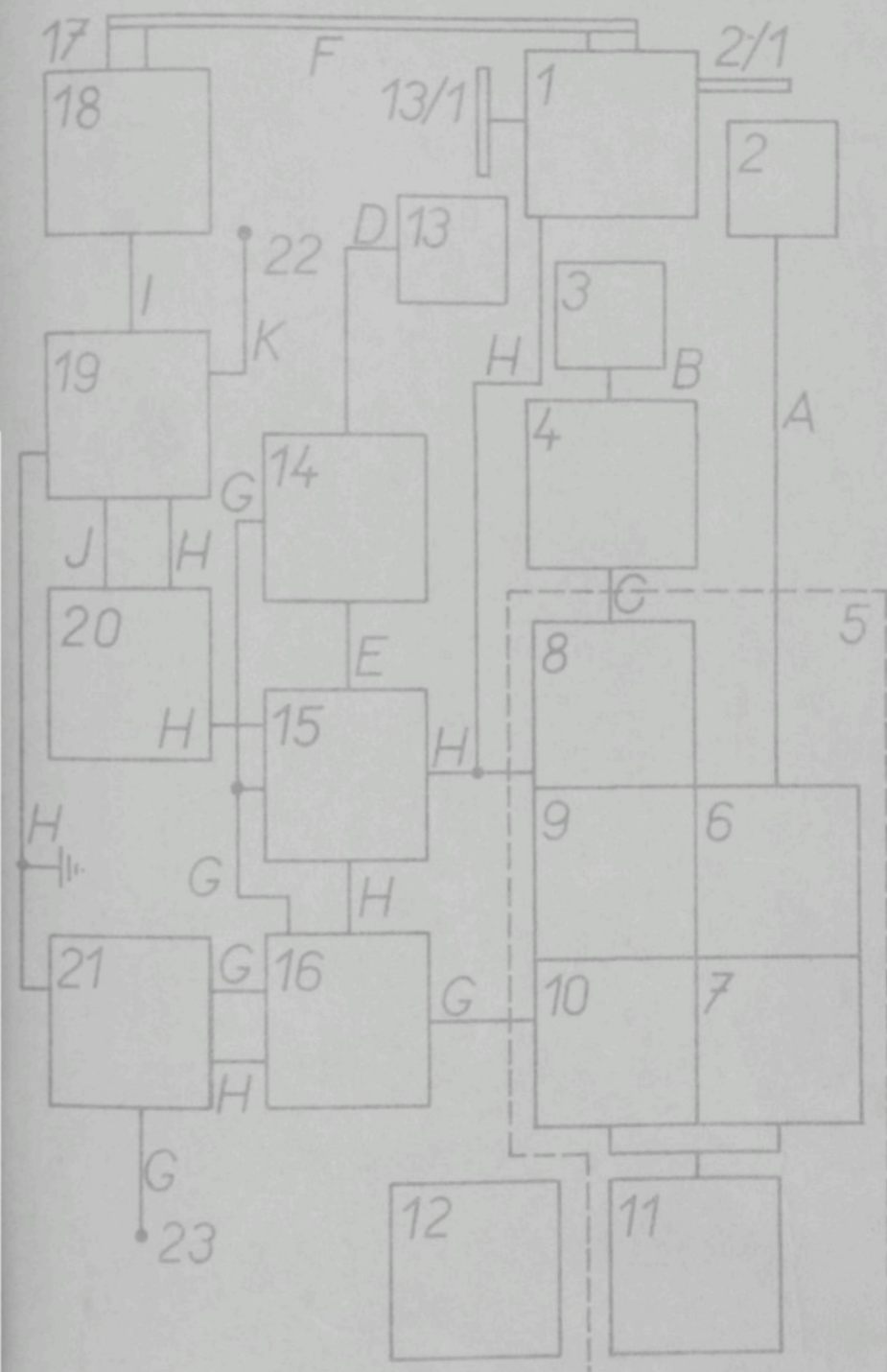


Obr.11. Měření na talířovém lůžku.



Obr.13 - 1 tlakový indikátor Tesla BM 398
2 dekadický čítač Tesla BM 354
3 fotoelektrický snímač Tesla BP 3620

Obr. 12. Blokové schéma vlastního řešení.



- 2/1 - ocelový břit pro magnetický snímač
- 3 - kapacitní snímač
- 4 - oscilátor - separátor
- 5 - konstrukční celek - tlakový indikátor Tesla BM 398
- 6 - oscilátor časové základny - zpožďovací linka
- 7 - horizontální zesilovač
- 8 - modulátor - zesilovač
- 9 - diskriminátor
- 10 - vertikální zesilovač
- 11 - osciloskop
- 12 - fotoaparát Exakta Varex IIb
- 13 - fotoelektrické čidlo
- 13/1 - otočná clonka Tesla BP 3620
- 14 - zesilovač a derivátor
- 15 - dekadický čítač Tesla BM 354
- 16 - rozvodná a pojistková deska
- 17 - řemenice dvoustupňové převodovky
- 18 - regulační motor
- 19 - regulační souprava
- 20 - ovládací panel
- 21 - stabilizátor napětí Křižík ST 5000 . 4
- 22 - síťový přívod nestabilizovaný, třífázový
- 23 - síťový přívod nestabilizovaný, jednofázový
- A - stíněný jednožilový vodič s aktivním stíněním
- B - spec. koaxiální kabel (75 Ω)
- C - šestižilový stíněný kabel s aktivním stíněním
- D - koaxiální kabel (75 Ω)
- E - čtyřžilový vodič s aktivním stíněním
- F - řemenový převod
- G - síťová šňůra třípramenná
- H - autokabel (uzemnění)
- I - vícežilový silnoproudý kabel
- J - šestižilový silnoproudý kabel
- K - čtyřžilový silnoproudý kabel

Rozdělení přístrojů pro jednotlivé obvody:

Pohon stroje a současně regulaci otáček provádějí díly

17, 18, 19, 20.

Kontrolu otáček stroje zajišťují díly

13/1, 13, 14, 15.

Zjištění normálové a tangenciální síly provádějí díly

3, 4, 8, 9, 10.

Funkci časové základny zajišťují díly:

2, 6, 7.

Zviditelnění a záznam měřených veličin zajišťují díly:

11, 12.

Napájení přístrojů síťovým stabilizovaným napětím zajišťují:

díly 21, 16.

Stručný popis činnosti jednotlivých obvodů.

1) Pohon pletacího stroje

Z důvodu potřeby přesné regulace otáček v širokém rozmezí byl pro pohon pletacího stroje použit regulační motor Rome 3, 1. Jde o třífázový stejnosměrný regulační motor s plynulou regulací otáček. Protože u této soustavy není v nízkých otáčkách zaručen rovnoměrný chod, byla za motor vřazena převodová skříň s konstantním převodem (směrem dolů), takže i v nejnižších otáčkách stroje byla zaručena rovnoměrnost jeho chodu. Regulaci otáček lze provádět pouhým pootočením potenciometru na ovládací desce.

2) Kontrola otáček stroje

Protože jde o měření, kde hledaná veličina je funkcí otáček stroje, byly pro jejich měření stanoveny tyto požadavky.

1) Přesnost měření byla stanovena na $\pm 0,03$ ot./min.

v krátkých časových intervalech, aby nastavení otáček pomocí regulačního elektromotoru bylo co nejrychlejší.

Táto podmínkám vyhovuje měření pomocí fotoelektrického čidla zapojeného na dekadický čítač.

Na řemenicové kolo, které pohání podavače materiálu a které je mechanicky přes převodové soukolí spojeno s jehelním válcem, byla připevněna plochá deska. Po obvodu této desky byly vyvrtány ve stejných roztečích otvory. Jejich počet byl zvolen tak, aby při jedné otáčce stroje proběhlo mezi fotodiódou a zdrojem světla, které byly umístěny na obou stranách desky, přesně 1200 otvorů. To znamená, že fotonka vyslala za jednu otáčku stroje 1200 impulsů. Takto získané pulsy byly přes zesilovač a derivátor 1 vedeny na dekadický čítač 2 obr. 12. Hradlo čítače bylo nastaveno tak, aby se automaticky po jednovteřinovém intervalu otvíralo vždy na 5 s. Z uvedeného vyplývá, že za 1/12 minuty, t. j. za 5 s byl při jedné otáčce stroje přerušen světelný paprsek zdroje 100 x a byl vyslán stejný počet impulsů dekadickému čítači. Pro tuto závislost platí vztah:

$$A = \frac{B \cdot N}{12}$$

kde A - počet impulsů za 5 s

B - počet impulsů za jednu otáčku stroje

N - otáčky stroje za minutu

Z uvedeného vztahu vyplývá, že např. při otáčkách stroje 20 ot/min dekadický čítač napočítá 2000 pulsů. Otáčky stroje mohou být tedy sledovány s přesností 0,01 ot. a měření plně vyhovuje předem stanovenému požadavku.

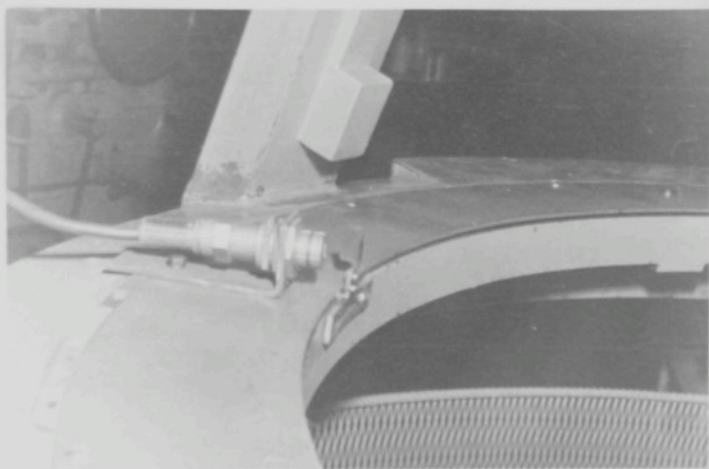
3) Způsob zobrazení měřených silových veličin mezi kolénkem jehly a zámekem na kinofilm.

Kapacitní animáč, jehož funkční hrana plnila funkci zámku (zvedače nebo stahovače) způsobila při nájezdu kolénka jehly prohnutí měrné desky snimače. Tím došlo ke změně činné kapacity animáče. Takto vzniklou změnu kapacity

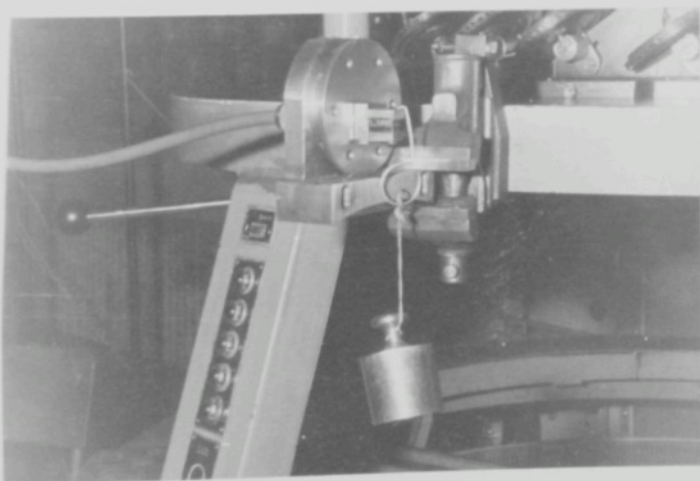
(řádově 0,1 pF) nelze vést na potřebnou vzdálenost k vyhodnocovacímu mostu, když spojovací kabel má vlastní kapacitu řádově v 1000 pF. Proto je na použitém přístroji v bezprostřední blízkosti snímače umístěn generátor, který pracuje v oblasti desítek KHz. Je to LC oscilátor, v jehož ladícím obvodu je připojen pomocí speciálního krátkého koaxiálního kabelu kapacitní snímač. Změna kapacity snímače změni i frekvenci, na které oscilátor pracuje. Ze oscilátorem je v témže krytu umístěn separátor, který jednak zabraňuje zpětnému působení zátěže na oscilátor a současně provádí impedanční transformaci. Ze separátoru tedy vychází známá frekvence, která fluktuuje kolem středové hodnoty přímo závisle na změně kapacity snímače a tím i průhybu měrné desky. Další část přístroje, které již může být v libovolné vzdálenosti od měřeného místa pracuje jako přijímač s frekvenční modulací. Jen s tím rozdílem, že přenosné pásmo je do 10 kHz. Výsledný signál je jednoduchým stejnosměrným zesilovačem veden na vertikální vychylování paprsku osciloskopu. Celý přístroj 3 obr. 12 je dvoukanálový, tedy i dvoupaprekový. Jeden kanál pracuje jako přímo zesilující a druhý využívá principu superheterodynu. Pro běžná měření byl využitelný zásadně přímo zesilující kanál.

Pro správné časové rozvinutí sledovaného děje při různých otáčkách pletacího stroje, osciloskop tlakového indikátoru je vybaven plynulou regulací časové základny.

Dále bylo nutné provést synchronizaci spuštění časové základny s přejezdem kolénka po funkční hraně snímače. Při měření byl použit pro spuštění časové základny magnetický snímač obr. 14, který byl pevně umístěn na kostře stroje. Na otáčejícím se odtahovém zařízení pletacího stroje byl připevněn ocelový břit, který při míjení magnetického snímače vzbudil v něm napěťový impuls. Tento impuls po dalším zpracování spouští jednorázově časovou základnu osciloskopu. Časové rozdíly způsobené různou rychlostí stroje a různým umístěním jehly bylo možno kompensovat ve zpožďovací lince, která je vložena do cesty špouštěcímu impulsu. Toto uspořádání nám umožňovalo vhodné umístění



Obr. 14. Elektromagnetický spouštěč časové základny.



Obr.15. Způsob provádění statického cejchu.

a patřičné rozvinutí měřeného děje na stínítku obrazovky.

3.2.7. Cejchování měřicího zařízení.

Pro cejchování měřicího zařízení byla použita vcelku jednoduchá, ale dostatečně přesná, metoda. Před samotným měřením se při zapojení celé měřicí aparatury nastaví regulačním šroubkem citlivost snímače, poté velikost elektrického zesílení tak, aby měřený děj vykazoval dostatečně výchyly na stínítku obrazovky. Protože před začátkem měření jsou přístroje po dobu jedné hodiny žhavy a navíc se měření provádí v klimatizované místnosti, můžeme přikročit k měření, aniž v jeho průběhu dojde změnou teploty zařízení či změnou prostředí ke značně nastavených hodnot přístrojů.

Po skončeném měření byl snímáč včetně držáku odmontován a připevněn na okraj stroje, obr. 15, pro vlastní cejchování. Na osciloskopu byla vypnuta časová základna, takže na vychýlení stopy měl vliv pouze vertikální zesilovač. Stopa paprsku se poté projevila na obrazovce jako bod. Po nastavení nulové polohy tohoto bodu na přesně definované místo (původní nulová hodnota při měření) a jeho ofotografování byla získána nulová poloha cejchu. Na činnou hranu snímače bylo pak zavěšeno známé závaží, které způsobilo vychýlení stopy, obr. 15. Takto vychýlená stopa byla opět naexponována na tentýž snímek, t. j. bez posuvu filmu. To se opakovalo při všech cejchovních zatíženích snímače. Získaná řada bodů odpovídá rozmezí cejchovních hodnot sil působících na zámek.

Protože cejch byl prováděn při každé manipulaci se snímačem nebo vyhodnocovacím mostem a vždy bezprostředně po měření (nebo před ním), je chyba měření, vznikající nepřesností cejchu, minimální. Tohoto statického cejchu bylo dále použito i pro měření rázové síly kolénka jehly na zámek. Je to možné z toho důvodu, že kolénko jehly je

1.2.8. Experimentální posouzení kvality snímače.

Pro odzkoušení věrnosti záznamu snímače byla provedena zvláštní zkouška. Do funkční hrany snímače, po které probíhá kolénko jehly, byla podle obr. 16c vyfrézována drážka o šířce 0,5 mm. Poté byl snímač nastaven k jehlenímu válci s funkčním úhlem $\alpha = 45^\circ$. Obvodová rychlost válce byla nastavena na $v = 0,85$ m/s, což se rovná 20 ot. válce za minutu. Po nastavení vyhodnocovacího mostu byl proveden zkušební snímek, obr. 16b, záznamu normálové síly. Vpravo je skutečný snímek stínítka, vlevo pro snadnější čtení jeho překreslení, obr. 16a. Zajímá nás, jak snímač reaguje na zkušební drážku ve funkční hraně snímače.

Rozborem snímku dojdeme k těmto závěrům.

Na obr. 16c jsou jednotlivé fáze pohybu jehly po zámku očíslovány a jsou souhlasné s polohami na obr. 16a.

Oblast 1 - kolénko přijíždí k zámku, snímač je v klidu a výchylka na stínítku je nulová.

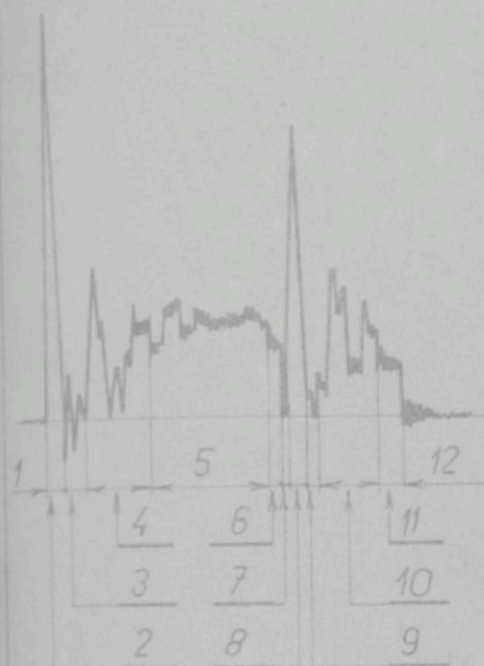
Oblast 2 - došlo k prvnímu rázu kolénka jehly na zámek, velikost rázu je největší, protože se jehla začíná urychlovat z nulové rychlosti ve svislém směru.

Oblast 3 - jehla po prvním rázu odskočí od zámku, což se projeví překývnutím měrné desky snímače do záporné polohy.

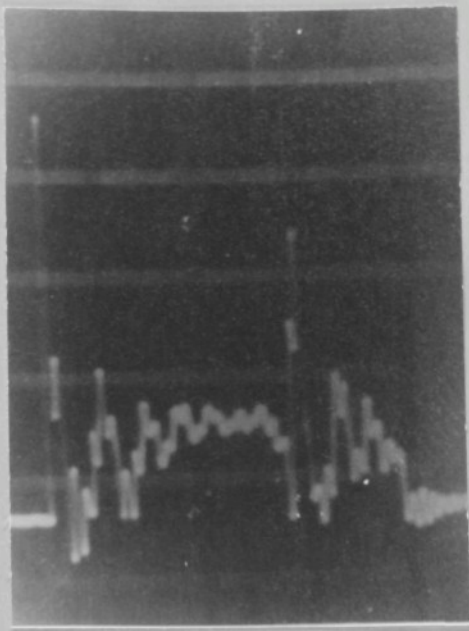
Oblast 4 - v tomto intervalu dojde ještě k několika odskokům jehly od zámku, velikost rázů je menší, protože se jehla již pohybuje a postupně dochází k uklidnění pohybu kolénka jehly po zámku.

Oblast 5 - ustálený stav pohybu kolénka po zámku; velikost normálové síly nabývá vcelku ustálené hodnoty.

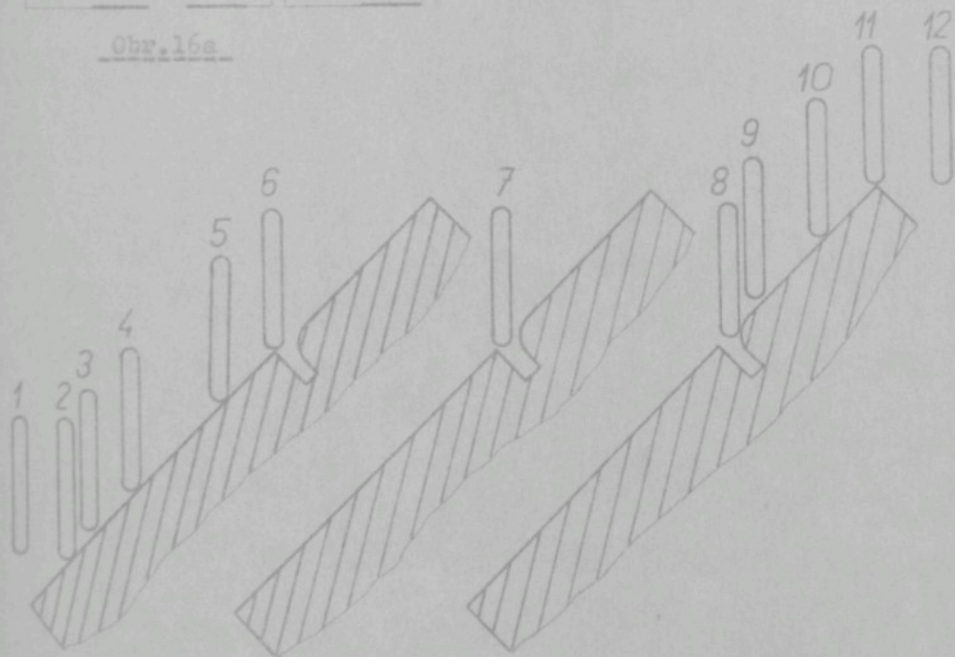
Oblast 6 - kolénko se pohybuje po hraně vyfrézované drážky zámku, jehla není zvedána a snímač registruje zmenšení normálové síly.



Obr.16a



Obr.16b.



Obr.16c

- Oblast 7 - kolénko jehly přišlo do oblasti drážky, čímž je přerušen styk se snimačem, který registruje nulovou výchylku.
- Oblast 8 - kolénko jehly opět narazilo na zaoblenou hranu zámku a došlo ke značnému rázu.
- Oblast 9 - shodná s oblastí 3.
- Oblast 10 - shodná s oblastí 4.
- Oblast 11 - jehla opouští zámek a nastává pokles namáhání zámku jako v oblasti 6.
- Oblast 12 - kolénko jehly opustilo zámek a je v horní poloze. Zámek zaregistroval pokles na nulu. Vlivem vlastní resonance a ohvění stroje částečně tlumeně zakmitá.

Rozborem celého průběhu kolénka jehly po zámku jsme za prvé získali názor o celkových změnách normálové síly mezi kolénkem jehly a zámkem. Za druhé můžeme konstatovat, že snimač věrně zachycuje sledovaný děj i při nepatrných výchylkách měrné desky.

3.2.2 Vliv pájené nebo přišroubované funkční hrany zámku na přesnost měření.

Na měrnou desku snimače lze funkční zámkovou hranu připevnit pájením, viz příloha I, výkres č. 1 - 01, nebo přišroubováním, obr. 2, 3 a 4.

Podle předběžného rozboru by se zdálo, že pájená funkční hrana bude tvořit s měrnou deskou snimače lepší kompaktní celek a měřené hodnoty budou přesněji odpovídat skutečnosti. Na druhé straně je však letování značně obtížné. Abychom funkční hranu při pájení nepopustili a tím nezmenšili její tvrdost, musí být pájena Woodovým kovem a též přesné umístění zámkové hrany na konci měrné desky je velmi pracné.

Naproti tomu šroubovaná funkční zámková hrana umožnuje snadnější

hmota přišroubované zámkové hrany je větší a částečně snižuje vlastní frekvenci snímače.

Abychom jednoznačně posoudili oba způsoby, bylo v obou případech provedeno měření za stejných podmínek (stejná jehla v téže drážce, stejný funkční úhel a obvodová rychlost stroje). Z uvedené tabulky je patrné, že oba dva způsoby připevnění zámkové hrany jsou stejně kvalitní z hlediska měřené veličiny. Proto pro všechna další měření je používáno přišroubované zámkové hrany. Vlastní kmity snímače při tomto způsobu upevnění hrany mají podle kapitoly 3.1.5 hodnotu 9 290 Hz, což je pro vlastní měření naprosto dostačující.

Porovnání funkce snímače s připájenou a přišroubovanou funkční hranou.

Měření bylo prováděno na válci, zámek jako zvedač,
 $n = 20 \text{ ot./min.}$, $\alpha = 55^\circ$

1. měření		2. měření		Průměr. hod. N /p/	Druh funkční hrany
číslo snímku	N /p/	číslo snímku	N /p/		
M 212	2 750	M 213	2 800	2 775	pájená
M 214	2 750	M 215	2 790	2 770	šroubovaná

Pro tabulku platí cejch M 216.

Záznamy jsou uvedeny v příloze literatury č.12, svazek

3.2.10 Vliv částečného průhybu měrné desky na přesnost měření.

Je zřejmé, že částečné prohnutí měrné desky při rázovém styku kolénka jehly s funkční hranou zámku, která je na měrné desce snímače přišroubována, může ovlivnit velikost měřené hodnoty rázové síly a tím toto měření zkreslit. Naměřená hodnota rázové síly by vlivem pružnosti snímače mohla vyjít menší než je hodnota skutečná, t. j. při nájezdu kolénka jehly na skutečný zámek stroje, který lze považovat s ohledem na pružnost kolénka jehly a jeho uložení jako dokonale tuhý.

Pro určení vlivu pružnosti snímače na přesnost měření je provedena následující úvaha. Dvě srážející se tělesa (jehla a zámek) můžeme v zjednodušení uvažovat jako pružná tělesa, pro která platí jako pro pružiny vztahy

$$L_1 = \frac{1}{2} c_1 \Delta e_1^2 \quad - \text{ pro snímač}$$

$$L_2 = \frac{1}{2} c_2 \Delta e_2^2 \quad - \text{ pro jehlu}$$

kde značí: L_1, L_2 přetvárná práce obou těles
 c_1, c_2 konstanty tuhosti obou těles
 $\Delta e_1, \Delta e_2$ deformace jednotlivých těles při rázu

Obě tělesa se srážejí s určitou energií E , jejíž hodnota musí odpovídat přetvárné práci obou srážejících se těles. Velikost pružnosti, respektive stlačení obou těles, bude pak ovlivňovat velikost normálové síly rázu v místě styku. V případě dokonale tuhých těles by hodnota síly dosáhla nekonečné hodnoty.

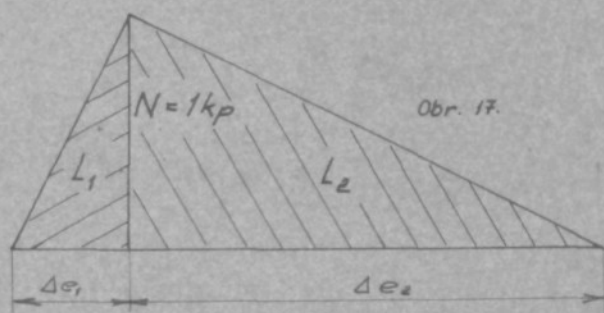
Výpočtem bylo zjištěno, že normálová síla $N = 1$ kp působící mezi kolénkem jehly a zámkovou hranou způsobí v místě styku vychylení měrné desky snímače o $\Delta e_1 = 0,4 \cdot 10^{-3}$ mm. Dále pak bylo změřeno, že působením

stejně síly na kolénko jehly dojde v místě styku se zámkem k vychýlení kolénka o míru, jejíž hodnota je podle typů strojů asi $\Delta e_2 = 0,1 \text{ mm}$. Na základě této skutečnosti je provedena další úvaha o vlivu pružnosti snímače na přesnost měření.

Pro ráz obou těles bude platit:

$$E = L_1 + L_2 = \text{konst.}$$

a to v případě jak pružného snímače, tak při tuhém zámku, budou-li ostatní parametry a podmínky stejné. Tento vztah nám vyjadřuje následující obr. 17.



Dále zde platí rovnice:

$$E = L_1 + L_2 = \frac{1}{2} c_1 \Delta e_1^2 + \frac{1}{2} c_2 \Delta e_2^2 = \frac{0,0004}{2} + \frac{0,1}{2} = \frac{0,1004}{2} = 0,0502 \text{ kp mm.}$$

Bude-li funkční hrana zámku dokonale tuhá, rozumí se i její uložení, pak se celá energie projeví jen v deformaci jehly. Dojde ke zvětšení normálové síly N na sílu N' . Výpočet hodnoty síly N' vyjde z následujících vztahů

Konstanta tuhosti jehly se nezmění a má hodnotu

$$c_2 = \frac{2L_2}{\Delta e_2^2} = \frac{2 \cdot 0,1}{0,1^2} = 10 \text{ kp/mm}$$

Tím se nezmění též úhel α . Dále můžeme psát, že

$$\lg \alpha = \frac{N}{\Delta e_2} = \frac{N'}{\Delta e_2'}$$

Současně též platí

$$\frac{\Delta e_2' \cdot N'}{2} = E$$

Řešením dvou posledních rovnic obdržíme vztah pro N' , které se rovná

$$N' = \sqrt{\frac{E \cdot 2N}{\Delta e_2}} = \sqrt{\frac{0,0502 \cdot 2 \cdot 1}{0,1}} = 1,002 \text{ kp}$$

Ve skutečnosti bude mezi silami N a N' větší rozdíl, než vyplývá z vypočítaných hodnot, protože jsou zde poměry rázu složitější, ne však o tolik, aby byly hodnoty rázové síly podstatně zkresleny. K částečně většímu zkreslení může dojít u následujících rázů, kde celá soustava již kmitá. Při ustáleném průběhu kolénka jehly po zámku měříme prakticky naprosto nezkreslené hodnoty, odpovídající statickému cejchu.

3.2.11 Vliv změny teploty na přesnost měření kapacitního snímače.

Uvedený kapacitní snímač pracuje na principu změny vzduchové mezery. Se zvyšováním teploty prostředí samozřejmě rostou i objemy těles, které vymezují velikost této mezery, jejíž rozměr je řádově v 0,01 mm. Vzhledem k nepatrnému rozměru vzduchové mezery je vliv teploty na snímač určitě zanedbatelný. Též dielektrikum je tvořeno vzduchem, čímž při změně parametrů vzduchu může dojít k ovlivnění přesnosti měření kapacitního snímače.

Proto byly tyto nepříznivé vlivy, které mohou působit nepřesnost měření, sledovány přímo na zapojeném snímači v dané aparatuře. Z ověření platí následující předpoklady, aby se výše uvedené vlivy neprojevovaly na přesnosti měření.

1) V první řadě je nutné, aby teplota prostředí, ve kterém je snímač umístěn, nekolísala. Změna teploty o $\pm 1/2^\circ \text{C}$

znamená vyloučení vlivu teploty na přesnost měření snímače.

2) Při manipulaci se snímačem v průběhu měření je vhodné pracovat v rukavicích (zvláště při cejchování), aby místním přehřátím snímače nenastalo rozvážení rovnovážného stavu a nebylo nutné čekat na opětné ustálení nulové polohy vyvážení.

3) Dále je nutné, aby při měření a cejchu nezasáhl náš dech z bezprostřední blízkosti sondu snímače, jinak by došlo ke zkreslení měřených hodnot. Je to dáno kromě teplotné změny také tím, že ve výdechu jsou obsaženy vodní páry podstatně vyšší koncentrace než v okolním ovzduší. Obsah vodních par změni natolik dielektrickou hodnotu vzduchu ve vzduchové mezeře, že se to nepříznivě projeví na celkové kapacitě. Dojde-li k této eventualitě, je nutné čekat na opětné ustálení nulové polohy.

Při všech měřeních prováděných v rámci této práce byly v laboratorii zajišťovány tyto podmínky :

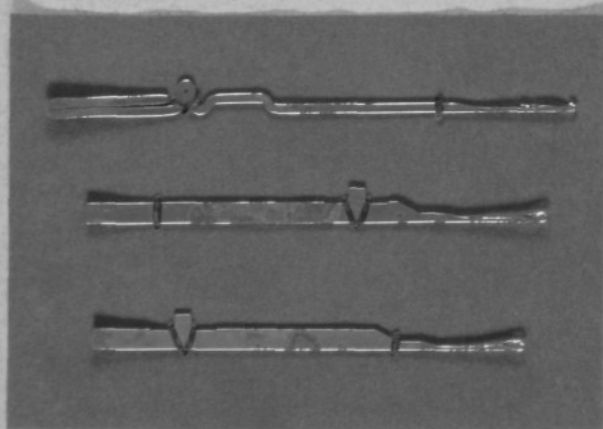
teplota ovzduší byla stále $t = 22^{\circ}\text{C}$

relativní vlhkost vzduchu $\varphi = 60\%$

4.0.0 Experimentální hodnocení normálových sil mezi
kolénkem jehly a zámkem.

Normálová síla, která působí mezi kolénkem jehly a zámkem, je charakteristickou veličinou pro zkoumaný celek zámek - jehla - lůžko. Hodnota a průběh normálové síly jsou v přímé závislosti nejen s opotřebením zámků a namáháním kolének jehel, ale i s otáčkami stroje, t. j. jeho produkcí. Protože normálová síla je zcela určitě funkcí úhlu zámků, je nutně též svázána s procesem tvorby oka a tedy i namáháním příze. Proto je normálová síla dále podrobně zkoumána, aby nám jako charakteristická veličina umožnila hodnocení jednotlivých částí zkoumaného celku, popřípadě i jiných veličin.

Pro prvé posouzení je zapotřebí získat závislost normálové síly na otáčkách stroje a úhlu zámků jak pro válcové, tak pro talířové lůžko. Za tímto účelem byl zvolen při měření přímkový tvar funkční hrany zámků. Jak již bylo řečeno v kapitole 3.2.6. byl výzkum prováděn na žebrovém velkopřůměrovém stroji ODZI 32 (průměr 32", dělení 16), který má ve válcovém lůžku jehly drátové a v talířovém lůžku krátké a dlouhé jehly ražené. Jejich tvar je patrný z obr. 18.



Obr. 18.

Jednotlivé záznamy měření nejsou v této práci uváděny, jsou zde uvedeny jen výsledky měření uspořádané do tabulek a grafů a příslušné závěry, které z daných skupin měření vyplynuly. Jednotlivé záznamy nejsou znovu rozmnoženy pro jejich velkou rozsáhlost a jsou k této práci v jednom exempláři zapůjčeny v šesti svazcích od výzkumné zprávy: Experimentální hodnocení silových poměrů na soustavě jehla - zámek; ze dne 5.1.1968, kterou jsem vypracoval pro Výzkumný a vývojový ústav Závodů všeobecného strojírenství v Brně.

4.1.0 Experimentální hodnocení normálových sil mezi
kolénkem jehly a zámkem na válcovém lůžku.
Jehla se pohybuje bez příze.

4.1.1 Hodnocení prvního rázu kolénka jehly na zámek
v závislosti na úhlu zámku při postavení zámku
(snímače) jako zvedač.

Pro vyhodnocení této závislosti byly zvoleny tři jehly A, B, C, které byly náhodně vybrány ze skupiny jehel, jež ve stroji již pracovaly, jen volba jehly C byla podmíněna předpokladem, aby její pohyb v drážce lůžka byl velmi "tuhý" a jehla v ní vykazovala extrémní tření. Jehly byly při měření vkládány stále do stejné drážky libovolně zvolené na obvodu lůžka. Měření se provádělo pro tři různé rychlosti jehelního válce $v = 0,9 \text{ m/s}$, $v = 0,7 \text{ m/s}$, $v = 0,5 \text{ m/s}$. Při každé obvodové rychlosti byl měněn úhel sklonu zámku v rozmezí $\alpha = 10^\circ - 60^\circ$. Pro každou měřenou hodnotu byly pořízeny tři snímky, ze kterých byla brána pro vyhodnocení průměrná hodnota. Jehla najížděla na funkční hranu snímače stále ve stejné poloze i při změněném úhlu funkční hrany, což je dáno konstrukcí snímače pro toto měření.

Záznamy průběhu normálových sil včetně cejchů jsou v příloze svazek 1 a 2.

Pro jehlu A na snímku J 141 - J 214,
pro jehlu B na snímku J 1 - J 74.

Pro jehlu C nebyly snímky vykopírovány a příslušné hodnoty byly odečteny z negativů záznamu měření pod zvětšovací přístrojem.

Vyhodnocení záznamů pro hodnoty prvního rázu kolénka jehly na zámek je uvedeno na dalších stranách, kde průměrné hodnoty jednotlivých měření jsou vyneseny do grafů. Sledujeme-li velikost prvního rázu u všech tří jehel A, B, C, vidíme jeho stále stoupající tendenci se zvyšováním úhlu α . Tato závislost, jak je patrné z grafů, má exponenciální průběh, kde jednotlivé křivky se musí asymptoticky přibližovat ke svislici (asymptotě) procházející v oblasti úhlu $\alpha = 65^\circ - 70^\circ$. Tato hodnota úhlu samosvornosti byla získána experimentálně při natáčení funkční hrany snímače do takového úhlu, při kterém se stala soustava zámek - jehla samosvorná. Hodnota úhlu samosvornosti pro jednotlivé jehly a drážky značně kolísá, někdy i přes uvedenou mez, což je způsobeno velmi odlišným způsobem uložení jehly v drážce lůžka a též poměry nastavení zámku vůči lůžku.

Uvedené závislosti a jednotlivé hodnoty měření nejsou korespondovány s teoretickým výpočtem, protože je skoro nemožné určit objektivně všechny výchozí podmínky a parametry k přesným výpočtům a výsledkem srovnání by byla jen skutečnost, jak dalece se teoretický výpočet rozchází se skutečně naměřenými hodnotami a to není cílem této práce. Proto pokud to není k hodnocení a výsledkům bezprostředně nutné, není nikde konkrétní teoretický výpočet prováděn ani u dalších měření. Pokud se týká ověření, že závislost hodnoty normálové síly na úhlu zámku má skutečně tvar exponenciálního průběhu, který je patrný z vynesených grafů, je důkaz proveden v uveřejněném článku (literatura č. 13).

Provedeme-li porovnání průběhů hodnot normálové síly prvního rázu pro jehlu A a C vidíme, že charakter průběhu křivek obou grafů je vcelku shodný. Extrémní tření jehly C v drážce lůžka však způsobilo podstatné zvýšení hodnot normálové síly přibližně asi o 50 %.

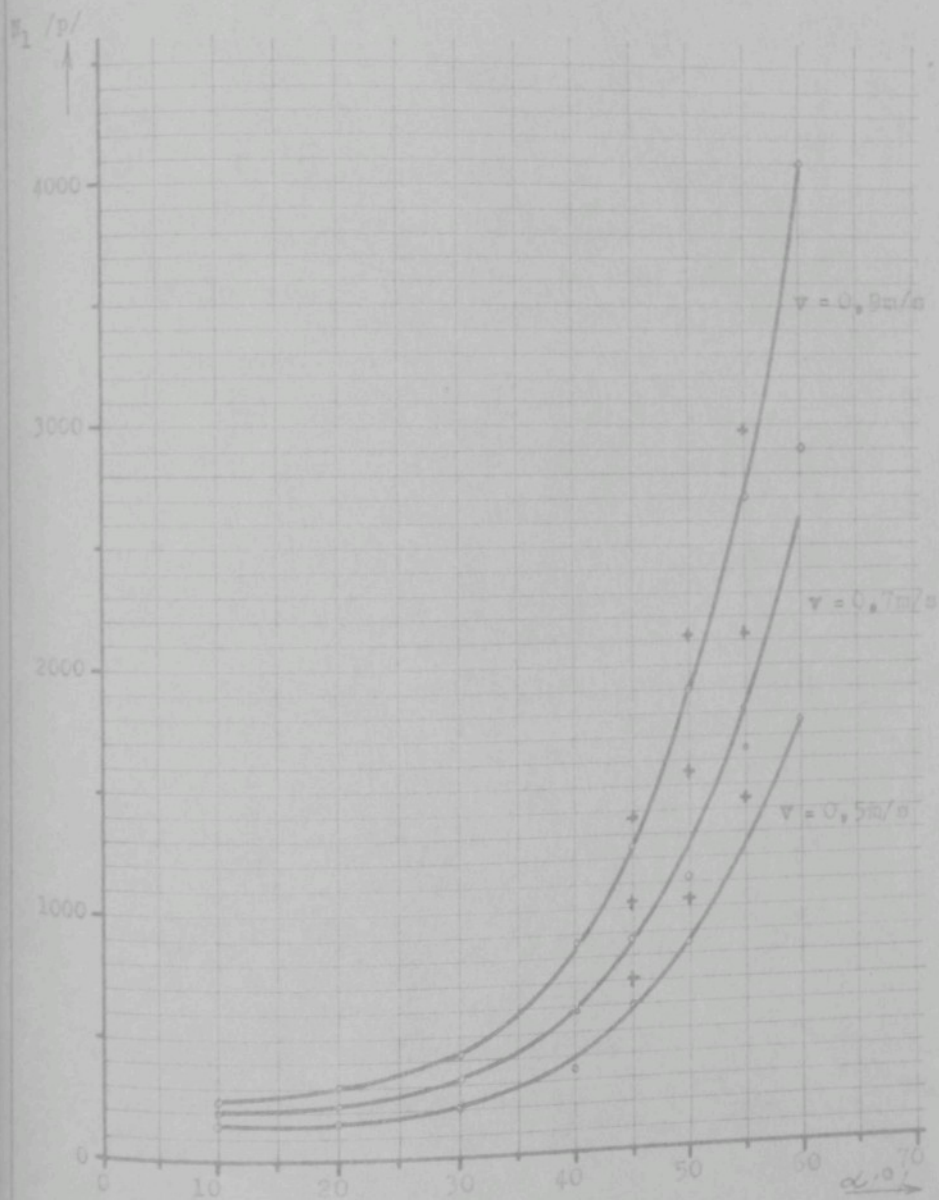
Závislost rázové síly N_1 na úhlu záseku.

Měření na válci, zásek jako zvedač, jehla A.

Úhlový válec	α /°/	1. měření		2. měření		3. měření		Průměrná hodnota N_1/p
		číslo snímku	N_1/p	číslo snímku	N_1/p	číslo snímku	N_1/p	
$n = 212 \text{ } 1/\text{min}$, $v = 99 \text{ m/s}$	60	J 141	4 100	J 142	4 100	J 143	4 100	4 100
	55	J 158	2 700	J 159	2 700	J 160	2 700	2 700
	50	J 161	1 900	J 162	1 900	J 163	1 900	1 900
	45	J 176	1 200	J 177	1 200	J 178	1 250	1 217
	40	J 179	850	J 180	850	J 181	900	867
	30	J 188	400	J 189	420	J 190	420	413
	20	J 203	290	J 204	300	J 205	300	297
	10	J 206	240	J 207	235	J 208	240	238
$n = 165 \text{ } 1/\text{min}$, $v = 97 \text{ m/s}$	60	J 144	2 900	J 145	2 900	J 146	2 900	2 900
	55	J 155	1 800	J 156	1 800	J 157	1 800	1 800
	50	J 164	1 200	J 165	1 200	J 166	1 150	1 183
	45	J 173	900	J 174	850	J 175	900	883
	40	J 182	600	J 183	550	J 184	600	583
	30	J 191	320	J 192	320	J 193	320	320
	20	J 200	230	J 201	230	J 202	220	227
	10	J 209	190	J 210	190	J 211	190	190
$n = 117 \text{ } 1/\text{min}$, $v = 95 \text{ m/s}$	60	J 147	1 750	J 148	1 750	J 149	1 750	1 750
	55	J 152	1 650	J 153	1 650	J 154	1 650	1 650
	50	J 167	850	J 168	840	J 169	820	837
	45	J 170	600	J 171	600	J 172	600	600
	40	J 185	350	J 186	350	J 187	350	350
	30	J 194	210	J 195	200	J 196	200	203
	20	J 197	160	J 198	155	J 199	155	157
	10	J 212	130	J 213	130	J 214	130	130

Závislost rázové síly H_1 na úhlu zátku.

Měření na válci, zámek jako svedlač, jehla A.



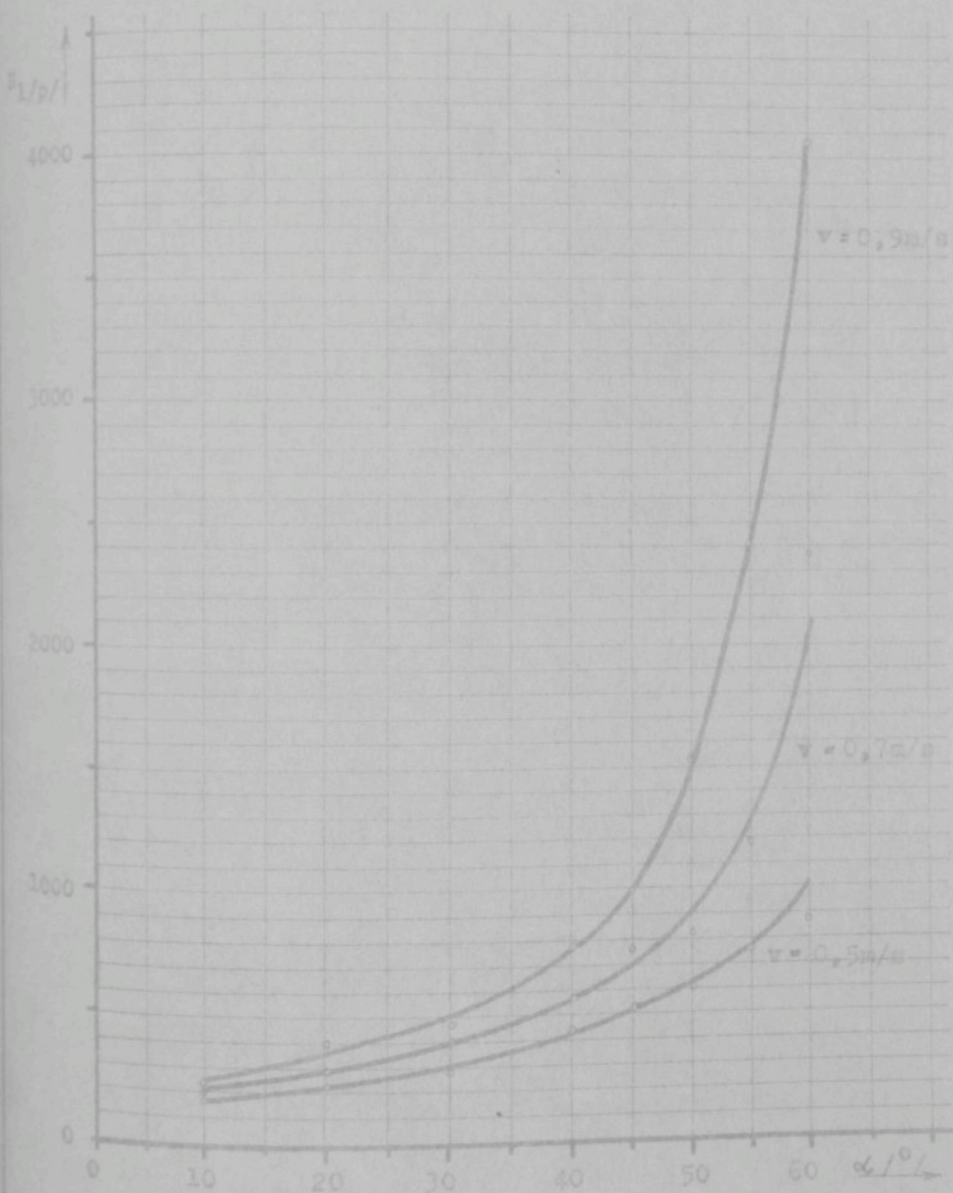
Závislost rázové síly N_1 na úhlu zátku.

Měření na válci, zámek jako zvedná, jehla B.

úhly pálce	α °	1. měření		2. měření		3. měření		Průměrná hodnota $N_1/2$
		číslo snímku	N_1/p	číslo snímku	N_1/p	číslo snímku	N_1/p	
$m = 24,2 \text{ km/m}, v = 99 \text{ m/s}$	60	J 1	4 050	J 2	4 100	J 3	4 000	4 050
	55	J 15	2 400	J 17	2 400	J 18	2 400	2 400
	50	J 19	1 520	J 20	1 530	J 21	1 510	1 520
	45	J 34	1 000	J 35	990	J 36	1 010	1 000
	40	J 37	800	J 38	880	J 39	700	793
	30	J 48	490	J 49	490	J 50	430	470
	20	J 63	390	J 64	410	J 65	400	400
	10	J 66	230	J 67	230	J 68	220	227
$m = 16,5 \text{ km/m}, v = 91 \text{ m/s}$	60	J 4	2 400	J 5	2 350	J 6	2 380	2 370
	55	J 13	1 080	J 14	1 220	J 15	1 280	1 190
	50	J 22	850	J 23	800	J 24	800	817
	45	J 31	710	J 32	810	J 33	810	777
	40	J 40	600	J 41	600	J 42	580	593
	30	J 51	430	J 52	390	J 53	390	403
	20	J 60	290	J 61	310	J 62	285	298
	10	J 69	190	J 70	200	J 71	210	200
$m = 14,7 \text{ km/m}, v = 95 \text{ m/s}$	60	J 7	880	J 8	900	J 9	990	893
	55	J 10	770	J 11	740	J 12	750	753
	50	J 25	600	J 26	610	J 27	620	610
	45	J 28	550	J 29	530	J 30	520	533
	40	J 43	450	J 44	500	J 45	420	457
	30	J 54	300	J 55	295	J 56	290	295
	20	J 57	220	J 58	220	J 59	220	220
	10	J 72	200	J 73	200	J 74	190	197

Závislost rázové síly R_1 na úhlu záseku.

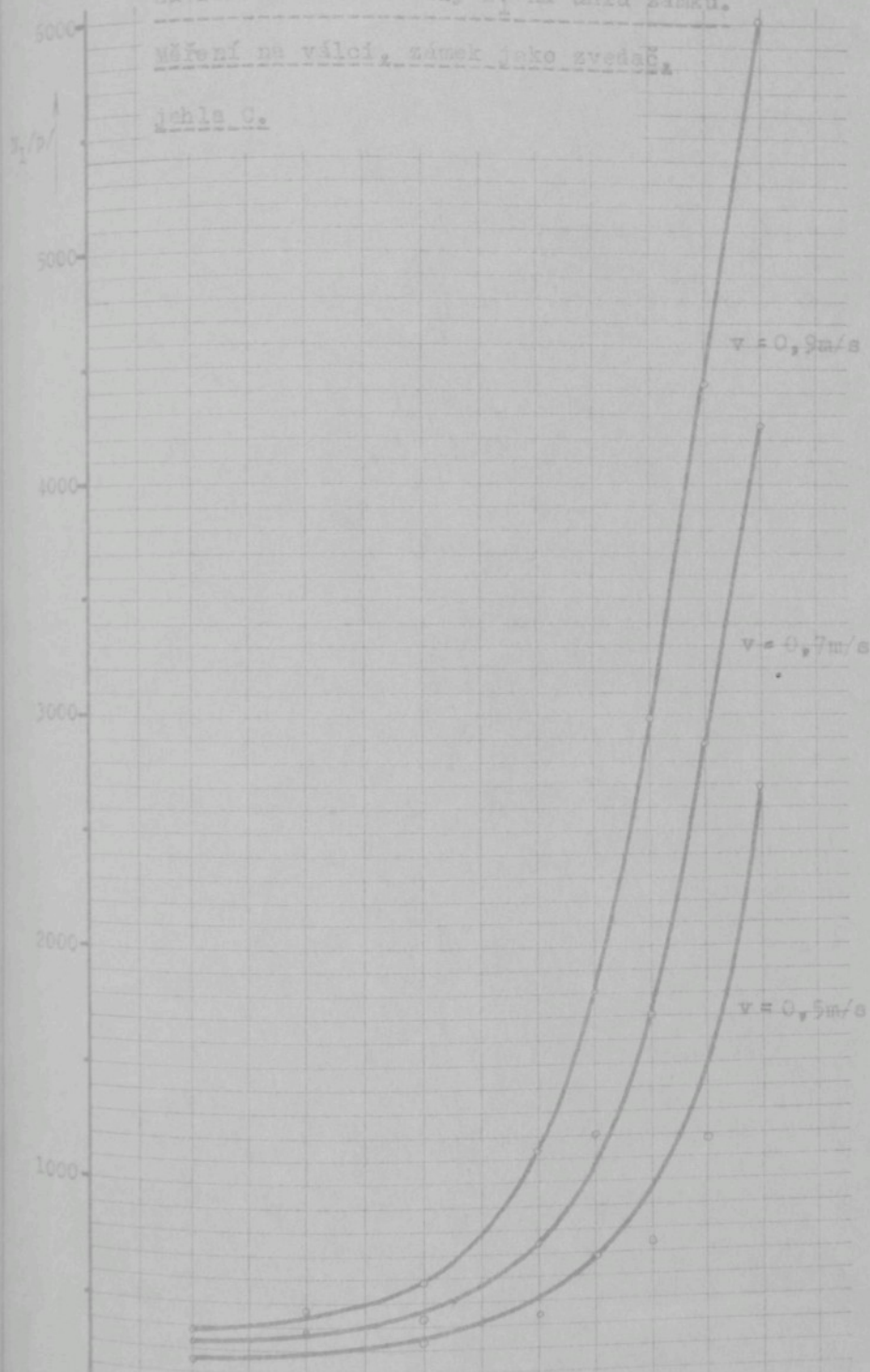
Měření na válci, zásek jako zvedáč, jehla B.



Závislost rázové síly R_z na úhlu zámku.

Měření na válci, zámk jako zvedák.

jehla C.



4.1.2 Hodnocení prvního rázu kolénka jehly na zámek
v závislosti na úhlu zámku, při postavení zámku
(snímače) jako stahovač.

Pro celkové hodnocení bylo zapotřebí provést obdobné měření jako předcházející, avšak pro případ stahování jehly. Toto měření bylo provedeno jen pro jehlu A, která byla uložena ve stejné drážce jako při předcházejícím měření. Záznamy průběhu normálové síly jsou v přílohách svazek 4 na snímcích K 233 - K 298. Měření pro hodnoty prvního rázu je vyčísleno na tabulce na str. 55 a grafu str. 56.

Srovnáme-li průběh a hodnoty tohoto měření pro tu- též jehlu při jejím zvedání, můžeme konstatovat, že jsou vcelku shodné. To znamená, že silové poměry při zvedání a stahování jehly ve válcovém lůžku lze pokládat též za shodné, což je logické a lze to předpokládat, když ja- kost drážky, ve které je jehla uložena, bude po celé dél- ce stejná a na jehlu nepůsobí příze. Působení váhy jehly a částečná změna působišť a hodnot ostatních sil měřené soustavy nepůsobí podstatnou změnu normálové síly mezi kolénkem jehly a zámkem při stahování či zvedání jehly.

4.1.3 Hodnocení prvního rázu kolénka jehly na zámek
v závislosti na otáčkách válce a postavení zámku
(snímače) jako zvedač a stahovač.

Oba způsoby měření při zámku pracujícím jako zvedač a stahovač byla provedena pro jehlu A, stejnou z předchozích měření. Zámek byl stavěn do tří poloh při pracovním úhlu $\alpha = 45^\circ$, $\alpha = 50^\circ$, $\alpha = 55^\circ$. Při každé poloze byly měněny otáčky jehelního válce od 10 ot/min do 22 ot/min ve skocích po dvou otáčkách. Souvislost otáček válce

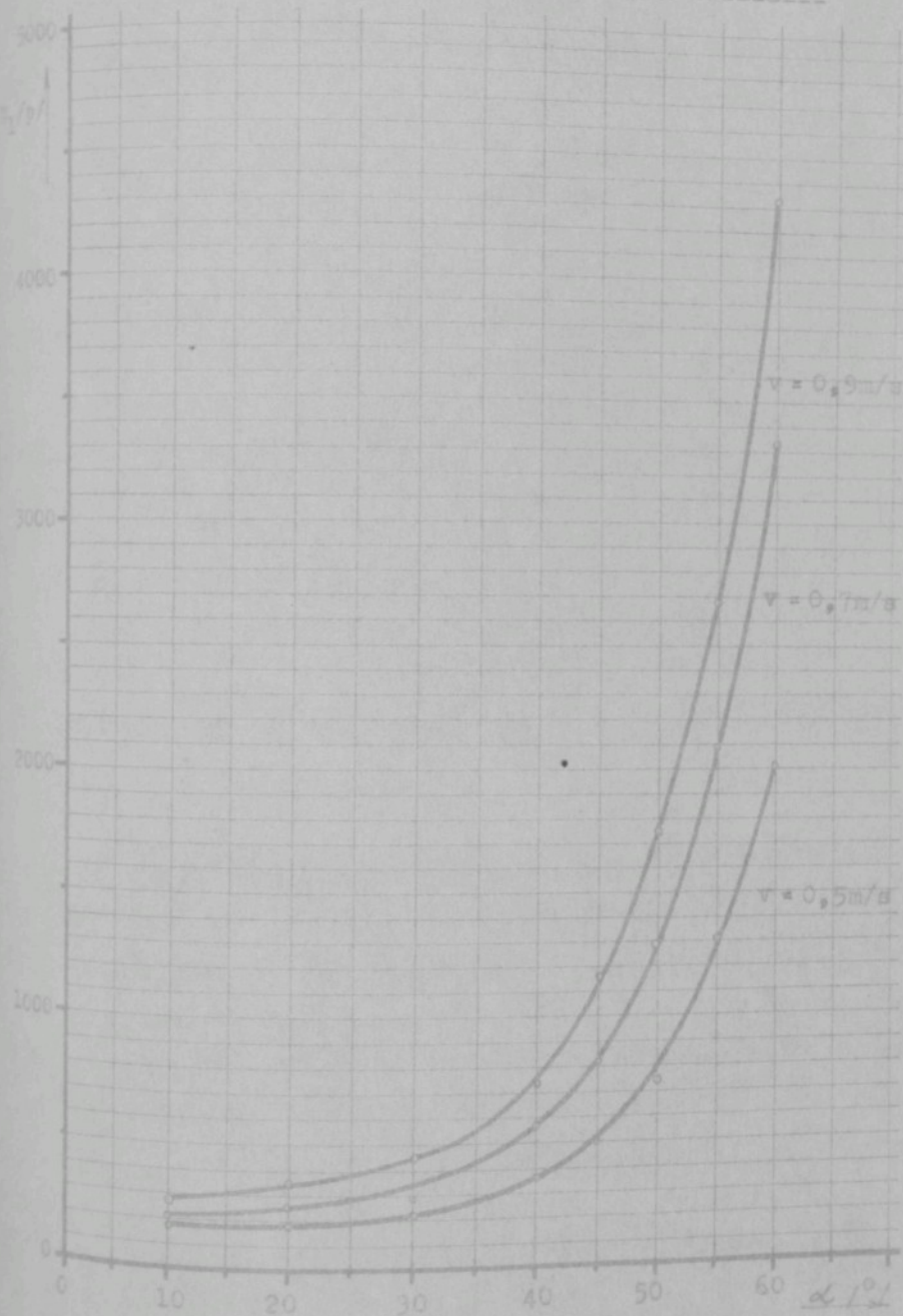
závislost rásové síly N_2 na úhlu zámku.

Měření na válci, zámek jako stahovač, jehla A

Úhel válce	α °	1. měření		2. měření		3. měření		Průměrná hodnota $N/p/$
		číslo snímku	$N/p/$	číslo snímku	$N/p/$	číslo snímku	$N/p/$	
$\alpha = 26,5^\circ$, $v = 0,9 \text{ m/s}$	60	K 233	4 310	K 234	4 350	K 235	4 300	4 320
	55	K 243	2 700	K 249	2 710	K 250	2 600	2 670
	50	K 251	1 710	K 252	1 710	K 253	1 720	1 713
	45	K 266	1 160	K 267	1 150	K 268	1 170	1 160
	40	K 269	745	K 270	735	K 271	745	742
	30	K 284	460	K 285	430	K 286	460	450
	20	K 287	350	K 288	340	K 289	340	343
	10	L 2	285	L 3	285	L 4	290	287
$\alpha = 26,5^\circ$, $v = 0,2 \text{ m/s}$	60	K 236	3 250	K 237	3 200	K 238	3 300	3 250
	55	K 245	2 050	K 246	2 100	K 247	2 100	2 083
	50	K 254	1 300	K 255	1 280	K 256	1 310	1 297
	45	K 263	820	K 264	800	K 265	800	807
	40	K 272	570	K 273	560	K 274	560	563
	30	K 281	280	K 282	300	K 283	300	293
	20	K 290	255	K 291	260	K 292	255	257
	10	K 299	220	K 300	200	L 1	200	207
$\alpha = 19,5^\circ$, $v = 0,5 \text{ m/s}$	60	---	---	K 240	2 000	K 241	2 000	2 000
	55	K 242	1 300	K 243	1 300	K 244	1 320	1 307
	50	K 257	830	K 258	860	K 259	850	847
	45	K 260	500	K 261	500	K 262	500	500
	40	K 275	355	K 276	360	K 277	360	358
	30	K 278	200	K 279	200	K 280	200	200
	20	K 293	185	K 294	190	K 295	185	187
	10	K 296	160	K 297	160	K 298	160	163

Závislost rázové síly N_1 na úhlu zádku.

Řešení na válci, zámek jako stahovač, jehla A.



s jeho obvodovou rychlostí je uvedena v grafech. Záznamy průběhu normálových sil pro tato měření jsou uvedeny v zápisné příloze, svazek I, 4 a 5 na snímcích:

J76 - J138 pro zámek v postavení jako zvedač

L 8 - L 70 pro zámek v postavení jako stahovač.

Příslušná čísla cejchů jsou uvedena pod tabulkami.

Hodnoty normálové síly prvního rázu jsou pro tato měření seřazeny v tabulkách na stranách 58 a 60. Příslušné grafy jsou na stranách 59 a 61.

Z uvedených tabulek a grafů je patrná přímková závislost rázové síly na obvodové rychlosti jehelního válce. Důkaz přímkového průběhu je též proveden v uveřejněném článku (viz literatura č. 13).

Srovnáme-li hodnoty a grafy měření při postavení zámku jako zvedače a stahovače, vidíme, že pro úhel $\alpha = 55^\circ$ jsou obě závislosti stejné. Pro úhly $\alpha = 50^\circ$ a $\alpha = 45^\circ$ se hodnoty obou grafů liší v rozmezí 20 - 30 %.

Čím jsou způsobeny tyto odchylky, které byly patrné i u závislosti normálové síly na úhlu zámku?

1) Především je to přesnost měření, kde odečítáním, cejchem a stabilitou aparatury může dojít k odchylce proti skutečné hodnotě do 5 %.

2) Podstatnější vliv pro měření při zámku jako stahovač a zvedač má částečně různý stav uložení jehly v různých místech drážky též i částečná změna působišť a hodnot ostatních sil soustavy-jehla - zámek - lůžko.

3) Předcházející vlivy, přestože nejsou nezanedbatelné, nemohou tak podstatně ovlivnit průběh naměřených hodnot normálové síly. Hlavní vliv na skutečnost, že naměřené hodnoty normálových sil neodpovídají předpokládaným hodnotám, má ta skutečnost, že jejich hodnota je hlavně ovlivňována způsobem nastavení zámku (snímače) vůči jehelnímu válci a tím i k nájezdu kolénka jehly na zámkovou hranu. Tato skutečnost byla pozorována u celé řady měření, které nejsou

Závislost rázové síly N_1 na otáčkových válce

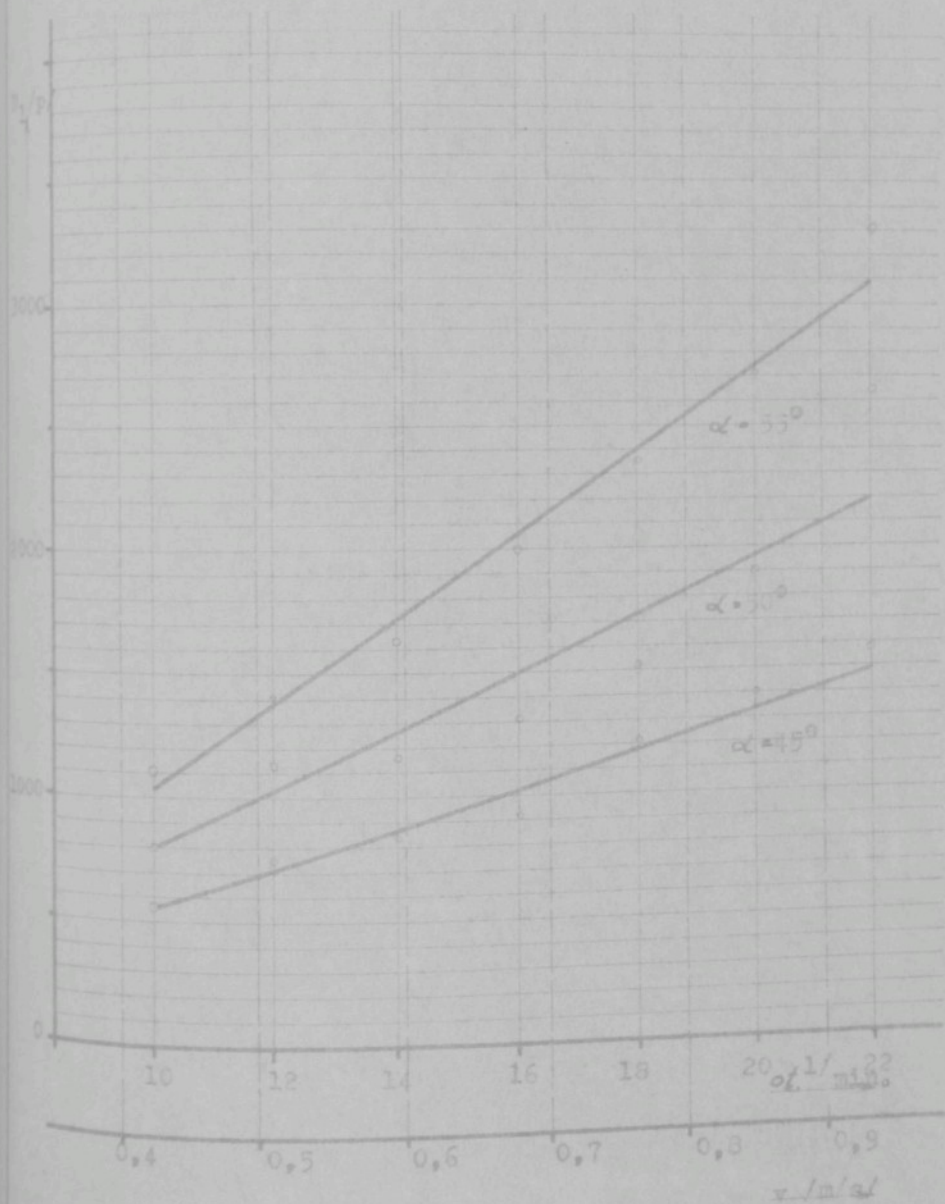
Měření na válci, zásek jako zvedák, jehla A

úhel základu	n	1. měření		2. měření		3. měření		průměrná hodnota N/p
		číslo snímku	N_1/p	číslo snímku	N_1/p	číslo snímku	N_1/p	
$\alpha = 55^\circ$	22	J 76	3 500	J 77	3 250	J 78	3 150	3 300
	20	J 79	2 750	J 80	2 750	J 81	2 750	2 750
	18	J 82	2 350	J 83	2 350	J 84	2 350	2 350
	16	J 85	2 000	J 86	2 000	J 87	2 000	2 000
	14	J 88	1 600	J 89	1 650	J 90	1 650	1 633,3
	12	J 91	1 400	J 92	1 400	J 93	1 420	1 406,6
	10	J 94	1 020	J 95	1 020	J 96	1 020	1 020
$\alpha = 50^\circ$	22	J 115	2 650	J 116	2 650	J 117	2 650	2 650
	20	J 112	1 900	J 113	1 900	J 114	1 900	1 900
	18	J 109	1 510	J 110	1 510	J 111	1 510	1 510
	16	J 106	1 300	J 107	1 300	J 108	1 320	1 306,6
	14	J 103	1 150	J 104	1 150	J 105	1 150	1 150
	12	J 100	1 000	J 101	1 000	J 102	1 000	1 000
	10	J 97	800	J 98	800	J 99	800	800
$\alpha = 45^\circ$	22	J 118	1 590	J 119	1 590	J 120	1 590	1 590
	20	J 121	1 400	J 122	1 400	J 123	1 400	1 400
	18	J 124	1 210	J 125	1 210	J 126	1 210	1 210
	16	J 127	990	J 128	990	J 129	990	990
	14	J 130	850	J 131	850	J 132	850	850
	12	J 133	750	J 134	770	J 135	770	763,3
	10	J 136	550	J 137	550	J 138	550	550

Pro celé měření platí seřad J 139

Závislost rázové síly N_1 na otáčkách válce.

Měření na válci, zámek jako svazek, jehla A.



Závislost rázové síly N_1 na otáčkových válce

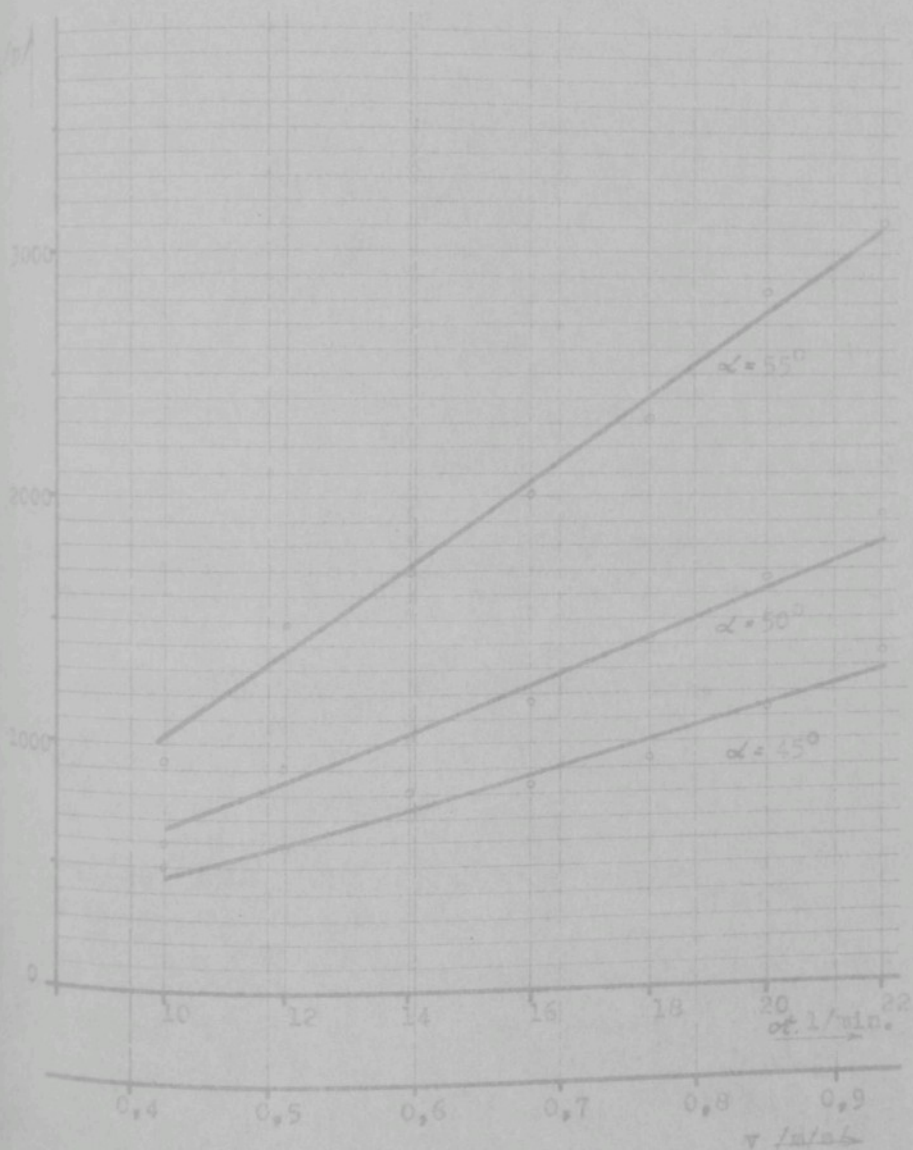
Měření na válci, zámek jako stahovač, jehla A

n 1/min	1. měření		2. měření		3. měření		Poznámka
	číslo snímku	N_1/p	číslo snímku	N_1/p	číslo snímku	N_1/p	
22	L 8	3 100	L 9	3 100	L 10	3 117	
20	L 11	2 950	L 12	2 750	L 13	2 833	
18	L 14	2 320	L 15	2 280	L 16	2 300	
16	L 17	2 000	L 18	2 000	L 19	2 000	
14	L 20	1 690	L 21	1 700	L 22	1 697	
12	L 23	1 500	L 24	1 480	L 25	1 493	
10	L 26	950	L 27	950	L 28	940	
22	L 47	1 950	L 48	1 900	L 49	1 933	
20	L 44	1 660	L 45	1 660	L 46	1 667	
18	L 41	1 400	L 42	1 420	L 43	1 407	
16	L 38	1 150	L 39	1 160	L 40	1 156	
14	L 35	1 060	L 36	1 000	L 37	1 020	
12	L 32	900	L 33	900	L 34	903	
10	L 29	600	L 30	600	L 31	600	
22	L 50	1 350	L 51	1 360	L 52	1 360	
20	L 53	1 110	L 54	1 160	L 55	1 113	
18	L 56	920	L 57	930	L 58	933	
16	L 59	880	L 60	880	L 61	883	
14	L 62	800	L 63	800	L 64	800	
12	L 65	600	L 66	600	L 67	597	
10	L 68	500	L 69	500	L 70	500	

Pro celé měření platí cejch č. L 6

Závislost rázové síly N_1 na otáčkových vřetech.

Měření na válci, zásek jako stahovač, jehla A.



v práci zahrnuty. Proto, i když při určitém měření je úhel zámku a obvodová rychlost válce stejná, může dojít vlivem různé vůle mezi zámkem a válcem k jinému styku bodů na kolénku jehly a zámkové hraně, což pak vede k větším procentním odchylkám naměřených hodnot proti hodnotám předpokládaným.

Všechny tyto výše uvedené vlivy nám též způsobují, že se naměřené hodnoty určité závislosti neztotožňují přesně s body na proložených přímkách a křivkách u jednotlivých grafů.

Z uvedených hodnot grafů a z dalších měření v této práci neuvedených lze i zde konstatovat, že velikost normálových sil je v podstatě shodná, jak při zvedání, tak při stahování jehel.

Pro porovnání normálových sil prvního rázu z obou měření (závislost normálové síly na úhlu zámku a obvodové rychlosti válce) pro jehlu A a zámku prac. jako zvedač jsou hodnoty grafu na str. 59 vyneseny do grafu na str. 49, kde jsou označeny křížky. Je zřejmé, že křížkované hodnoty vykazují stejnou odchylku od příslušné křivky a lze tedy obě měření považovat za korespondující a správná a též proložení přímek a křivek obou grafů jednotlivými hodnotami měření za správné.

4.1.4 Hodnocení dalších rázových styků kolénka jehly s činnou hranou zámku.

Jak vyplývá ze záznamů normálových sil (příloha svazek 1 - 5) dochází po prvním styku kolénka jehly se zámkem k odskoku kolénka a poté k následujícímu rázu. Tento odskok se může i několikrát opakovat, až se pohyb kolénka po zámku uklidní. Je jisté, že uklidnění pohybu bude trvat tím déle, čím větší bude hodnota prvního rázu. Tuto skutečnost

lze prokazatelně pozorovat na všech záznamech měření. Dokonce při extrémní hodnotě normálové síly může nastat případ, že k uklidnění pohybu vůbec nedojde, protože funkční hrana zámku je pro toto uklidnění krátká. Uvedený jev lze sledovat na některých záznamech.

Je to hlavně první a druhý ráz kolénka jehly, který způsobuje na činné hraně zámku po delším provozu prohlubně. Tyto pak znamenají další narůstání hodnot normálové síly a možnost neúměrného lámání kolének jehel, popř. růstu dalších závad.

Na tabulkách na stranách 64 a 65 je provedeno hodnocení velikosti normálových sil druhého rázu kolénka jehly na zámek. Hodnoty jsou odečteny ze záznamů J 141 až J 214, t. j. pro jehlu A a při činnosti zámku jako zvedač. Z tabulky na str. 64 vidíme, že hodnoty síly N_2 mají se zmenšování úhlu zámku a otáček válce klesající charakter. Pro lepší hodnocení byla vypočtena tabulka na str. 65, která udává procentní velikost normálové síly druhého rázu na rázu prvním ($Z = \frac{N_2}{N_1} \cdot 100$). I když se jedná o druhý ráz, je jeho hodnota ještě značně vysoká a činí v závislosti na úhlu zámku a otáčkách stroje 36 - 75 % hodnoty prvního rázu. Je též zajímavé, že při vyšších hodnotách prvního rázu dochází k většímu a rychlejšímu útlumu, a to v případech většího úhlu zámku i při vyšších otáčkách válce.

Zajímavé je též hodnocení snímků měření z hlediska průběhu normálové síly. Podíváme-li se na snímky J 141-J 149 (úhel zámku $\alpha = 60^\circ$) zjistíme, že po extrémní hodnotě prvního rázu jehla od zámku odskočí. Než dojde k opětovnému styku, kmitá snímač kolem nulové polohy. Poté dojde k druhému rázu. To se však při velkých úhlech a otáčkách válce může opakovat ještě jednou. Na snímcích J 141 - J 143 vidíme, že odskok nastal celkem 3 x a že skoro celý pohyb jehly po hraně zámku byl vytvořen třemi rázy, načež v neuklidněném stavu jehla zámek opouští. Kdyby tento případ nastával při zatahování očka, je jasné, že by značně stouplo namáhání nitě v zatahovaném očku a současně i rovnoměrnost jed-

Velikost druhého rázu N_2 normálové síly na úhlu zámku.

Měření na válci, zámek jako zvedač, jehla A.

Velikost válce	α /p/	1. měření		2. měření		3. měření		průměrná hodnota N_2 /p/
		číslo snímku	N_2 /p/	číslo snímku	N_2 /p/	číslo snímku	N_2 /p/	
$\alpha = 20,2^\circ$ mm, $v = 0,9$ m/s	60	J 141	1 500	J 142	1 450	J 143	1 500	1 483
	55	J 158	1 000	J 159	1 000	J 160	1 000	1 000
	50	J 161	700	J 162	700	J 163	700	700
	45	J 176	500	J 177	500	J 178	500	500
	40	J 179	350	J 180	350	J 181	350	350
	30	J 188	240	J 189	240	J 190	235	238
	20	J 203	225	J 204	225	J 205	200	217
	10	J 206	140	J 207	135	J 208	135	137
$\alpha = 16,3^\circ$ mm, $v = 0,7$ m/s	60	J 144	1 250	J 145	1 200	J 146	1 200	1 233
	55	J 155	750	J 156	700	J 157	750	733
	50	J 164	550	J 165	550	J 166	500	533
	45	J 173	350	J 174	350	J 175	350	350
	40	J 182	250	J 183	250	J 184	250	250
	30	J 191	190	J 192	185	J 193	185	187
	20	J 200	170	J 201	175	J 202	170	172
	10	J 209	115	J 210	115	J 211	115	115
$\alpha = 14,8^\circ$ mm, $v = 0,5$ m/s	60	J 147	900	J 148	900	J 149	900	900
	55	J 152	500	J 153	550	J 154	550	533
	50	J 167	400	J 168	350	J 169	400	383
	45	J 170	300	J 171	300	J 172	300	300
	40	J 185	200	J 186	200	J 187	200	200
	30	J 194	150	J 195	160	J 196	150	153
	20	J 197	120	J 198	126	J 199	120	120
	10	J 212	100	J 213	100	J 214	95	98

Závislost normálových sil N_1 a N_2 v procentech,
pro jehlu A, měřeno na válci, zásek jako zvedáč

ORALNÍ VÁLCE	$\alpha/^\circ$	průměrná hodnota $N_1/p/$	průměrná hodnota $N_2/p/$	závislost $z = \frac{N_2}{N_1} \cdot 100 \text{ } \%$
$q_2 = 25,0 \text{ } \frac{\text{N}}{\text{cm}}, v = 98 \text{ } \frac{\text{m}}{\text{s}}$	60	4 100	1 483	36,2
	55	2 700	1 000	37,0
	50	1 900	700	36,8
	45	1 217	500	41,1
	40	867	350	40,4
	30	413	238	57,6
	20	297	217	73,1
	10	238	137	57,6
$q_2 = 18,5 \text{ } \frac{\text{N}}{\text{cm}}, v = 98 \text{ } \frac{\text{m}}{\text{s}}$	60	2 900	1 233	42,5
	55	1 800	733	40,7
	50	1 183	533	45,1
	45	883	350	39,6
	40	583	250	42,9
	30	320	187	58,4
	20	227	172	75,8
	10	190	115	60,5
$q_2 = 14,7 \text{ } \frac{\text{N}}{\text{cm}}, v = 98,5 \text{ } \frac{\text{m}}{\text{s}}$	60	1 750	900	51,4
	55	1 650	533	32,3
	50	837	383	45,8
	45	600	300	50,0
	40	350	200	57,1
	30	203	153	75,4
	20	157	120	76,4
	10	130	98	75,4

notlivých oček by byla velmi nestejná.

Je zajímavé, že i při malých úhlech zámku a nízké hodnotě obvodové rychlosti válce dochází stále k odskokům a teprve na snímcích J 212 - J 214 ($\alpha = 10^\circ$, $v \approx 0,5$ m/s) k odskoku kolénka od zámku nedojde a hodnota první rázové síly je celkem přijatelná a odpovídá hodnotě normálové síly při ustáleném pohybu kolénka jehly po zámku. Dále můžeme konstatovat, že je to především úhel zámku, který nám ovlivňuje rázový styk kolénka jehly se zámkem. Tak např. zmenšením úhlu zámku z $\alpha = 60^\circ$ na $\alpha = 30^\circ$, t. j. o 50 %, sníží se velikost prvního rázu 10 x. Uvedená skutečnost vede jasně k závěru vyrábět zámky s malým náběhovým úhlem, popřípadě najít jiné řešení, které by snížilo hodnoty prvního rázu natolik, aby nepřevyšovala hodnotu normálové síly při ustáleném pohybu kolénka jehly po zámku.

4.1.5 Hodnocení normálové síly N_3 , t. j. při uklidněném pohybu kolénka jehly po zámku.

Hodnocení bylo opět provedeno pro jehlu A a zámek pracující jako zvedač. Byly tedy použity snímky J 141 - J 214 jako v předešlé kapitole a dále snímky J 76 - J 138, které udávají závislost průběhu normálové síly na otáčkách válce.

V tabulce na str. 67 jsou vyčísleny průměrné hodnoty normálové síly N_3 v závislosti na otáčkách válce. Z uvedených tabulek vyplývá, že při stejném úhlu zámku v podstatě nezávisí velikost síly N_3 na otáčkách válce a setrvává-li jehla již v ustáleném rovnoměrném pohybu i síla N_3 je při stejném úhlu zámku a různých otáčkách válce konstantní. Tento výsledek je zcela logický, protože silové poměry celé soustavy zůstávají při rovnoměrném pohybu jehly i při jejích různých rychlostech neměnné a velikost normálové síly je jen funkcí úhlu zámku.

Závislost normálové síly N_3 na otáčkových válce
měření na válci, zámek jako zvedáč, jehla A.

α	n 1/ min	1. měření		2. měření		3. měření		Průměr. hodnota N_3/p
		číslo sním.	N_3/p	číslo sním.	N_3/p	číslo sním.	N_3/p	
55°	22	J 76	450	J 77	450	J 78	450	450
	20	J 79	450	J 80	450	J 81	450	450
	18	J 82	450	J 83	450	J 84	450	450
	16	J 85	450	J 86	450	J 87	450	450
	14	J 88	450	J 89	450	J 90	450	450
	12	J 91	400	J 92	400	J 93	400	400
	10	J 94	400	J 95	400	J 96	400	400
50°	22	J115	350	J116	350	J117	350	350
	20	J112	350	J113	350	J114	350	350
	18	J109	350	J110	350	J111	350	350
	16	J106	350	J107	350	J108	350	350
	14	J103	350	J104	350	J105	350	350
	12	J100	350	J101	350	J102	350	350
	10	J 97	350	J 98	350	J 99	350	350
40°	22	J118	250	J119	250	J120	250	250
	20	J121	250	J122	250	J123	250	250
	18	J124	250	J125	250	J126	250	250
	16	J127	250	J128	250	J129	250	250
	14	J130	250	J131	250	J132	250	250
	12	J133	250	J134	250	J135	250	250
	10	J136	250	J137	250	J138	250	250

Na další tabulce na str. 69 je provedeno též hodnocení síly N_3 ovšem v závislosti na úhlu zámku. Z této tabulky vyplývá stoupající charakter norm. síly s růstem úhlu α . Není zde však tak rychlý růst normálové síly, jaký byl u síly prvního rázu N_1 . Pro názornost je i zde provedeno procentní vyčíslení velikosti síly N_3 na N_1 . Hodnoty této závislosti jsou uvedeny na tabulce na str. 70. Z hodnot Z_1 vyplývá, že i při malém úhlu zámku $\alpha = 10^\circ$ a obvodové rychlosti jehelního válce 0,9 m/s (rychlost, kterou špičkové velkopřeměrové stroje dosahují) je velikost prvního rázu o 50 % větší, než hodnota normálové síly N_3 při ustáleném pohybu kolénka jehly po hraně zámku.

4.1.6 Hodnocení velikosti normálových sil mezi kolénkem jehly a zámkem u jedné jehly vsazené do 50 ti drážek válcového lůžka.

Aby bylo možno posoudit, jak dalece jakost drážek jehelního válcového lůžka ovlivňuje velikost a průběh normálových sil mezi kolénkem jehly a zámkem, bylo provedeno měření, kde tatáž jehla byla vsazována do 50ti drážek následujících vedle sebe na válcovém lůžku. Zámek (snímač) byl postaven jako zvedač s úhlem $\alpha = 50^\circ$. Jeho postavení se během celého měření naprosto neměnilo, jehla najížděla vždy do stejného místa zámkové hrany, proto jednotlivá měření vyjadřují mezi sebou skutečně vliv jakosti uložení jehly ve válcovém lůžku. Při měření byla též stále obvodová rychlost válce $v = 0,7$ m/s, což je běžná obvodová rychlost dnes pracujících velkopřeměrových okrouhlých strojů.

Nutno předem podotknout, že válcové lůžko měřeného stroje má drážky zhotovené frézováním, není tedy skládané z platin.

Závislost normálové síly N_3 na úhlu zámku.

Měření na válci, zámek jako svedáč, jehla A.

OTÁČKA VÁLCE	α /o/	1. měření		2. měření		3. měření		Průměrná hodnota $N_3/p/$
		číslo snímku	$N_3/p/$	číslo snímku	$N_3/p/$	číslo snímku	$N_3/p/$	
$\alpha = 21,2^\circ$ N_{max} , $p = 0,5 \text{ mm/g}$	60	J 141	500	J 142	500	J 143	500	500
	55	J 158	400	J 159	400	J 160	400	400
	50	J 161	300	J 162	300	J 163	300	300
	45	J 176	200	J 177	200	J 178	200	200
	40	J 179	170	J 180	170	J 181	170	170
	30	J 188	130	J 189	130	J 190	130	130
	20	J 203	130	J 204	130	J 205	130	130
	10	J 206	120	J 207	120	J 208	120	120
$\alpha = 18,5^\circ$ N_{max} , $p = 0,5 \text{ mm/g}$	60	J 144	450	J 145	450	J 146	450	450
	55	J 155	350	J 156	350	J 157	350	350
	50	J 164	250	J 165	250	J 166	250	250
	45	J 173	170	J 174	170	J 175	170	170
	40	J 182	150	J 183	150	J 184	150	150
	30	J 191	130	J 192	130	J 193	130	130
	20	J 200	120	J 201	120	J 202	120	120
	10	J 209	120	J 210	120	J 211	120	120
$\alpha = 14,8^\circ$ N_{max} , $p = 0,5 \text{ mm/g}$	60	J 147	450	J 148	450	J 149	450	450
	55	J 152	350	J 153	350	J 154	350	350
	50	J 167	250	J 168	250	J 169	250	250
	45	J 170	150	J 171	150	J 172	150	150
	40	J 185	140	J 186	140	J 187	140	140
	30	J 194	140	J 195	140	J 196	140	140
	20	J 197	140	J 198	140	J 199	140	140
	10							120

Závislost normálových sil N_1 a N_3 v procentech
pro jehlu A, měřeno na válci, zámek jako zvedák

otáčky válce	α /°/	Průměrná hodnota N_1 /p/	Průměrná hodnota N_3 /p/	Závislost $z_1 = \frac{N_{1,100}}{N_1} \%$
n=21,2 1/min; V = 0,9m/s	60	4 100	500	12,2
	55	2 700	400	14,6
	50	1 900	300	15,8
	45	1 217	200	16,4
	40	867	170	19,6
	30	413	130	31,5
	20	297	130	43,6
	10	238	120	50,4
n=16,5 1/min; V = 0,7m/s	60	2 900	450	15,5
	55	1 800	350	19,4
	50	1 183	250	21,1
	45	893	170	19,3
	40	583	150	25,7
	30	320	130	40,6
	20	227	120	52,9
	10	190	120	63,2
n=11,7 1/min; V = 0,5 m/s	60	1 750	450	25,7
	55	1 650	350	21,2
	50	837	250	29,9
	45	600	150	25,0
	40	350	140	40,0
	30	203	140	69,0
	20	157	140	89,2
	10	130	120	92,3

Také pro toto hodnocení byly pro měření v každé drážce zhotoveny tři záznamy, z nichž je pak vyčíslený průměr brán pro hodnocení.

Oscilografické záznamy jsou uvedeny v příloze svazek 2 a 3 pod čísly J 216 - K 71.

Přehled jednotlivých hodnot měření, velikosti prvního rázu kolénka na zámek a vyčíslení průměrné hodnoty jednotlivých měření je uvedeno na tabulkách na stranách 72 a 73. Již z těchto tabulek je zřejmé, že hodnoty prvního rázu jedné a téže jehly ve více drážkách jehelního lůžka značně kolísají. Je možné též konstatovat, že měřené hodnoty kolísají i při měření v téže drážce lůžka. To lze zvláště u velkých odchylek vysvětlit tím, že jehla před měřením není dostatečně dlouho zaběhnuta v příslušné drážce. Tím ještě stále dochází k velkému přemísťování nečistot v uložení jehly (v jejím styku se stěnami drážky) a tím ke změně třecích poměrů a z toho vyplývající změně normálových sil.

Velmi přehledně jsou velikosti normálových sil prvního rázu uvedeny ve sloupkovém diagramu na str. 74. Zde náznorně vidíme značné kolísání těchto sil. Zvláště drážka č. 14 vykazuje velmi vysokou extrémní hodnotu. Ovšem i tato drážka s vloženou jehlou musela ve stroji pracovat. Vznik tak velkého rázu je způsoben místním porušením drážky, patrně při havárii jehly a zlomení kolénka. Lze to tvrdit proto, že hodnota normálové síly při ustáleném pohybu této jehly po zámku je vzhledem k ostatním jehlám zcela normální.

Pro vyčíslení směrodatné odchylky a variačního koeficientu hodnot prvního rázu byla vyčíslena tabulka na str. 75. Z hodnot této tabulky je průměrná hodnota rázové síly

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{85\,764}{50} = 1\,715,3 p$$

směrodatná odchylka pro tato měření činí:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \bar{x}^2} = \sqrt{\frac{1}{4} 225\,676,1} = 239,7 p$$

Velikost rázové síly N_1 jehly č.1 v rázových drážkách

měření na vólcu, rámek jako zvedač, $n=16,5$ l/min; $\alpha=50^\circ$

Číslo drážky	1.měření		2.měření		3.měření		Prům. hodno- ta N_1/p
	Číslo snímku	N_1/p	Číslo snímku	N_1/p	Číslo snímku	N_1/p	
1	J216	1600	J217	1550	J218	1570	1573
2	J219	1600	J220	1620	J221	1600	1607
3	J222	1420	J223	1560	J224	1400	1460
4	J225	1450	J226	1450	J227	1490	1463
5	J228	1610	J229	1610	J230	1600	1607
6	J231	1500	J232	1500	J233	1490	1497
7	J234	1480	J235	1530	J236	1400	1470
8	J237	1740	J238	1700	J239	1700	1713
9	J240	2000	J241	2000	J242	2020	2007
10	J243	1060	J244	1100	J245	1080	1053
11	J246	1700	J247	1800	J248	2100	1867
12	J249	1650	J250	1690	J251	1600	1633
13	J252	1690	J253	1700	J254	1710	1700
14	J256	2790	J259	2600	J260	2810	2800
15	J264	1900	J265	2020	J266	2000	1973
16	J267	1450	J268	1430	J269	1460	1447
17	J270	1690	J271	1800	J272	1920	1803
18	J273	1800	J274	1810	J275	1810	1807
19	J276	1880	J277	1850	J278	1830	1853
20	J284	1880	J285	1860	J286	1820	1860
21	J279	1380	J280	1780	J281	1850	1670
22	J287	1600	J288	1600	J289	1600	1600
23	J290	1420	J291	1400	J292	1410	1410
24	J293	2030	J294	1840	J295	1920	1930
25	J296	2080	J297	2010	J298	2030	2040

Sejch J216 - J281: Sejch J203 platí pro snímky J264 - J298
Sejch J272 platí pro snímky J216 - J281: Sejch J203 platí pro snímky J264 - J298

Velikost ráznové síly N_1 jehly č. 1 v různých drážkách
měření na válci, zásek jako zvedač, $n=16,5$ 1/min, $\alpha=50^\circ$

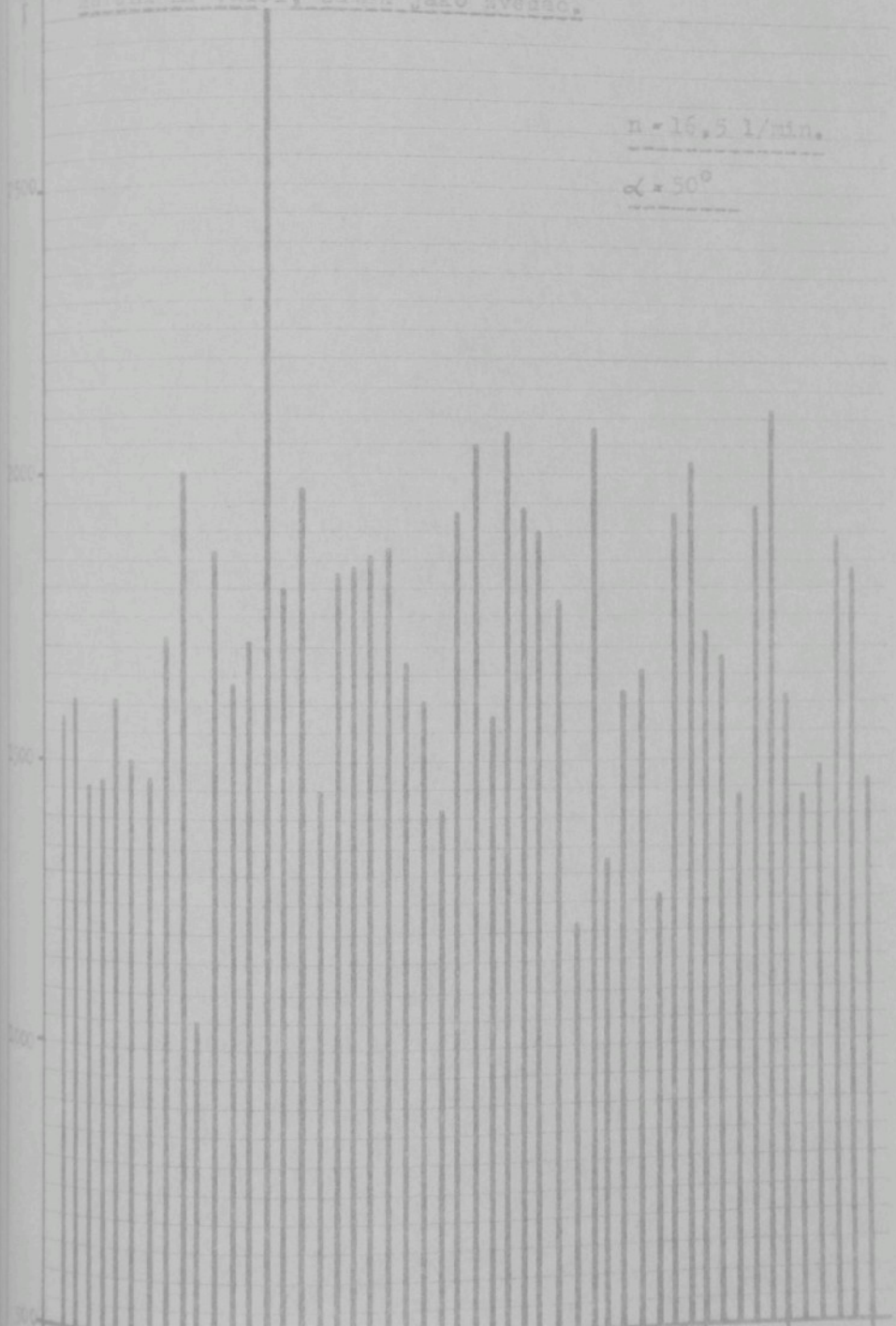
Číslo drážky	1. měření			2. měření			Průměrná hodnota N_1/p
	Číslo snímku	N_1/p	Číslo snímku	N_1/p	Číslo snímku	N_1/p	
27	J 299	1610	J 300	1610	K 1	1500	1573
28	K 2	2020	K 3	2120	K 4	2060	2067
29	K 5	1880	K 6	1950	K 7	1990	1940
30	K 8	1900	K 9	1900	K 10	1900	1900
31	K 11	1730	K 12	1780	K 13	1790	1773
32	K 15	1100	K 16	1300	K 17	1230	1210
33	K 18	2020	K 19	2070	K 20	2060	2077
34	K 21	1360	K 22	1340	K 23	1280	1323
35	K 24	1560	K 25	1580	K 26	1710	1617
36	K 27	1700	K 28	1600	K 29	-	1650
37	K 30	1260	K 31	1280	K 32	1260	1267
38	K 33	1900	K 34	1980	K 35	1900	1927
39	K 36	2200	K 37	2200	K 38	2100	2167
40	K 39	1700	K 40	1800	K 41	1650	1717
41	K 42	1620	K 43	1720	K 44	1700	1680
42	K 45	1500	K 46	1410	K 47	1390	1433
43	K 48	1890	K 49	1880	K 50	2050	1940
44	K 51	2160	K 52	2030	K 53	2140	2110
45	K 54	1700	K 55	1560	K 56	1590	1617
46	K 57	1490	K 58	1450	K 59	1500	1480
47	K 60	1500	K 61	1450	K 62	1490	1483
48	K 63	1860	K 64	1900	K 65	1900	1887
49	K 66	1820	K 67	1850	K 68	1820	1830
50	K 69	1400	K 70	1470	K 71	1490	1453
15	J 261	1800	J 262	1800	J 263	1800	1800

Velikost rázové síly M_1 jehly č.1 v různých drážkách.

Měření na vláci, zásek jako svedáč.

$n = 16,5 \text{ l/min.}$

$\alpha = 50^\circ$



Tabulka pro výpočet směrodatné odchylky.

x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	n	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1 573	-142,3	20 249,29	26	2 040	+324,7	105 430,09
1 607	-108,3	11 728,89	27	1 573	-142,3	20 249,29
1 460	-255,3	65 178,09	28	2 067	+351,7	123 692,89
1 463	-252,3	63 655,29	29	1 940	+224,7	50 490,09
1 607	-108,3	11 728,89	30	1 900	+184,7	34 114,09
1 497	-218,3	47 654,89	31	1 773	+57,7	3 329,29
1 470	-245,3	60 172,09	32	1 210	-505,3	255 328,09
1 713	- 2,3	5,29	33	2 077	+361,7	130 826,89
2 007	+291,7	85 088,89	34	1 323	-392,3	153 899,29
1 053	-662,3	438 641,29	35	1 617	- 98,3	9 662,89
1867	+151,7	23 012,89	36	1 650	- 65,3	4 264,09
1 633	- 82,3	6 773,29	37	1 267	-448,3	200 972,89
1 700	- 15,3	234,09	38	1 927	+211,7	44 816,89
2 800	+1084,7	1176 574,09	39	2 167	+451,7	204 032,89
1 800	+ 84,7	7 174,09	40	1 717	+ 1,7	2,89
1973	+257,7	66 409,29	41	1 680	- 35,3	1 246,09
1 447	-268,3	71 984,89	42	1 433	-282,3	79 693,29
1 803	+ 87,7	7 691,29	43	1 940	+224,7	50 490,09
1 807	+ 91,7	8 408,89	44	2 110	+394,7	155 788,09
1 853	+137,7	18 961,29	45	1 617	- 98,3	9 662,89
1 860	+144,7	20 938,09	46	14480	-235,3	55 366,09
1 670	- 45,3	2 052,09	47	1 483	-232,3	53 963,29
1 600	-115,3	13 294,09	48	1 887	+171,7	29 480,89
1 410	-305,3	93 208,09	49	1 830	+114,7	13 156,09
1 930	+214,7	46 096,09	50	1 450	-262,3	68 801,29

$$\sum_{i=1}^{50} x_i = 85 764$$

$$\sum_{i=1}^{50} (x_i - \bar{x})^2 = 4 225 676,10$$

Variační koeficient

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100 = \frac{293,7}{1715,3} \cdot 100 = 17,1\%$$

Z uvedené hodnoty variačního koeficientu je zřejmé, že tato jehla má velmi odlišné uložení v drážkách lážka pokud se jedná o místní styk.

Při tomto měření bylo též provedeno hodnocení průměrné normálové síly ustáleného pohybu kolénka jehly po zámku. Tabulky hodnot těchto normálových sil N_3 odečtených ze záznamů jsou uvedeny v tabulkách na stranách 77 a 78. I v této tabulce můžeme sledovat značné kolísání hodnot normálové síly N_3 . Pro snazší hodnocení je i zde vyčíslena hodnota směrodatné odchylky a variačního koeficientu podle tabulky na str. 79. Z hodnot této tabulky

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{23720}{50} = 474,4 p$$

Směrodatná odchylka:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{50-1} 195632} = \sqrt{3992,5} = 63,2 p$$

Hodnota variačního koeficientu:

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100 = \frac{63,2}{474,4} \cdot 100 = 13,3\%$$

Z hodnoty variačního koeficientu vyplývá, že i celkové uložení jehly při jejím pohybu v drážce je pro různé drážky velmi odlišné. Stav drážky i po její délce značně kolísá, což je též patrné z oscilografických záznamů jednotlivých měření, kde i průběh ustálené normálové síly vykazuje značné odchylky pro jednotlivé drážky.

Provedeme-li procentní srovnání rázové síly N_3 na velikosti rázové síly pro jednotlivé drážky $Z = \frac{N_3}{N_1} \cdot 100 (\%)$, viz tabulka na str. 80, dojdeme k závěru, že velikost prvního rázu je ve skutečnosti značně ovlivněna místní nerovnoměrností kvality drážky a nejen tedy, což se běžně předpokládá, velikostí předpružení jehly a velikostí normálové síly N_3 .

Velikost normálových sil N_3 jehly č. 1 ve více drážkách

Drážka	1. měření		2. měření		3. měření		Průměrná hodnota N_3/p
	číslo snímku	N/p	číslo snímku	N/p	číslo snímku	N/p	
1	J 216	320	J 217	320	J 218	320	320
2	J 219	400	J 220	400	J 221	400	400
3	J 222	380	J 223	380	J 224	380	380
4	J 225	410	J 226	410	J 227	410	410
5	J 228	400	J 229	400	J 230	400	400
6	J 231	450	J 232	450	J 233	450	450
7	J 234	450	J 235	450	J 236	450	450
8	J 237	420	J 238	420	J 239	420	420
9	J 240	450	J 241	450	J 242	450	450
10	J 243	460	J 244	460	J 245	460	460
11	J 246	520	J 247	520	J 248	520	520
12	J 249	500	J 250	500	J 251	500	500
13	J 252	520	J 253	520	J 254	520	520
14	J 258	420	J 259	420	J 260	420	420
15	J 261	410	J 262	410	J 263	410	410
16	J 264	550	J 265	550	J 266	550	550
17	J 267	550	J 268	550	J 269	550	550
18	J 270	580	J 271	580	J 272	580	580
19	J 273	480	J 284	580	J 285	580	580
20	J 276	600	J 277	600	J 278	600	600
21	J 284	500	J 285	500	J 286	500	500
22	J 279	500	J 280	500	J 281	500	500
23	J 287	590	J 288	590	J 289	590	590
24	J 290	600	J 291	600	J 292	600	600
25	J 293	550	J 294	550	J 295	550	550

Velikost normálových sil N_3 jehly č. 1 vs více drážkách.

Číslo snímku	1. měření		2. měření		3. měření		Průměrná hodnota $N_3/p/$
	Číslo snímku	$N_3/p/$	Číslo snímku	$N_3/p/$	Číslo snímku	$N_3/p/$	
26	J 295	500	J 297	500	J 298	500	500
27	J 299	500	J 300	500	K 1	500	500
28	K 2	550	K 3	550	K 4	550	550
29	K 5	450	K 6	450	K 7	450	450
30	K 8	500	K 9	500	K 10	500	500
31	K 11	430	K 12	430	K 13	430	430
32	K 15	400	K 16	400	K 17	400	400
33	K 18	500	K 19	500	K 20	500	500
34	K 21	480	K 22	480	K 23	480	480
35	K 24	450	K 25	450	K 26	450	450
36	K 27	450	K 28	450	K 29	450	450
37	K 30	400	K 31	400	K 32	400	400
38	K 33	460	K 34	460	K 35	460	460
39	K 36	400	K 37	400	K 38	400	400
40	K 39	400	K 40	400	K 41	400	400
41	K 42	450	K 43	450	K 44	450	450
42	K 45	550	K 46	550	K 47	550	550
43	K 48	460	K 49	460	K 50	460	460
44	K 51	580	K 52	580	K 53	580	580
45	K 54	480	K 55	480	K 56	480	480
46	K 57	490	K 58	490	K 59	490	490
47	K 60	430	K 61	430	K 62	430	430
48	K 63	450	K 64	450	K 65	450	450
49	K 66	500	K 67	500	K 68	500	500
50	K 69	4500	K 70	450	K 71	450	450

Tabulka pro výpočet směrodatné odchylky.

x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	n	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
320	-154,4	23 839,36	26	500	+ 25,6	655,36
400	- 74,4	5 535,36	27	500	+ 25,6	655,36
380	- 94,4	8 911,36	28	550	+ 75,6	5 715,36
410	- 64,4	4 147,36	29	450	- 24,4	595,36
400	- 74,4	5 535,36	30	500	+ 25,6	655,36
450	- 24,4	595,36	31	430	- 44,4	1 971,36
450	- 24,4	595,36	32	400	- 74,4	5 535,36
420	- 50,4	2 559,36	33	500	+ 25,6	655,36
450	- 24,4	595,36	34	480	+ 5,6	31,36
460	- 14,4	207,36	35	450	- 24,4	595,36
320	+ 45,6	2 079,36	36	450	- 24,4	595,36
500	+ 25,6	655,36	37	400	- 74,4	5 535,36
320	+ 45,6	2 079,36	38	460	- 14,4	207,36
420	- 54,4	2 959,36	39	400	- 74,4	5 535,36
410	- 64,4	4 147,36	40	400	- 74,4	5 535,36
550	+ 75,6	5 715,36	41	450	- 24,4	595,36
550	+ 75,6	5 715,36	42	550	+ 75,6	5 715,36
580	+105,6	11 151,36	43	460	- 14,4	207,36
480	+ 5,6	31,36	44	580	+105,6	11 151,36
600	+125,6	15 775,36	45	480	+ 5,6	31,36
500	+ 25,6	655,36	46	490	+ 15,6	243,36
500	+ 25,6	655,36	47	430	- 44,4	1 971,36
590	+115,6	13 363,36	48	450	- 24,4	595,36
600	+125,6	15 775,36	49	500	+ 25,6	655,36
550	+ 75,6	5 715,36	50	450	- 24,4	595,36

$$\sum_{i=1}^n x_i = 23\,720$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 195\,632$$

drážka číslo	průměr. hodnota $N_1/p/$	průměr. hodnota $N_3/p/$	závislost $N_3/N_1 \cdot 100\%$	drážka číslo	průměr. hodnota $N_1/p/$	průměr. hodnota $N_3/p/$	závislost $N_3/N_1 \cdot 100\%$
1	1 573	320	20,3	26	2 040	500	24,5
2	1 607	400	24,9	27	1 573	500	31,8
3	1 460	380	26,0	28	2 067	550	26,6
4	1 463	410	28,0	29	1 940	450	23,2
5	1 607	400	24,9	30	1 900	500	26,3
6	1 497	450	30,1	31	1 773	430	24,3
7	1 470	450	30,6	32	1 210	400	33,1
8	1 713	420	24,5	33	2 077	500	24,1
9	2 007	450	22,4	34	1 323	480	36,3
10	1 053	460	43,7	35	1 617	450	27,8
11	1 867	520	27,9	36	1 650	450	27,3
12	1 633	500	30,6	37	1 267	400	31,6
13	1 700	520	30,6	38	1 927	460	23,9
14	2 800	420	15,0	39	2 167	400	18,5
15	1 800	410	22,8	40	1 717	400	23,3
16	1 973	550	27,9	41	1 680	450	26,8
17	1 447	550	38,0	42	1 433	550	38,4
18	1 803	580	32,2	43	1 940	460	23,7
19	1 807	480	26,6	44	2 110	580	27,5
20	1 853	600	32,4	45	1 617	480	29,7
21	1 860	500	26,9	46	1 480	490	33,1
22	1 670	500	30,0	47	1 483	430	29,0
23	1 600	590	36,9	48	1 887	450	23,8
24	1 410	600	42,6	49	1 830	500	27,3
25							

Závěrem této kapitoly lze konstatovat, že kvalita drážek měřeného stroje značně kolísá a to jak u různých drážek tak v průběhu drážky jedné. Tato skutečnost vede k opodstatnění drážek skládaných z jednotlivých lamel, kde vzhledem k dokonalosti povrchu lamel lze předpokládat podstatně lepší uložení jehly v lůžku a v případě zlomení kolénka jehly možnost výměny poškozené lamely. Hlavně pro zvyšování otáček okrouhlých pletacích strojů je nutné tuto okolnost velmi zvážit, protože špatný stav uložení jediné jehly na obvodu stroje by znamenal využívat stroj jen při nižších otáčkách, než pro které byl navrhován, např. celý zámkový systém.

4.1.7. Hodnocení velikosti normálových sil mezi kolénkem jehly a zámkem na válcovém lůžku pro různé jehly pracující v téže drážce lůžka.

Pro doplnění předcházející kapitoly bylo provedeno měření, jehož cílem je zjištění vlivu jednotlivých, náhodně vybraných, jehel na velikost normálové síly. Měření bylo provedeno pro 52 válcových jehel náhodně vybraných z jehel, které ve stroji již pracovaly. Všechny jehly byly pro měření vkládány do téže drážky. Jehla byla před vložení do lůžka očištěna a mírně naclejována. Při měření byla stálá obvodová rychlost válce $v = 0,7 \text{ m/s}$. Zámek (snímač) pracoval jako zvedáč při funkčním úhlu $\alpha = 50^\circ$. Jeho postavení se i zde během celého měření neměnilo, proto lze jednotlivá měření mezi sebou zcela jednoznačně srovnávat.

Pro hodnocení každé jehly byly zhotoveny tři záznamy a hodnoty jejich průměru jsou brány pro celkové hodnocení. Oscilografické záznamy jsou uvedeny na fotografiích v příloze svazek 3 a 4 pod čísly K 72 - K 230.

Přehledná tabulka hodnot měření velikostí prvního razu kolénka jehly na zámek je uvedena na str. 82 a 83.

Velikost rázové síly N, různých jehel v drážce č. 1

Měření na válci, zásek jako zvedač, $n=16,5 \text{ } ^1/\text{min.}$, $\alpha = 50^\circ$

Jehla číslo	1. měření		2. měření		3. měření		průměrná hodnota N/p/
	číslo snímku	N/p/	číslo snímku	N/p/	číslo snímku	N/p/	
1	K 72	1 480	K 73	1 480	--	--	1 480
2	K 74	1 410	K 75	1 390	K 76	1 350	1 383
3	K 77	1 260	K 78	1 290	K 79	1 220	1 257
4	K 80	1 500	K 81	1 300	K 82	1 220	1 340
5	K 83	1 410	K 84	1 450	K 85	1 420	1 427
6	K 86	1 350	K 87	1 360	K 88	1 300	1 337
7	K 89	1 300	K 90	1 320	K 91	1 380	1 333
8	K 92	1 460	K 93	1 450	K 94	1 460	1 457
9	K 95	1 710	K 96	1 700	K 97	1 800	1 737
10	K 98	1 700	K 99	1 650	K 100	1 610	1 653
11	K 101	1 300	K 102	1 310	K 103	1 310	1 307
12	K 104	1 410	K 105	1 380	K 106	1 360	1 383
13	K 107	1 520	K 108	1 500	K 109	1 480	1 500
14	K 110	1 900	K 111	1 840	K 112	1 850	1 863
15	K 113	2 250	K 114	2 180	K 115	1 950	2 126
16	K 116	1 480	K 117	1 320	K 118	1 410	1 403
17	K 119	1 380	K 120	1 400	K 121	1 400	1 393
18	K 122	1 780	K 123	1 950	K 124	1 950	1 893
19	K 125	1 180	K 126	1 120	K 127	1 200	1 567
20	K 128	1 590	K 129	1 530	K 130	1 600	1 590
21	K 131	1 680	K 132	1 710	K 133	1 650	1 673
22	K 134	1 720	K 135	1 710	K 136	1 710	1 713
23	K 137	1 510	K 138	1 550	K 139	1 510	1 523
24	K 140	1 450	K 141	1 500	K 142	1 540	1 497
25	K 143	1 950	K 144	1 950	K 145	1 880	1 927
26	K 146	1 610	K 147	1 510	K 148	1 510	1 543

Sejch J 283 platí pro snímky K 72 - K 88

Sejch K 158 platí pro snímky K 89 - K 148

Velikost rázové síly N , rázových jehel v drážce č.1.

Měření na válci, zámek jako zvedač, $n 16,7 \frac{1}{\text{min}}$, $\alpha = 50^\circ$.

Jehla	1. měření		2. měření		3. měření		Prům. hodn. N/p/
	Číslo snímku	N/p/	Číslo snímku	N/p/	Číslo snímku	N/p/	
27	K 149	1 690	K 150	1 680	K 151	1 690	1 687
28	K 152	1 340	K 153	1 350	K 154	1 320	1 337
29	K 155	1 580	K 156	1 570	K 157	1 620	1 590
30	K 160	1 310	K 161	1 320	K 162	1 320	1 317
31	K 163	1 490	K 164	1 450	K 165	1 400	1 473
32	K 166	1 600	K 167	1 600	K 168	1 610	1 603
33	K 169	1 460	K 170	1 490	K 171	1 500	1 483
34	K 172	1 600	K 173	1 570	K 174	1 600	1 590
35	K 176	1 620	K 177	1 660	K 178	1 620	1 633
36	K 179	1 500	K 180	1 490	K 181	1 500	1 497
37	K 182	1 860	K 183	1 800	K 184	1 900	1 853
38	K 185	1 450	K 186	1 490	K 187	1 690	1 543
39	K 188	1 800	K 189	1 750	K 190	1 800	1 783
40	K 191	1 300	K 192	1 320	K 193	1 320	1 313
41	K 195	1 450	K 196	1 490	K 197	1 500	1 480
42	K 198	1 700	K 199	1 700	K 200	1 720	1 707
43	K 201	1 950	K 202	1 860	K 203	1 850	1 887
44	K 204	1 720	K 205	1 620	K 206	1 800	1 713
45	K 207	1 500	K 208	1 500	K 209	1 400	1 467
46	K 210	1 500	K 211	1 500	K 212	1 400	1 467
47	K 213	1 480	K 214	1 480	K 215	1 480	1 480
48	K 216	1 600	K 217	1 580	K 218	1 570	1 583
49	K 219	1 740	K 220	1 720	K 221	1 720	1 727
50	K 222	1 900	K 223	1 840	K 224	1 810	1 850
51	K 225	1 800	K 226	1 820	K 227	1 810	1 810
52					K 230	1 500	1 827

Z průměrných hodnot jednotlivých měření vidíme i zde značné kolísání. Kolísání hodnot pro tutéž jehlu je též hlavně způsobeno nedostatečně dlouhým zaběhnutím jehly v drážce. Pro lepší přehlednost jsou průměrné hodnoty jednotlivých měření vynesena do sloupkového diagramu na str. 85.

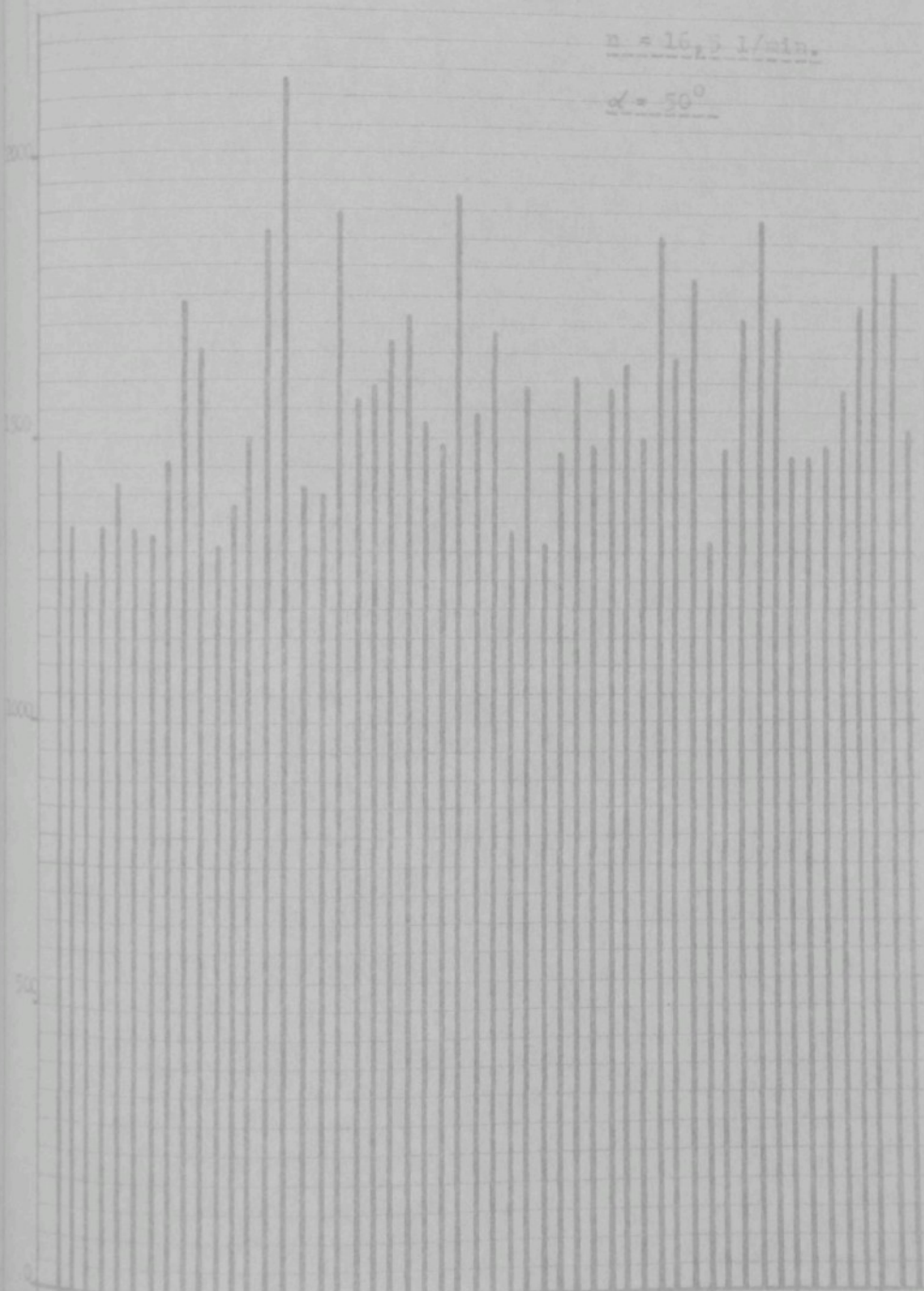
Velikost rázové normálové síly kolísá v mezích od $N = 1257$ p pro jehlu č. 3, do $N = 2126$ p pro jehlu č. 15. Podíváme-li se přitom na snímky záznamu průběhu normálové síly pro tyto dvě jehly, shledáme, že tento průběh je úplně normální. Velikost normálové síly při uklidněném pohybu jehly po zámku je skoro stejná. Pro jehlu č. 3 je $N_3 = 420$ p a pro jehlu č. 15 je $N_3 = 430$ p. Z uvedeného vyplývá, že speciální podmínky uložení jehly v drážce mohou podstatně ovlivnit velikost prvního rázu, kromě celkových třecích podmínek uložení jehly v drážce lůžka. Lze předpokládat, že kromě částečných tvarových odchylek jehly (zvláště kolénka) bude to hlavně prohnutí jehly v drážce lůžka a její tuhost uložení v místě kolénka, které způsobí, že ráz kolénka jehly na zámek bude buď tlumen či nikoliv.

Při měření byl udělán zajímavý pokus. Při naletované funkční hraně na snímač byla tato hrana mírně odtržena, avšak tak, že stále držela na snímači. Vzniklá nepatrná mezera mezi funkční hranou a měrnou deskou umožňovala nepatrné odpružení funkční hrany. Při této úpravě snímače se velikost hodnoty prvního rázu snížila asi o 25 %. Z uvedeného vyplývá, že změnou koeficientu tuhosti soustavy jehla - zámek lze dosáhnout podstatného snížení rázové síly, ovšem za předpokladu, že odpružená část bude svou hmotností odpovídat hmotnosti jehly. Z toho též plyne, že jakákoliv změna v oblasti uložení kolénka jehly v drážce lůžka má podstatný vliv na velikost prvního rázu.

Na tabulce str. 86 jsou vyčísleny hodnoty pro výpočet směrodatné odchylky a variačního koeficientu velikosti prvního rázu.

Velikost rázové síly N_1 různých jehel v drážce č.1.

1/3/ Měření na válci, zámek jako zvedáček.



Tabulka pro výpočet směrodatné odchylky.

n	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	n	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1 480	- 91,4	8 353,96	27	1 687	+115,6	13 363,36
2	1 383	-188,4	35 494,56	28	1 337	-234,4	54 943,36
3	1 257	-314,4	98 847,36	29	1 590	+ 18,6	345,96
4	1 340	-231,4	53 545,96	30	1 317	-254,4	64 719,36
5	1 427	-144,4	20 851,36	31	1 473	- 98,4	9 682,56
6	1 337	-234,4	54 943,36	32	1 603	+ 31,6	998,56
7	1 333	-238,4	56 834,56	33	1 483	- 98,4	9 682,56
8	1 457	-114,4	13 087,36	34	1 590	+ 18,6	345,96
9	1 737	+165,6	27 423,36	35	1 633	+ 61,6	3 794,56
10	1 653	+ 81,6	6 658,56	36	1 497	- 74,4	5 535,36
11	1 307	-264,4	69 907,36	37	1 853	+281,6	79 298,56
12	1 383	-188,4	35 494,56	38	1 543	- 28,4	806,56
13	1 500	- 71,4	5 097,96	39	1 733	+211,6	44 774,56
14	1 863	+291,6	85 030,56	40	1 313	-258,4	66 770,56
15	2 126	+554,6	307 581,16	41	1 480	- 91,4	8 353,96
16	1 403	-168,4	28 358,56	42	1 707	+135,6	18 387,36
17	1 393	-178,4	31 826,56	43	1 887	+315,6	99 603,36
18	1 893	+321,6	103 426,56	44	1 713	+141,6	20 050,56
19	1 567	- 4,4	19,36	45	1 467	-104,4	10 899,36
20	1 590	+ 18,6	345,96	46	1 467	-104,4	10 899,36
21	1 673	+101,6	10 322,56	47	1 480	- 91,4	8 353,96
22	1 713	+141,6	20 050,56	48	1 583	+ 11,6	134,56
23	1 523	- 48,4	2 342,56	49	1 733	+161,6	26 114,56
24	1 497	- 74,4	5 535,36	50	1 850	+287,6	77 617,96
25	1 927	+355,6	126 451,36	51	1 810	+238,6	56 929,96
26	1 543	- 28,4	806,56	52	1 527	- 44,4	1 971,36

Průměrná hodnota prvního rázu:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{81\,711}{52} = \underline{1\,571,4\,p}$$

Směrodatná odchylka:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{52-1} 1\,901\,148,12} = \underline{139,07\,p}$$

Hodnota variačního koeficientu:

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 = \frac{139,07}{1\,571,4} \cdot 100 = \underline{12,3\%}$$

Z vypočítané hodnoty vidíme, že i samotné jehly značně ovlivňují velikost prvního rázu. Přestože zde hodnota variačního koeficientu je nižší, než při měření vlivu více drážek, na jednu jehlu, musí být při zvyšování otáček pletacích strojů věnována značná pozornost tvarové jednoznačnosti (deformaci) jehel vkládaných do jehelního lůžka.

I pro toto měření bylo provedeno hodnocení normálových sil N_3 působících při ustáleném pohybu jehly po zámku. Na následujících tabulkách na str. 88, 89 a 90 jsou vyčísleny hodnoty těchto sil a současně vypočítány hodnoty pro zjištění variačního koeficientu. Podle poslední tabulky můžeme psát, že průměrná hodnota síly N_3

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{22\,160}{52} = \underline{426,2\,p}$$

Směrodatná odchylka:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{52-1} 218\,028,8} = \underline{65,4\,p}$$

Hodnota variačního koeficientu:

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 = \frac{65,4}{426,2} \cdot 100 = \underline{15,3\%}$$

Hodnota variačního koeficientu jasně ukazuje na to, že tva-

Velikost normálové síly N_3 různých jehel v drátce č. 1.

Jehla	1. měření		2. měření		3. měření		Průměrná hodnota $N_3/p/$
	číslo snímku	$N_3/p/$	číslo snímku	$N_3/p/$	číslo snímku	$N_3/p/$	
1	K 72	480	K 73	480	—	—	480
2	K 74	500	K 75	500	K 76	500	500
3	K 77	420	K 78	420	K 79	420	420
4	K 80	460	K 81	460	K 82	460	460
5	K 83	480	K 84	480	K 85	480	480
6	K 86	390	K 87	390	K 88	390	390
7	K 89	450	K 90	450	K 91	450	450
8	K 92	500	K 93	500	K 94	500	500
9	K 95	440	K 96	440	K 97	440	440
10	K 98	430	K 99	430	K 100	430	430
11	K 101	500	K 102	500	K 103	500	500
12	K 104	500	K 105	500	K 106	500	500
13	K 107	550	K 108	550	K 109	550	550
14	K 110	400	K 111	400	K 112	400	400
15	K 113	430	K 114	430	K 115	430	430
16	K 116	410	K 117	410	K 118	410	410
17	K 119	530	K 120	530	K 121	530	530
18	K 122	350	K 123	350	K 124	350	350
19	K 125	450	K 126	450	K 127	450	450
20	K 128	400	K 129	400	K 130	400	400
21	K 131	400	K 132	400	K 133	400	400
22	K 134	600	K 135	600	K 136	600	600
23	K 137	450	K 138	450	K 139	450	450
24	K 140	490	K 141	490	K 142	490	490
25	K 143	480	K 144	480	K 145	480	480
26					K 148	400	400

Velikost normálové síly N_3 různých jehel v drážce č. 1.

Jehla	1. měření		2. měření		3. měření		Průměrná hodnota $N_3/p/$
	číslo snímku	$N_3/p/$	číslo snímku	$N_3/p/$	číslo snímku	$N_3/p/$	
27	K 149	560	K 150	560	K 151	560	560
28	K 152	500	K 153	500	K 154	500	500
29	K 155	440	K 156	440	K 157	440	440
30	K 160	460	K 161	460	K 162	460	460
31	K 163	380	K 164	380	K 165	380	380
32	K 166	380	K 167	380	K 168	380	380
33	K 169	390	K 170	390	K 171	390	390
34	K 172	370	K 173	370	K 174	370	370
35	K 176	350	K 177	350	K 178	350	350
36	K 179	340	K 180	340	K 181	340	340
37	K 182	420	K 183	420	K 184	420	420
38	K 185	400	K 186	400	K 187	400	400
39	K 188	300	K 189	300	K 190	300	300
40	K 191	340	K 192	340	K 193	340	340
41	K 195	320	K 196	320	K 197	320	320
42	K 198	400	K 199	400	K 200	400	400
43	K 201	450	K 202	450	K 203	450	450
44	K 204	440	K 205	440	K 206	440	440
45	K 207	390	K 208	390	K 209	390	390
46	K 210	430	K 211	430	K 212	430	430
47	K 213	390	K 214	390	K 215	390	390
48	K 216	440	K 217	440	K 218	440	440
49	K 219	400	K 220	400	K 221	400	400
50	K 222	350	K 223	350	K 224	350	350
51	K 225	380	K 226	380	K 227	380	380
52	K 228	350	K 229	350	K 230	350	350

Tabelka pro výpočet směrodatné odchylky.

n	x_1	$x_1 - \bar{x}$	$(x_1 - \bar{x})^2$	n	x_1	$x_1 - \bar{x}$	$(x_1 - \bar{x})^2$
1	480	53,8	2 894,4	27	560	138,8	17 902,4
2	500	73,8	5 446,4	28	500	73,8	5 446,4
3	420	- 6,2	38,4	29	440	13,8	190,4
4	460	33,8	1 142,4	30	460	33,8	1 142,4
5	480	53,8	2 894,4	31	380	- 46,2	2 134,4
6	390	- 36,2	1 310,4	32	380	- 46,2	2 134,4
7	450	23,8	566,4	33	390	- 36,2	1 310,4
8	500	73,8	5 446,4	34	370	- 56,2	3 158,4
9	440	13,8	190,4	35	350	- 76,2	5 806,4
10	430	3,8	14,4	36	340	- 86,2	7 430,4
11	500	73,8	5 446,4	37	420	- 6,2	38,4
12	500	73,8	5 446,4	38	400	- 26,2	686,4
13	550	123,8	15 326,4	39	300	-126,2	15 926,4
14	400	- 26,2	686,4	40	340	- 86,2	7 430,4
15	430	3,8	14,4	41	320	-106,2	11 278,4
16	310	-116,2	13 502,4	42	400	- 26,2	686,4
17	530	103,8	10 774,4	43	450	23,8	566,4
18	350	- 76,2	5 806,4	44	440	13,8	190,4
19	450	23,8	566,4	45	390	- 36,2	1 310,4
20	400	- 26,2	686,4	46	430	3,8	14,4
21	490	- 26,2	686,4	47	390	- 36,2	1 310,4
22	600	173,8	30 206,4	48	440	13,8	190,4
23	450	23,8	566,4	49	400	- 26,2	686,4
24	490	63,8	4 070,4	50	350	- 76,2	5 806,4
25	480	53,8	2 894,4	51	380	- 46,2	2 134,4
26	400	- 26,2	686,4	52	350	- 76,2	5 806,4

rová deformace jehel (předpružení jehly v drážce) je velmi odlišná, což vede ke značnému kolísání hodnot normálové síly při ustáleném pohybu jehly po zámku. I zde, když sledujeme průběh normálové síly N_3 u jednotlivých jehel vidíme dosti značné odlišnosti jejího průběhu a znamená to, že jednotlivé jehly se pohybují v drážce s odlišným stykem. Z hodnot tabulky na str. 92, kde jsou uvedeny hodnoty procentní závislosti síly N_3 na velikosti prvního rázu pro jednotlivá měření, vidíme též jejich značné kolísání. To potvrzuje domněnku, že velikost prvního rázu je dána nejen předpružením jehly v drážce (tuhostí pohybu), ale skutečně pružností uložení jehly v drážce v oblasti kolénka, jinak by hodnota $\underline{Z}$ musela být přibližně konstantní.

Jehla	Prům. hodn. $N_1/p/$	Prům. hodn. $N_2/p/$	Závislost $\frac{N_2 \cdot 100}{N_1} \%$	Jehla	Prům. hodn. $N_1/p/$	Prům. hodn. $N_3/p/$	Závislost $\frac{N_3 \cdot 100}{N_1} \%$
1	1 480	480	32,4	27	1 687	560	33,2
2	1 383	500	36,2	28	1 337	500	37,4
3	1 257	420	33,4	29	1 590	440	27,7
4	1 340	460	34,3	30	1 317	460	34,9
5	1 427	480	33,6	31	1 473	380	25,8
6	1 337	390	29,2	32	1 603	380	23,7
7	1 333	450	33,8	33	1 483	390	26,3
8	1 457	500	34,3	34	1 590	370	23,3
9	1 737	440	25,3	35	1 633	350	21,4
10	1 653	430	26,0	36	1 497	340	22,7
11	1 307	500	38,3	37	1 853	420	22,7
12	1 383	500	36,2	38	1 543	400	25,9
13	1 500	550	36,7	39	1 783	300	16,8
14	1 863	400	21,5	40	1 313	340	25,9
15	2 126	430	20,2	41	1 480	320	21,6
16	1 403	310	22,1	42	1 707	400	23,4
17	1 393	530	38,0	43	1 587	450	23,8
18	1 893	350	18,5	44	1 713	440	25,7
19	1 567	450	28,7	45	1 467	390	26,6
20	1 590	400	25,2	46	1 467	430	29,3
21	1 673	400	23,9	47	1 480	390	26,4
22	1 713	600	35,0	48	1 583	440	27,8
23	1 523	450	29,5	49	1 733	400	23,1
24	1 497	490	32,7	50	1 850	350	18,9
25	1 937	480	24,9	51	1 810	380	21,0
26	1 543	400	25,9	52	1 527	350	22,9

4.2.0 Experimentální hodnocení normálových sil mezi kolénkem jehly a zámkem na talířovém ložku.

Jehla se pohybuje bez příze.

Pro toto hodnocení bylo provedeno měření pouze na talířovém ložku jen pro krátkou jehlu uvedenou na obr. 18. Měření s dlouhou jehlou nebylo možné s daným snímačem provést, protože konstrukce otočného držáku nedovolila montáž snímače do potřebné polohy na talířovém ložku.

Protože se celá práce zabývá hlavně základními závislostmi a uložení krátké i dlouhé jehly na talířovém ložku je v podstatě shodné, nebyl pro měření dlouhých jehel konstruován speciální držák. V podstatě se ani nejedná o dlouhou a krátkou jehlu, nýbrž o stejně dlouhé jehly, jednou s kolénkem na přední části a druhou na zadní části stvolu jehly. Navíc provádíme měření bez příze, která by mohla jinak podstatněji svým působením (vysouváním kořene jehly z drážky ložka) rozlišit silové podmínky na obou jehlách.

4.2.1 Hodnocení prvního rázu kolénka jehly na zámek v závislosti na úhlu zámku a při postavení zámku jako zvedáč a stahovač.

Pro hodnocení těchto závislostí byl měněn funkční úhel zámku od $\alpha = 10^\circ$ do $\alpha = 55^\circ$ při třech obvodových rychlostech válce $v_v = 0,9$ m/s, $v_v = 0,7$ m/s a $v_v = 0,5$ m/s, přičemž obvodové rychlosti kolénka jehly na talíři byly při těchto rychlostech $v_t = 0,84$ m/s, $v_t = 0,65$ m/s a $v_t = 0,46$ m/s. Úhel α byl volen jen do 55° , protože úhel $\alpha = 60^\circ$ byl pro soustavu jehla - zámek na talíři samosvorný. Pro každé nastavení byly i zde provedeny tři záznamy, z nichž je brán pro hodnocení průměr.

Pro závislost rázové síly N na úhlu zámku při jeho postavení jako zvedáč a stahovač byly použity L 135 - L 208. Pro postavení

zámku jako stahovač platí snímky L 210 - L 272. Příslušné čísla cejchů jsou uvedena pod tabulkami.

Tabulka závislosti rázové síly N , na úhlu zámku při jeho postavení jako zvedač je na str. 95. Průměrné hodnoty této tabulky jsou vyneseny do grafu na str. 96. Porovnáme-li maximální hodnotu rázové síly při úhlu zámku $\alpha = 55^\circ$ a rychlosti válce $v_v = 0,9$ m/s, (odpovídá skutečné rychlosti kolénka talířové jehly $v_t = 0,84$ m/s) s hodnotou rázové síly, při těžžce podmínkách na válci zjistíme, že velikost rázové síly N , je na talířovém lůžku větší. Dalo se to předpokládat, protože jehly talířového lůžka byly u měřeného stroje do drážek vloženy s podstatně větším přepružením, než jehly válcové. Též úhel samosvornosti zámku byl na talířovém lůžku kolem 60° a proto jsou měření prováděna jen pro úhel $\alpha = 55^\circ$. Z hodnot tabulky vidíme klesající charakter hodnot rázové síly v závislosti na úhlu zámku. Podíváme-li se však na graf vidíme, že jednotlivé body jsou pro příslušné rychlosti velmi rozptýlené a nelze je proložit plynulou křivkou. Proto byly jednotlivé body grafu spojeny úsečkami. I z tohoto spojení vyplývá exponenciální charakter průběhu normálové síly, který teoreticky musí vyjít, protože silové poměry na válcovém i talířovém lůžku jsou obdobné. Čím lze však vysvětlit tak extrémní kolísání hodnot rázové síly od předpokládaného průběhu? Poměry při nastavování enízače vůči talíři a kolénku jehly byly shodné jako u válcového lůžka a přesto měření vykazuje tak velké odchylky jednotlivých hodnot, že je nelze proložit plynulou křivkou. Musí zde existovat příčina, která se nevyskytovala při měření na válcovém lůžku. Podíváme-li se na záznamy normálové síly pro menší úhly než $\alpha = 25^\circ$, zjistíme naprosto nerovnoměrný průběh normálové síly po celou dobu styku kolénku jehly se zámkem. Naopak u záznamů pro větší úhly (nad $\alpha = 30^\circ$) je průběh normálové síly při ustáleném pohybu kolénka jehly po zámku velmi klidný (příloha svazek 5a, 6). Je to způsobeno tím, že při malých úhlech zámku je jehla činnou hranou zámku vyvedávána za kolénko z dráhy lůžka a smýká se svým stvolem po čele zámku, čímž ho rozkmitává. Z tohoto

Závislost rázové síly N na úhlu záseku.

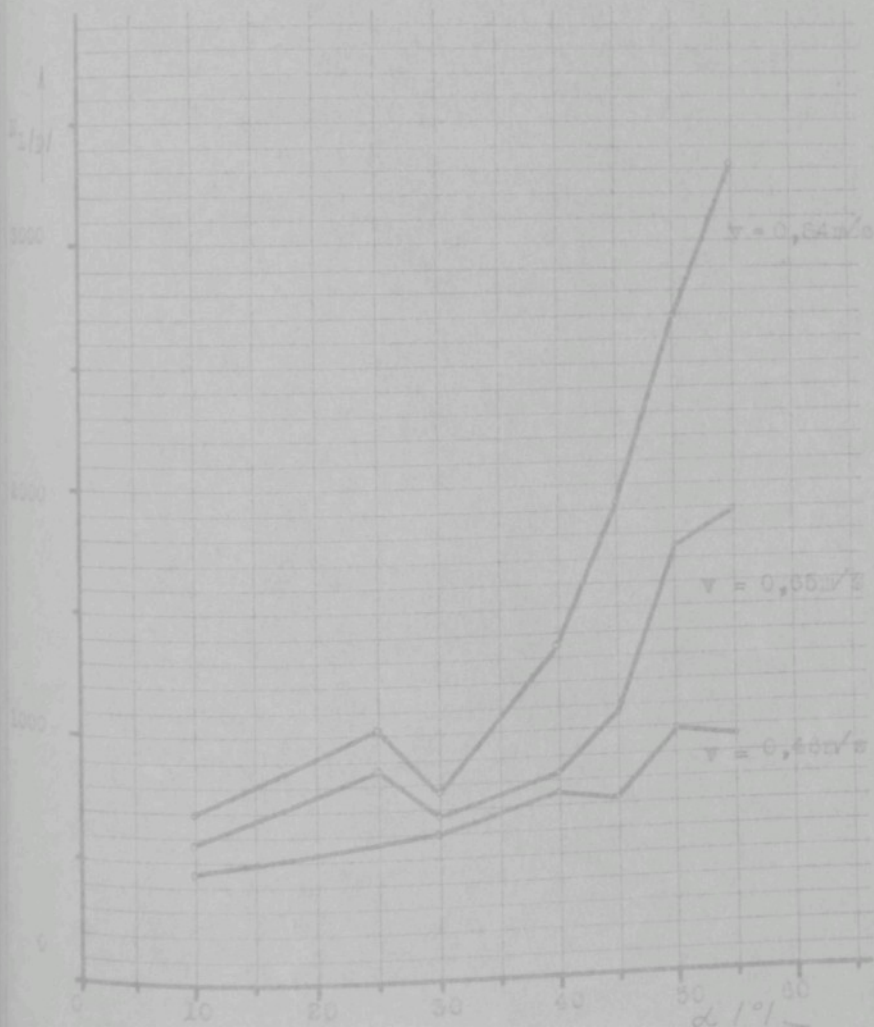
Měření na talíři, zásek jako svědač.

α/°	1. měření			2. měření			3. měření			Průměrná hodnota N _r /p/
	číslo snímku	N _r /p/		číslo snímku	N _r /p/		číslo snímku	N _r /p/		
α = 0,5° / 10,5° / 16,5°	55	L 135	3 400	L 136	3 400		L 137	3 350		3 383
	50	L 150	2 700	L 151	2 750		L 152	2 710		2 720
	45	L 153	1 940	L 154	1 950		L 155	1 950		1 947
	40	L 168	1 350	L 169	1 310		L 170	1 380		1 347
	40	L 173	1 320	L 174	1 390		L 175	1 390		1 367
	30	L 168	770	L 189	780		L 190	750		767
	20	L 191	1 050	L 192	1 020		L 193	1 040		1 037
	10	L 206	720	L 207	680		L 208	700		700
α = 10,5° / 16,5° / 22,5°	55	L 138	1 860	L 139	1 960		L 140	1 880		1 900
	50	L 147	1 700	L 148	1 810		L 149	1 750		1 753
	45	L 156	1 130	L 157	1 110		L 158	1 050		1 097
	40	L 165	850	L 166	800		L 167	820		823
	40	L 176	810	L 177	820		L 178	830		820
	30	L 185	700	L 186	700		L 187	690		697
	20	L 194	900	L 195	900		L 196	890		896
	10	L 203	600	L 204	550		L 205	590		530
α = 16,5° / 22,5° / 28,5°	55	L 141	1 000	L 142	1 000		L 143	980		993
	50	L 144	1 000	L 145	1 000		L 146	1 000		1 000
	45	L 159	710	L 160	730		L 161	750		730
	40	L 162	800	L 163	760		L 164	780		780
	40	L 179	520	L 180	600		L 181	600		573
	30	L 182	600	L 183	610		L 184	620		610
	20	L 197	--	L 198	--		L 199	--		--
	10	L 200	480	L 201	450		L 202	460		467

Sejch L 171 platí pro snímky L 135 - L 170

Závislost rázové síly N_1 na úhlu zámku.

Měření na talíři, zámek jako zvedáč.



faktu vyplývá, že i při větších funkčních úhlech zámku pravděpodobně neleží jehla svým hřbetem na dně drážky, ale je částečně zvednuta. A to zcela libovolně v závislosti na úhlu a speciálních podmínkách nastavení funkční hrany zámku vůči kolénku jehly. Protože postavení zámku k lůžku je provedeno s vůlí až do 0,5 mm, může se i jehla o tuto hodnotu z lůžka vysunout, aniž se dotýká svým stvolem o čelo zámkové hrany. Tím se ovšem zásadně mění podmínky uložení jehly a tím i velikost síly N_p . Proto hodnoty jejího průběhu v grafu netvoří plynulou závislost.

Podklady pro hodnocení prvního rázu v závislosti na úhlu zámku a nastavení zámku jako stahovač je uvedeno na tabulce a grafu str. 98 a 99. Z průběhu uvedeného grafu můžeme konstatovat, že i při tomto měření platí všechny úvahy a vývoody jako pro předcházející měření, ve kterém pracoval zámek jako zvedač. Dříve uvedené skutečnosti a předpoklady vedou též k tomu, proč některé hodnoty jsou při stahování a zvedání jehly při stejných rychlostech s úhly značně odlišné. Pokud se týká odstředivé síly, je její hodnota příliš malá, než aby mohla ovlivnit velikost normálové síly při zvedání (vysouvání jehly z lůžka) nebo stahování (zasouvání jehly do lůžka) jehly. Je zajímavé, že při stahování jehly se začíná objevovat zvedání jehel až na čelní hranu zámku již při úhlu $\alpha = 30^\circ$ (viz příloha svazek 6, snímky L 247 - L 272).

4.2.2 Hodnocení rázové síly v závislosti na otáčkách táhly.

Toto měření bylo provedeno jen pro postavení zámku jako zvedač, protože lze předpokládat, že by měření při zámku pracujícím jako stahovač nepřineslo žádné podstatné závěry a měření jsou navíc natolik pracná, že bylo toto měření vynecháno.

Jak vyplývá z tabulky na str. 100 byla sledována ve-

Závislost rázové síly N na úhlu zámku.

Měření na talíři, zámek jako stahovač.

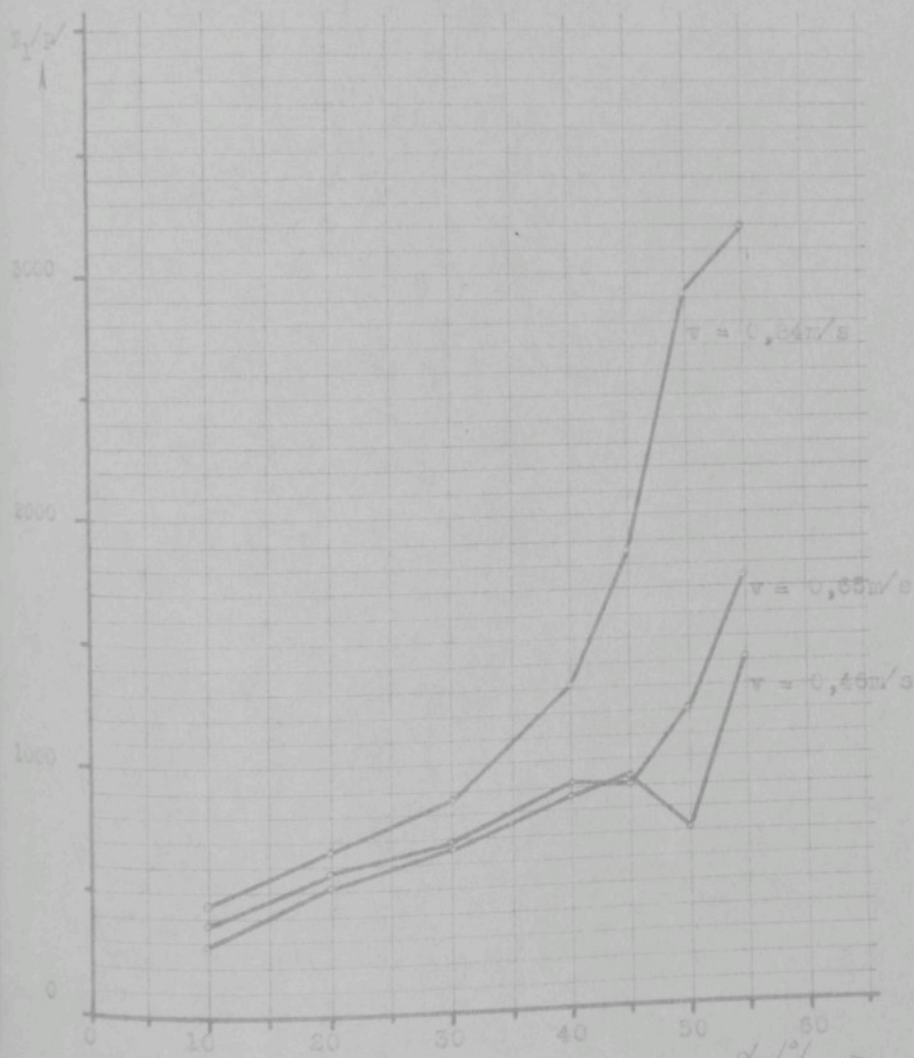
Talíř	α /°/	1. měření		2. měření		3. měření		Průměrná hodnota N , /p/
		číslo snímku	N/p/	číslo snímku	N/p/	číslo snímku	N/p/	
$n = 21,2 \text{ } \frac{\text{mm}}{\text{min.}}, v = 9,81 \text{ } \frac{\text{m}}{\text{s}}$	55	L 210	3 200	L 211	3 300	L 212	3 100	3 200
	50	L 225	3 000	L 226	3 000	L 227	2 780	2 927
	45	L 228	1 900	L 229	1 820	L 230	1 900	1 873
	40	L 243	1 360	L 244	1 250	L 245	1 300	1 303
	30	L 247	830	L 248	860	L 249	860	866
	20	L 261	680	L 262	660	L 263	670	670
	10	L 264	460	L 265	450	L 266	470	460
$n = 16,5 \text{ } \frac{\text{mm}}{\text{min.}}, v = 9,65 \text{ } \frac{\text{m}}{\text{s}}$	55	L 213	1 730	L 214	1 700	L 215	1 800	1 750
	50	L 222	1 200	L 223	1 200	L 224	1 200	1 200
	45	L 231	920	L 232	910	L 233	910	913
	40	L 240	920	L 241	920	L 242	920	920
	30	L 250	710	L 251	700	L 252	710	707
	20	L 258	580	L 259	590	L 260	610	593
	10	L 267	380	L 268	380	L 269	360	373
$n = 14,8 \text{ } \frac{\text{mm}}{\text{min.}}, v = 9,46 \text{ } \frac{\text{m}}{\text{s}}$	55	L 216	1 450	L 217	1 400	L 218	1 400	1 417
	50	L 219	750	L 220	700	L 221	720	723
	45	L 234	950	L 235	960	L 236	930	947
	40	L 237	900	L 238	900	L 239	890	897
	30	L 253	700	L 254	--	L 255	700	700
	20	L 255E	500	L 256	510	L 257	500	503
	10	L 270	270	L 271	300	L 272	300	290

Sejch L 246 platí pro snímky L 210 - L 245

Sejch L 273 platí pro snímky L 247 - L 272

Závislost rázové síly M_1 na úhlu zátku.

Měření na telíři, zámek jako stahovač.



Závislost rásové síly N_4 na otáčkách talíře.

Měření na talíři, sádek jako svedoš.

Jehla Sádek	N % m.u.	1. měření		2. měření		3. měření		Průměrná hodnota N_4/p
		číslo snímku	N/p/	číslo snímku	N/p/	číslo snímku	N/p/	
Y = 55°	22	L 71	4 200	L 72	4 230	L 73	4 100	4 177
	20	L 74	3 550	L 75	3 460	L 76	3 400	3 470
	18	L 77	2 550	L 78	2 700	L 79	2 650	2 633
	16	L 80	1 810	L 81	2 100	L 82	1 980	1 963
	14	L 83	1 580	L 84	1 580	L 85	1 590	1 583
	12	L 86	1 300	L 87	1 280	L 88	1 260	1 280
	10	L 89	1 080	L 90	1 210	L 91	1 090	1 127
Y = 50°	22	L 110	3 450	L 111	3 280	L 112	3 350	3 360
	20	L 107	2 620	L 108	2 780	L 109	2 750	2 717
	18	L 104	2 180	L 105	2 000	L 106	2 100	2 093
	16	L 101	1 740	L 102	1 630	L 103	1 680	1 677
	14	L 98	1 200	L 99	1 260	L 100	1 220	1 227
	12	L 95	1 100	L 96	1 380	L 97	1 480	1 320
	10	L 92	1 090	L 93	1 090	L 94	1 080	1 087
Y = 45°	22	L 113	2 200	L 114	2 290	L 115	2 390	2 293
	20	L 116	1 800	L 117	2 000	L 118	1 800	1 867
	18	L 119	1 450	L 120	1 290	L 121	1 320	1 353
	16	L 122	1 000	L 123	1 190	L 124	1 100	1 097
	14	L 125	920	L 126	920	L 127	920	920
	12	L 128	900	L 129	920	L 130	950	923
	10	L 131	800	L 132	800	L 133	900	833

Velikost rázové síly při otáčkách talíře v rozmezí $n = 10 - 22$ ot/min pro tři různé úhly zámku $\alpha = 55^\circ$, $\alpha = 50^\circ$, $\alpha = 45^\circ$. Snímky pro tato měření jsou uvedeny v příloze svazek 5 pod čísly L 71 - L 133. Průměrné hodnoty jednotlivých měření jsou vyneseny do grafu na str. 102. I zde jsou jednotlivé hodnoty propojeny úsečkami a nejsou proloženy třemi přímkami, které by odpovídaly předpokládanému průběhu, protože nelze naměřenými hodnotami zcela objektivně přímky proložit.

Velikost odchylek naměřených hodnot od předpokládaného průběhu vede i zde k závěru, že uložení nadzvednuté jehly v lůžku je závislé i na otáčkách stroje. Možno též celkově říci, že uložení jehel na talířovém lůžku je velmi nejednoznačné.

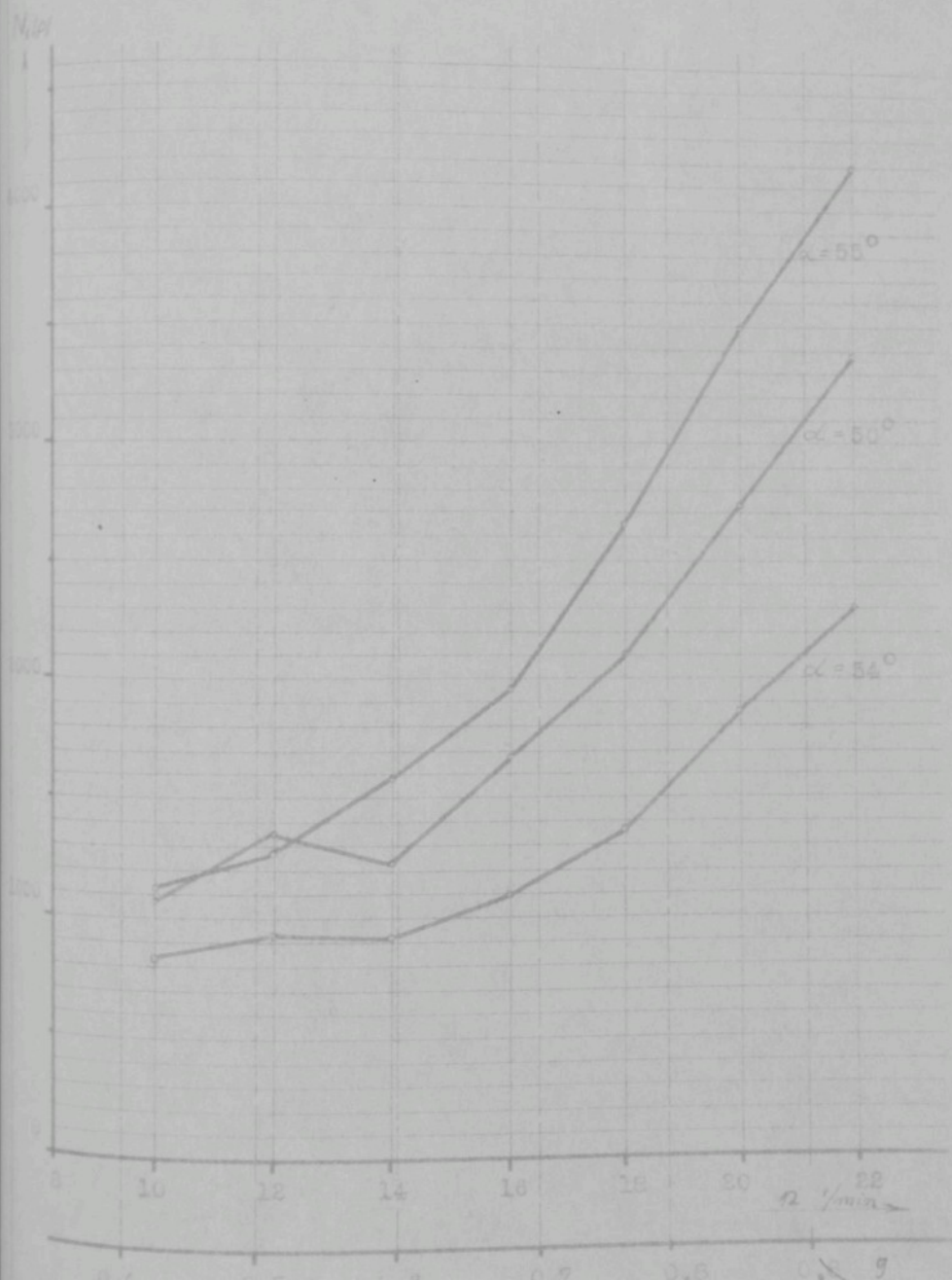
4.2.3. Hodnocení průběhu normálové síly po prvním rázu.

Z fotografií osciloskopických záznamů pro talířové lůžko možno konstatovat, že průběh normálové síly po prvním rázu je u talířového lůžka vyrovnanější než u lůžka válcového. Tuto skutečnost lze zdůvodnit tím, že přestože jsou drážky obou lůžek frézované, tedy v podstatě stejné jakosti, jsou drážky talíře lůžka mnohem méně opotřebeny. I když šakárový stroj, na kterém bylo měření prováděno, není příliš starý, není opotřeben příliš dlouhodobým provozem, vykazují drážky válcového lůžka hlavně povrchové nerovnosti v místech, kde se odvalují vzorovací kotouče. Toto narušení drážek se pak nutně musí objevit na plynulosti průběhu normálové síly. Též přítlak pružin na válcovém lůžku znerovnoměrní pohyb jehel.

Mohla by též vzniknout námitka, že uvedený stav může způsobit různý tvar jehel válcových (tažené) a talířových (ražené). Z tohoto důvodu byly do jedné drážky válcového lůžka vloženy při měření tři jehly válcové a tři jehly talířové. Subjektivně bylo hodnoceno, že všechny použité jehly byly přibližně stejně těžce. Obvo-

Závislost rázové síly M_2 na otáčkách talíře.

Měření na talíři, zámek jako zvedač.



dová rychlost válce byla při tomto měření $v = 0,7 \text{ m/s}$, zámek pracoval jako zvedač při úhlu $\alpha = 50^\circ$. Záznamy měření jsou uvedeny v příloze svazek 6 pod čísly M 52 - M 69. Z těchto snímků můžeme konstatovat, že průběh normálové síly mezi kolénkem a zámkem je u talířových jehel vsazených do válcového lůžka spíše ještě nerovnoměrnější než u jehel válcových. Tedy jasně se projevil vliv poškozeného stavu drážek lůžka. Navíc zde pak bylo zjištěno, že uklidnění pohybu jehly u talířových (ražených) jehel je mnohem delší a rozkolísanější, než u jehel válcových (tažených). Protože kolénko tažené jehly je určitě pružnější, než kolénko jehly ražené, souhlasí tento výsledek již z dříve uvedenými závěry o vlivu pružnosti jehly v oblasti kolénka na průběh prvního rázu. Na níže uvedené tabulce je provedeno srovnání normálových sil prvního rázu pro toto měření, kde v posledním sloupci této tabulky jsou uvedeny průměrné hodnoty normálové síly při ustáleném pohybu kolénka jehly po zámku.

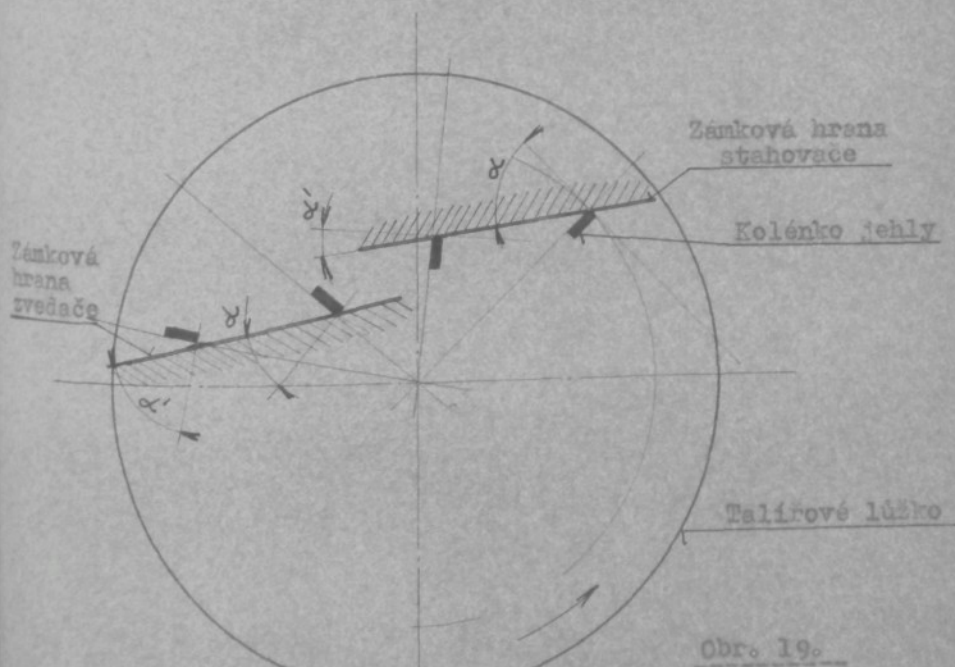
Velikost rázové síly N_1 a ustálené síly N_3 .

Druh jehly	1.měření		2.měření		3.měření		Prům. hod. N ₁ /p/	N ₃ /p/	
	číslo snímku	N ₁ /p/	číslo snímku	N ₁ /p/	číslo snímku	N ₁ /p/			
VÁLCOVÁ	A	M 52	2 100	M 53	2 100	M 54	2 080	2 093	400
	B	M 55	2 550	M 56	2 650	M 57	2 680	2 627	400
	C	M 58	1 980	M 59	1 990	M 60	1 980	1 973	400
TALÍŘOVÁ	A	M 61	2 250	M 62	2 260	M 63	2 240	2 250	300
	B	M 64	2 500	M 65	2 660	M 66	2 600	2 587	350
	C	M 67	2 600	M 68	2 550	M 69	2 500	2 550	320

I z těchto hodnot (až na hodnoty válcové jehly B) vyplývá vliv pružnosti jehly v oblasti kolénka na velikost prvního rázu. Přesto, že hodnota síly N_3 je v průměru u talířových jehel nižší, je zde průměrná hodnota rázové síly vyšší, tedy naopak než u jehel válcových.

Tímto srovnáním bych však v žádném případě nechtěl vzbudit jednoznačný dojem, že tažené jehly jsou pro pletací stroje jednoznačně lepší než jehly ražené. Takovéto hodnocení jehel by si vyžádalo daleko podrobnější průzkum zaměřený na celou řadu dalších aspektů a mělo by patrně dost značný význam.

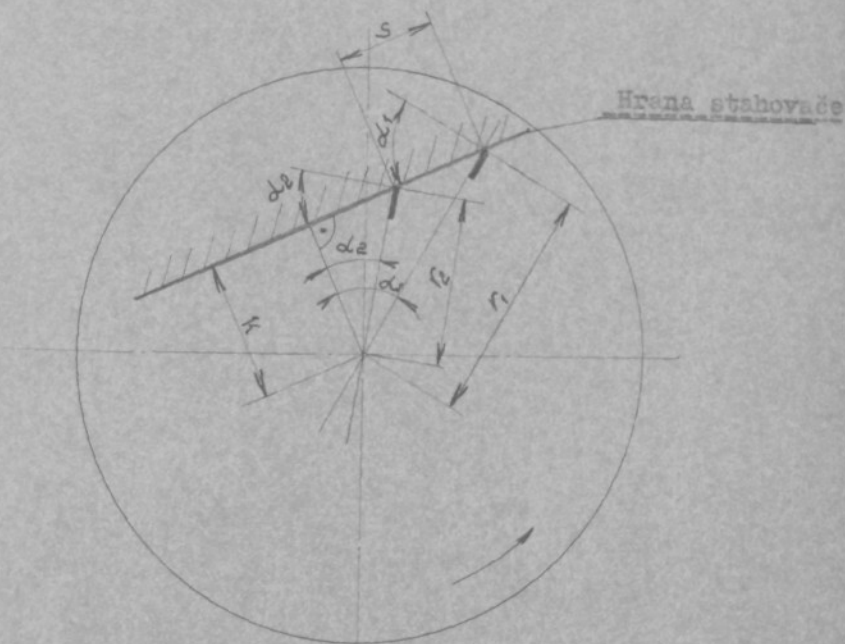
Když se podíváme opět na měření normálových sil na talířovém lůžku, měli bychom při zámku postaveném jako zvedač najít stoupející charakter normálové síly při ustáleném pohybu jehly po zámku a naopak při stahování klesající charakter této síly, protože se mění při posuvu kolénka po přímkové funkci hřně zámku velikost skutečného funkčního úhlu. Uvedený stav nastává jen na talířovém lůžku a je znázorněn na obr. 19.



Obr. 19.

Z obrázku jasně vyplývá, že na přímkovém zvedači roste funkční úhel s posuvem jehly, u přímkové zámkové hrany postavené jako stahovač je to právě naopak a funkční úhel s posuvem jehly klesá.

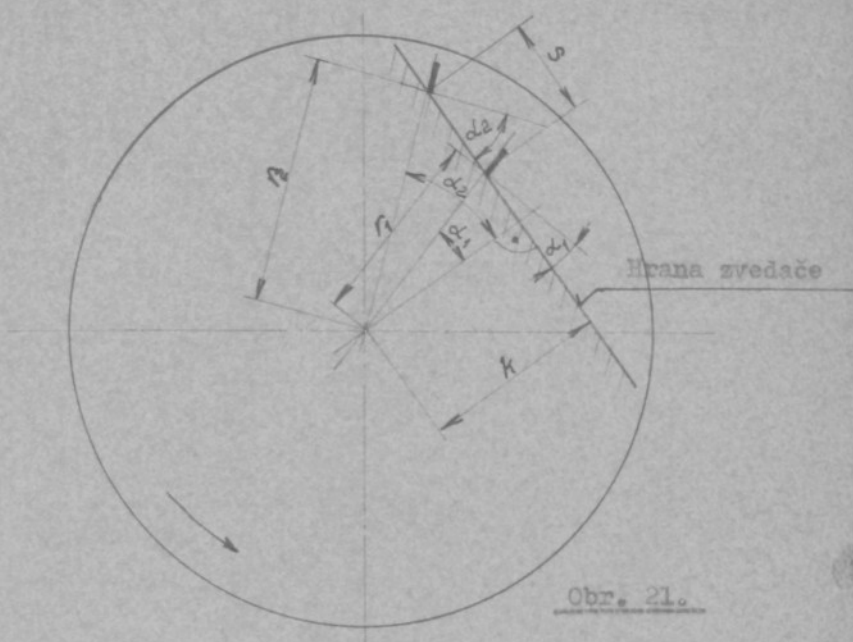
Abychom mohli číselně vyjádřit, k jakým změnám funkčního úhlu skutečně při stahování a zvedání jehly dojde, jsou dále odvozeny příslušné teoretické vztahy. Podle obr. 20, na kterém je znázorněna přímková funkční hrana jako stahovač platí:



Obr. 20.

$$\cos \alpha_2 = \frac{k}{r_2} = \frac{r_1 \cos \alpha_1}{\sqrt{r_1^2 + s^2 - 2r_1 s \sin \alpha_1}}$$

Pro přímkovou funkční hranu, která je postavena jako zvedač, platí podle obr. 21



$$\cos \alpha_2 = \frac{k}{r_2} = \frac{r_1 \cos \alpha_1}{\sqrt{r_1^2 + s^2 + 2r_1 s \sin \alpha_1}}$$

Provedme nyní podle těchto odvozených vzorců skutečný výpočet změny úhlu α pro podmínky, které byly při měření. Při měření, které bylo prováděno na talířovém lůžku v postavení zámku jako zvedač a stahovač, bylo:

$$r_1 = 379 \text{ mm},$$

$$s = 14 \text{ mm},$$

α bylo při měření měněno v rozmezí $10 - 55^\circ$. Výpočet je však proveden jen pro dva úhly $\alpha = 55^\circ$ a $\alpha = 30^\circ$.

Pro zámek v postavení jako zvedač při pracovním úhlu $\alpha_1 = 55^\circ$ pak platí:

$$\cos \alpha_2 = \frac{r_1 \cos \alpha_1}{\sqrt{r_1^2 + s^2 + 2r_1 s \sin \alpha_1}} = \frac{379 \cdot 0,574}{\sqrt{379^2 + 14^2 + 2 \cdot 379 \cdot 14 \cdot \sin 55^\circ}} =$$

$$= \underline{0,55698}$$

$$\cos \alpha_2 = 0,55698; \quad \alpha_2 = 56^\circ 09'$$

$$\text{Změna úhlu } |\Delta \alpha|_{55^\circ} = \alpha_2 - \alpha_1 = 56^\circ 09' - 55^\circ = \\ = \underline{1^\circ 09'}$$

Pro zámek v postavení jako stahovač při pracovním úhlu $\alpha_1 = 55^\circ$ platí:

$$\cos \alpha_2 = \frac{r_1 \cos \alpha_1}{\sqrt{r_1^2 + s^2 - 2r_1 \cdot s \cdot \sin \alpha_1}} = \frac{379 \cdot 0,574}{\sqrt{379^2 + 14^2 - 2 \cdot 379 \cdot 14 \cdot \sin 55^\circ}} = \\ = \underline{0,59168}$$

$$\alpha_2 = 53^\circ 43'$$

$$\underline{|\Delta \alpha|_{55^\circ} = 1^\circ 17'}$$

Provedeme-li stejný výpočet pro pracovní úhel $\alpha_1 = 30^\circ$ v postavení zámku jako zvedače a stahovače, obdržíme tyto hodnoty. Při postavení zámku jako zvedače je změna úhlu

$$|\Delta \alpha|_{30} = 1^\circ 49'$$

při postavení zámku jako stahovače je tato hodnota

$$|\Delta \alpha|_{30} = 1^\circ 51'$$

Z vypočítaných hodnot je zřejmé, že v případě měření silových poměrů na talířovém lůžku docházelo ke změnám úhlu maximálně do 2° . Podíváme-li se na hodnoty normálové síly při talířovém pohybu kolánka jehly po zámku pro vál-

cové lůžko (síla N_3) shledáme, že změna úhlu o 2° by měla být patrná na záznamu měření jak při pracovním úhlu zámku $\alpha = 30^\circ$ i $\alpha = 55^\circ$. Na vlastních záznamech měření však tendence zmenšování či zvětšování normálové síly N_3 při ustáleném průběhu kolénka jehly po zámku není patrná a u některých snímků vychází tato změna síly N_3 úplně opačně proti teoretickému zdůvodnění. Tuto anomálii lze vysvětlit, jak už bylo dříve řečeno, tím, že poloha jehly v drážce talířového lůžka je velmi nejednotná a proměnná (jehla neleží na dně drážky lůžka). Též podle subjektivního zjištění se talířové jehly nepohybují v každém místě drážky se stejným odporem. Tyto skutečnosti měly za následek, že nebylo možné změřit předpokládaný charakter průběhu normálové síly N_3 .

Další podrobnější měření u talířového lůžka nebyla dále prováděna v obdobném sledu jako u lůžka válcového, protože by nemělo smysl proměřovat silové poměry při tak nejednotném uložení jehel v drážce lůžka. Tento nedostatek je zapotřebí v první řadě odstranit, abychom při návrhu drah zámků na talířovém lůžku měli vždy jednotné poměry, ze kterých by bylo možné s jistotou vycházet. Dále je možno konstatovat, že další měření, která byla na válcovém lůžku prováděna, lze aplikovat na lůžko talířové, kde silové poměry jsou (zanedbáme-li nejednotné uložení jehel v drážce lůžka) ovlivněny jen změnou funkčního úhlu při zvedání či stahování jehly, jak bylo dříve odvozeno,

Je důležité si povšimnout u jehel talířového lůžka té skutečnosti, že jehly zde musí být vkládány do jehelního lůžka s určitým předpružením, aby se zabránilo samovolnému posuvu jehel v drážce. Tento případ může nastat i u válcového lůžka, kde někdy radiálními pružinami nelze samovolnému posouvání jehel a po př. platin zamezit. Předpružení jehel se provádí ve většině případů u pletacích strojů (kromě jehel na jemné jednoválcové stroje) ručně a je tedy značně subjektivně ovlivněno pracovníkem,

Při měřeních však bylo zjištěno, že malá změna v předpružení jehly má velmi podstatný vliv na silové poměry mezi zámkem a kolénkem jehly, kde síly u různě předpružených jehel se pohybují až ve 100 % odchylkách, i když se při subjektivní kontrole tuhosti pohybu jehly v drážce lůžka zdá, že jejich odpor proti posuvu je stejný. Bylo by tedy velmi potřebné, aby i jehly těchto hrubých strojů byly předpružovány mechanicky na konstantní vhodně zvolenou hodnotu, aby se zabránilo zbytečnému nadměrnému opotřebování jak jehel, tak zámků, snížil se tím i příkon elektrického proudu pro pletací stroj a v neposlední míře se též mnohdy zabránilo předčasné havárii jehly, ke kterému by při správném předpružení jehly nemuselo dojít.

4.3 Celkové shrnutí výsledků kapitoly 4.0.0.

Závěrem kapitoly experimentálního výzkumu normálových sil mezi kolénkem jehly a zámkem na válcovém a talířovém lůžku, při jehle pracující bez příze, je možné získané poznatky shrnout do následujících bodů.

1. Průběh velikosti normálové síly v závislosti na úhlu zámku je exponenciální. Tak např. u válcového lůžka snížením úhlu zámku z $\alpha = 60^\circ$ na $\alpha = 30^\circ$, t. j. o 50 %, sníží se velikost prvního rázu u rychlosti válce 0,9 m/s asi 10 x, velikost druhého rázu asi 6 x a velikost ustálené normálové síly asi 4 x. Hodnota funkčního úhlu zámku ovlivňuje tedy velmi podstatně hlavně velikost rázových sil.
2. Průběh závislosti normálových sil prvního rázu na otáčkách pletacího stroje je přímkový. Při vzrůstu obvodové rychlosti kolénka jehly na válcovém lůžku z $v = 0,45$ m/s na 0,9 m/s vzroste velikost první rázové síly pro úhel $\alpha = 55^\circ$ asi 2,57 x, pro úhel $\alpha = 50^\circ$ asi 2,40 x a pro úhel $\alpha = 45^\circ$ asi 2,37 x. Z uvedených údajů vyplývá, že směrnice přímků udávajících závislost $N = f(v)$ se při zvětšování funkčního úhlu mírně zvětšují. Teoreticky by měly všechny tyto přímky procházet jedním společným bodem.
3. Z výsledků měření bylo zjištěno, že uložení talířových jehel v drážce talířového lůžka je velmi nejednoznačné, jehly se působením zámků nadzvedávají v drážce do různých poloh. Tato skutečnost nepříznivě ovlivňuje silové poměry mezi jehlou a zámkem, posuv jehly je v drážce neklidný a má samozřejmě vliv i na rovnoměrnost pleteniny, protože poloha háčku jehly se výškově proti lůžku mění.
4. Předpružení jehel, se kterým jsou jehly vkládány do lůžek, může podstatně ovlivnit silové poměry mezi kolénkem jehly a zámkem. Mírným zvýšením předpružení může dojít ke zvýšení normálových sil až o 100 %. Bylo by vhodné i u strojů s hrubším dělením provádět předpružení mechanicky na konstantní hodnotu.

5. Na rázovou sílu mezi kolénkem jehly a zámkem má podstatný vliv tuhost zámkové hrany v místě nárazu a tuhost jehly v oblasti kolénka.

6. Při ustáleném rovnoměrném pohybu kolénka jehly po zámku nezávisí velikost normálové síly na obvodové rychlosti stroje.

7. Velikost normálových sil mezi kolénkem jehly, která nezatahuje, a zámkem s přímkovou funkční hranou je u válcového lůžka při stejném úhlu zámku a stejné obvodové rychlosti v podstatě stejná jak při stahování jehly, tak při jejím zvedání. Platí to samozřejmě jen v tom případě, že je jakost drážky jehelního lůžka po celé délce, po které se pohybuje jehla, stejná.

8. Závěry předcházejícího bodu platí samozřejmě i pro talířové lůžko, jsou-li výchozí podmínky při zvedání a stahování jehly stejné. Při posuvu kolénka jehly po přímkové funkční hraně talířového zámku zde dochází ke změně pracovního úhlu

α . Tato změna úhlu, hlavně u pletářských strojů se středním a malým poloměrem, nabývá velmi značných hodnot. Při stahování jehly se pracovní úhel v průběhu jejího pohybu zmenšuje, naopak při zvedání jehly se zvyšuje.

9. Velikost normálových sil je též značně ovlivňována postavením zámku vůči kolénku jehly, t. j. jeho vzdáleností od lůžka a příčného sklonu funkční hrany, což obojí má vliv na změnu stykového bodu kolénka se zámkem. Tento vliv se v obměněné formě hlavně vyskytuje na talířovém lůžku, kde naopak dochází k samovolné změně polohy kolénka vůči zámku; jehla se samovolně nadzvedává. U jehly, která by pracovala, dochází ke zvedání jen zadní části jehly, protože hlava jehly je tažena do spodní polohy očkem pleteniny, která na ní visí. V důsledku nejednotného uložení jehel v drážkách talířového lůžka dochází ke značným změnám hodnot normálových sil proti předpokládané hodnotě.

10. Protože při rázovém styku kolénka jehly se zámkem dochází k jeho odskoku od zámku, je pro návrh zámkových drah třeba počítat s velikostí odskoku kolénka jehly, aby byla

zajištěna při konstrukci zámku potřebná vůle mezi proti-zámek, na který by kolénko jehly nemělo při odskoku naražet.

11. Základním předpokladem pro úspěšné řešení nových zámkových drah pro pletací stroje, které mají pracovat s vyššími rychlostmi, je odstranění, popř. podstatné snížení rázu kolénka jehly na zámek. Nelze-li náběhové úhly zámku udělat nulové, neměla by jejich hodnota přesahovat 10° . Při tomto úhlu je hodnota rázové síly únosná a podstatně nepřevyšuje hodnotu normálové síly při ustáleném pohybu kolénka jehly po zámku. Při náběhovém úhlu $\alpha = 10^\circ$ lze konstrukčně též splnit požadavek na svislý pohyb stahovače, nutný pro změnu hustoty pleteniny.

5.0 Vliv drsnosti povrchu funkční hrany zámku na velikost
normálové síly a hodnotu koeficientu tření mezi ko-
lénkem jehly a zámkem.

Při sledování silových poměrů mezi kolénkem jehly a zámkem je nutné ověřit, jakým vlivem se podílí na těchto silových poměrech drsnost povrchu funkční hrany zámku. Pro toto měření bylo zhotoveno pět druhů zámků s různou drsností funkční hrany od $0,1\mu\text{m}$ do $1,6\mu\text{m}$. Zdranění bylo provedeno ručně, subjektivně pod stereomikroskopem podle normálů vyrobených n. p. Zbrojovka Vsetín.

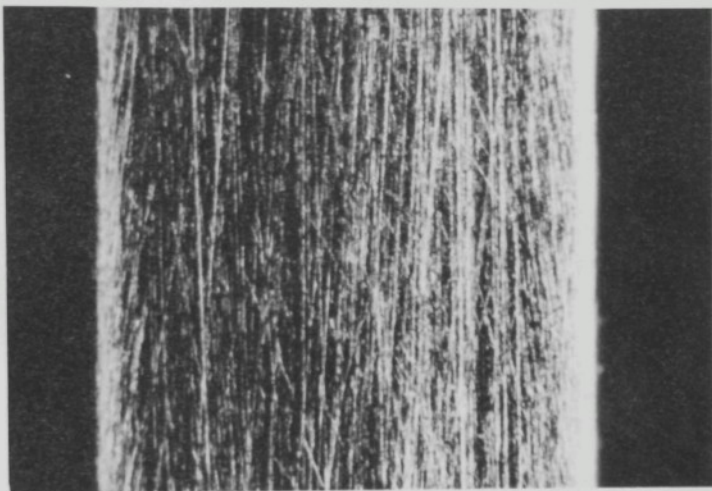
Pro zjištění velikosti koeficientu tření bylo nutné kromě normálové síly měřit též sílu tečnou. Proto byly měřené zámky montovány na snímač ve dvou vzájemně kolmých směrech podle obrázku 3 a 4, kapitola 3.2. Takto prováděným měřením bylo možné naměřit velikost normálové síly N a k ní odpovídající třecí složku T . Z podílu T a N pak můžeme vyčíslit velikost koeficientu tření

$$f = \frac{T}{N}$$

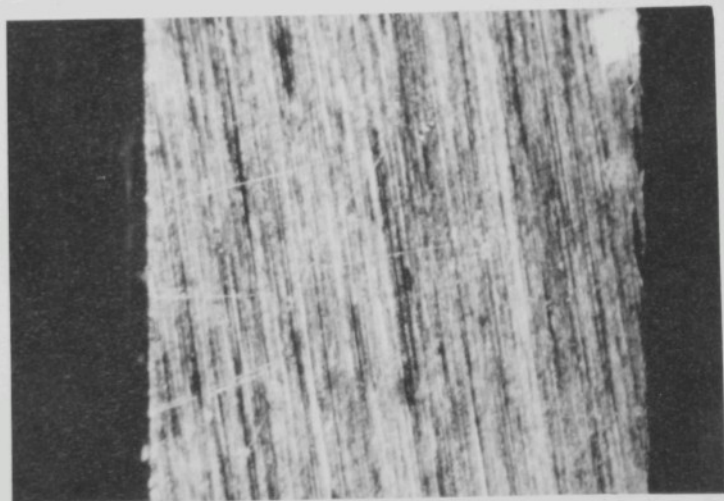
Drsnost povrchu funkční hrany zámků byla v jednotlivých případech $0,1\mu\text{m}$, $0,2\mu\text{m}$, $0,4\mu\text{m}$, $0,8\mu\text{m}$ a $1,6\mu\text{m}$. Drsnosti povrchu jednotlivých zámků jsou uvedeny na fotografických obr. 1 až 5, str. 114 - 115.

Měření bylo prováděno na válcovém lůžku při otáčkách válce $n = 16,5$ ot/min, což odpovídá běžné obvodové rychlosti okrouhlých pletacích strojů. Zámky pracovaly jako zvedáče při funkčním úhlu $\alpha = 50^\circ$. Pro celé měření byla používána jedna jehla, která byla vložena stále v téže drážce lůžka jehelního válce. Kolénko i funkční hrana zámku byly mírně naolejovány.

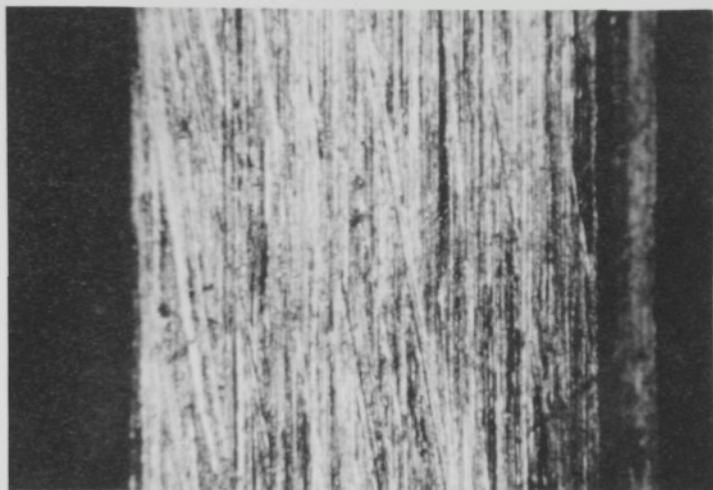
Z pořizovaných záznamů byla provedena dvě hodnocení, a to při rázovém styku kolénka jehly se zámkem a při ustáleném pohybu kolénka jehly po funkční hraně zámku.



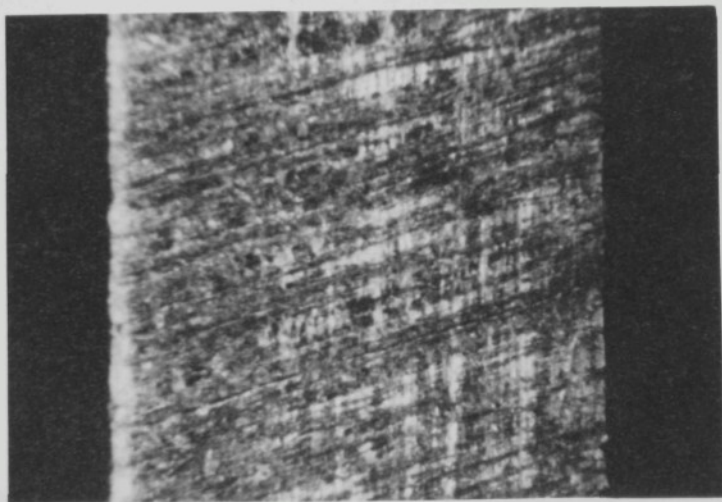
Obr.1. Drsnost $0,1\mu m$, zvětšeno 80x.



Obr.2. Drsnost $0,2\mu m$, zvětšeno 80x.



Obr.3. Drsnost $0,4\mu m$, zvětšeno 80x.



Obr.4. Drsnost $0,8\mu m$, zvětšeno 80x.



Obr.5. Drsnost $1,6\mu m$, zvětšeno 80x.

5.1 Hodnocení normálové a tangenciální síly při rázovém styku kolénka jehly se zámkem.

Záznamy pro toto měření jsou uvedeny v literatuře č. 13 svazek 6. Dále jsou jen uvedeny odečtené hodnoty ze snímků M 80 - M 94, což je záznam normálové síly a snímků M 96 - M 111, kde je proveden záznam tangenciální síly. Na tabulkách na straně 118 jsou uvedeny hodnoty jednotlivých měření s výpočtem průměrných hodnot a současně je vyčíslena hodnota koeficientu tření pro tento rázový styk v závislosti na drsnosti povrchu funkční hrany zámku.

Z uvedených tabulek je zřejmé, že velikost normálové síly při rázovém styku kolénka jehly se zámkem nezávisí na drsnosti zámků s povrchem o drsnosti $0,1 - 1,6 \mu\text{m}$. To je celkem logické, protože při rázovém styku jehla vždy odskočí, dojde tedy jen k bodovému styku, při kterém se drsnost zámků nemůže projevit. Podíváme-li se však na velikost třecí síly, zjistíme její mírně stoupající charakter s rostoucí drsností zámků. Některé odchylky naměřených hodnot od předpokládaných jsou i zde způsobeny již dříve uvedenými podmínkami, které ovlivňují měření. Velikost normálové síly by byla podstatně ovlivněna až tehdy, kdy nerovnoměrnosti povrchu funkční hrany zámku by rozměrově odpovídaly poloměru zaoblení funkční hrany kolénka jehly.

Běžná drsnost funkční hrany zámku, se kterou se v praxi zámků vyrábějí, je $0,2 \mu\text{m}$. Z tabulky koeficientu tření je patrné, že jeho hodnota je pro tuto drsnost kolem $f = 0,1$, což odpovídá skutečnosti. Možno též konstatovat, že drsnost, se kterou se funkční hrany zámku vyrábějí, je pro praxi vhodná.

Závislost rázové síly N_1 na drsnosti povrchu funkční
hrany zámků.

Otáčky válece	α °/	1.měření		2.měření		3.měření		Prům. hod. $N_1/p/$	Povrch zámků. Drsnost $\mu m/$
		č. sním.	$N_1/p/$	č. sním.	$N_1/p/$	č. sním.	$N_1/p/$		
$n = 16,5$ 1/min.	50	M 80	2 100	M 81	2 000	M 82	2 110	2 070	0,1
	50	M 83	2 140	M 84	2 180	M 85	2 110	2 143	0,2
	50	M 86	2 180	M 87	2 000	M 88	2 140	2 107	0,4
	50	M 89	2 420	M 90	2 390	M 91	2 400	2 403	0,8
	50	M 92	2 100	M 93	2 100	M 94	2 030	2 077	1,6

Pro měření platí seřech M 95.

Závislost rázové tangenciální síly T_1 na drsnosti povrchu
funkční hrany zámků.

Otáčky válece	α °/	1.měření		2. měření		3.měření		Prům. hod. $T_1-p/$	Povrch zámků. Drsnost. $\mu m/$
		č. sním.	$T_1/p/$	č. sním.	$T_1/p/$	č. sním.	$T_1/p/$		
$n=16,5$ 1/min.	50	M 96	205	M 97	205	M 98	210	207	0,1
	50	M100	240	M101	250	M102	240	243	0,2
	50	M103	210	M104	214	M105	214	213	0,4
	50	M106	270	M107	270	M108	280	273	0,8
	50	M109	330	M110	---	M111	340	335	1,6

Pro měření platí seřech M 99.

Závislost koeficientu tření $f_t = \frac{T_1}{N_1}$ na drsnosti povrchu
funkční hrany zámků.

μm	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6
f_t	0,10	0,11	0,10	0,11	0,16

5.2 Hodnocení normálové a tangenciální síly při ustáleném průběhu kolénka jehly po zámku.

Toto hodnocení je uvedeno na tabulkách na straně 120. Z obou dvou tabulek naměřených hodnot normálové a tangenciální síly je zřejmý vzrůst obou těchto sil se stoupající drsností povrchu zámku. Též na příslušných záznamech jednotlivých měření (snímky M 80 - M 94) můžeme se stoupající drsností funkční hrany zámku pozorovat vzrůst neklidného průběhu normálové síly, který je do hodnoty drsnosti zámku $0,4\mu\text{m}$ vcelku normální a s další vzrůstající drsností velmi rychle narůstá. I zde se tedy potvrzuje, že drsnost zámků, s níž jsou běžně vyráběny, je dostačující a koeficient tření má pro tuto drsnost při ustáleném pohybu kolénka jehly po zámku hodnotu kolem $f = 0,1$.

5.3 Závěr kapitoly 5.0.

1. Při drsnosti funkční hrany zámku v rozmezí $0,1 - 0,6\mu\text{m}$ nezávisí velikost normálové síly prvního rázu na drsnosti povrchu zámku.
2. Se vzrůstající drsností funkční hrany zámku vzrůstá při pohybu kolénka jehly po zámku jak normálová, tak třecí síla.
3. Velikost koeficientu tření mezi kolénkem jehly a funkční hranou zámku s drsností $0,2\mu\text{m}$ je pro rázový styk i pro ustálený pohyb kolénka jehly po zámku $f = 0,1$. Z měření dále vyplývá, že drsnost $0,2\mu\text{m}$ je pro povrch funkční hrany zámku výhodná. Potvrzuje to i ta skutečnost, že při této drsnosti je pohyb kolénka jehly po zámku dostatečně klidný.

Závislost průměrné normálové síly N_3 na drsnosti povrchu
funkční hrany záseků.

Otáčky v/min	α °/	1. měření		2. měření		3. měření		Prům. hod. $N_3/p/$	Povrch záseků. Drsnost. /um/
		č. sním.	$N_3/p/$	č. sním.	$N_3/p/$	č. sním.	$N_3/p/$		
$n = 16,5$ 1/min.	50	M 80	350	M 81	350	M 82	350	350	0,1
	50	M 83	370	M 84	370	M 85	370	370	0,2
	50	M 86	400	M 87	400	M 88	400	400	0,4
	50	M 89	400	M 90	400	M 91	400	400	0,8
	50	M 92	425	M 93	425	M 94	425	425	1,6

Pro měření platí cejch M 95.

Závislost průměrné tangenciální síly T_3 na drsnosti povrchu
funkční hrany záseků.

Otáčky v/min	α °/	1. měření		2. měření		3. měření		Prům. hod. $T_3/p/$	Povrch záseků. Drsnost. /um/
		č. sním.	$T_3/p/$	č. sním.	$T_3/p/$	č. sním.	$T_3/p/$		
$n = 16,5$ 1/min.	50	M 96	32	M 97	32	M 98	32	32	0,1
	50	M100	40	M101	40	M102	40	40	0,2
	50	M103	35	M104	35	M105	35	35	0,4
	50	M106	60	M107	60	M108	60	60	0,8
	50	M109	70	M110	70	M111	70	70	1,6

Pro měření platí cejch M 99.

Závislost koeficientu tření $f_3 = \frac{T_3}{N_3}$ na drsnosti povrchu
funkční hrany záseků.

um	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6
f_3	0,09	0,11	0,09	0,15	0,16

W 58/1.č.

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
Katedra tiskařství a přístrojů

KANDIDÁTSKÁ PRÁCE

2. část

6.0 Hodnocení funkčních zámkových drah, tvořených přímkami a různým pracovním úhlem, které jsou spojené kružnicovými přechody.

Jak vyplývá ze závěru kapitoly 4.0 je nutné, aby zámkové dráhy byly tvořeny křivkami, které by umožnily vstup kolénka jehly na zámkovou hranu, buď úplně bezrázově nebo s rázem, který by nepřesáhl normálovou sílu uklidňného pohybu kolénka jehly po zámku. Navíc je třeba splnit tu skutečnost, aby stahovač bylo lze představovat v mezích, které jsou potřebné pro konstrukci stroje.

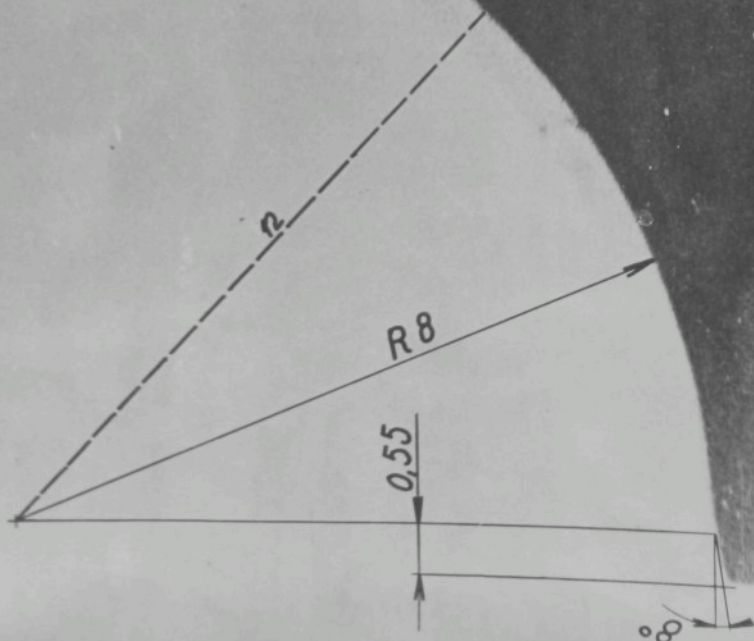
Pro tento výzkum bylo zvoleno několik zámkových drah, vyskytujících se na stávajících strojích, kde funkční křivky jsou tvořeny přímkami a kružnicemi. Kružnicové přechody jsou zvoleny proto, že to jsou nejjednodušší křivky, jejichž výrobu lze celkem snadno zajistit při sériové výrobě zámků.

Skutečný tvar sedmi druhů zámků, které byly vyrobeny pro vlastní měření, je patrný z fotografií na stranách 122 až 128. Zámky jsou zvětšeny přesně v měřítku 15 : 1. Tyto fotografie byly pořízeny proto, že se dodatečně po výrobě zámků zjistilo, že jejich rozměry neodpovídají přesně rozměrům na výkresech. Na těchto zvětšeníích byly vyhodnoceny rozměry a současně nakresleny normály, aby byly určeny body, kde přímkami a kružnice na sebe navazují. Tyto přechody znamenají nespojitou druhou derivaci, tudíž skok ve zrychlení, který by se měl projevit na průběhu normálové síly.

Pro proměření těchto zámkových drah však nevystačíme se snímačem, který jsme doposud užívali při měření. Pro proměření křivkových drah potřebujeme snímač dvousložkový, který by zaznamenával normálovou sílu ve dvou kolmých směrech. Pro tento účel byl zkonstruován dvousložkový snímač, jehož sestavu vidíme v příloze I na výkrese 2 - 01. Fotografie snímače, který byl při měření používán, je uvedena na obr. 1. Ze sestavy i fotografie snímače vidíme, že nebylo pro jeho konstrukci použito stejného způsobu uložení mě-

Zámek I.
15:1

$46^{\circ}30'$



Zámek II.
15 : 1

47°

n

R 12

0,3

Zámek III.

15:1

$49^{\circ} 40'$

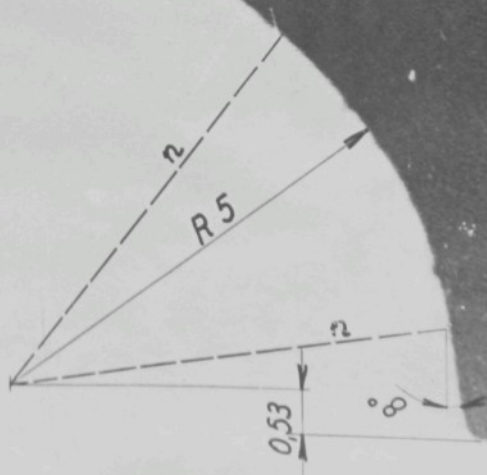
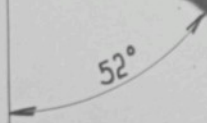
r

$R 10$

$1,65$

Zámek IV.

15 : 1



Zámek V.

15:1

48°

n

R 20

7,93

Zámek VI.
15 : 1

$49^{\circ}30'$

0,87

n

R_4

n

32°

Zámek VII.

15:1

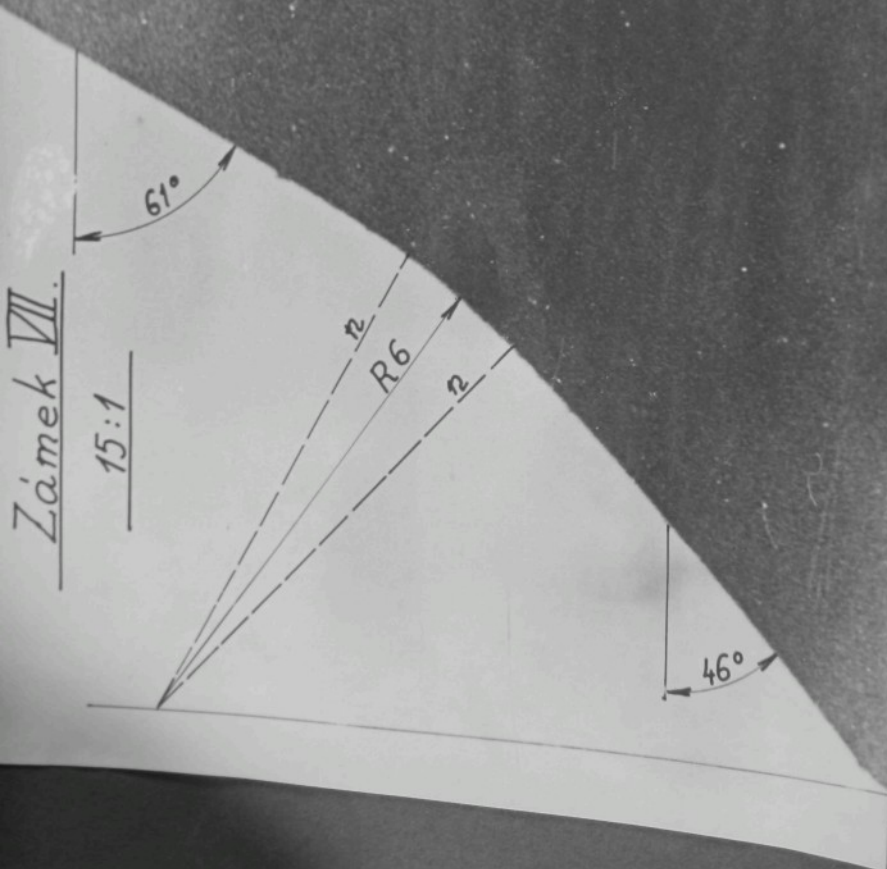
61°

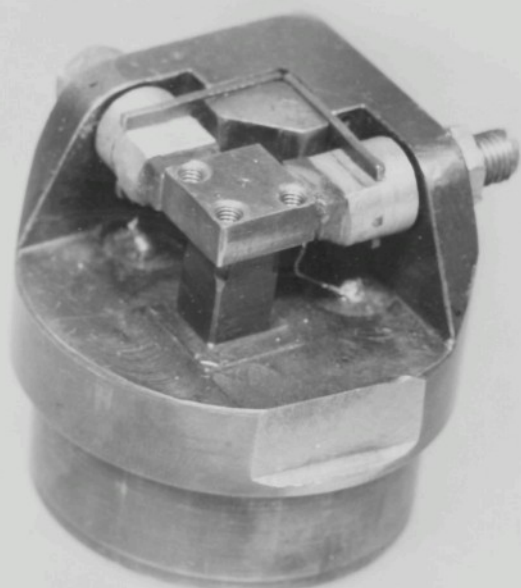
r_2

R6

r_2

46°





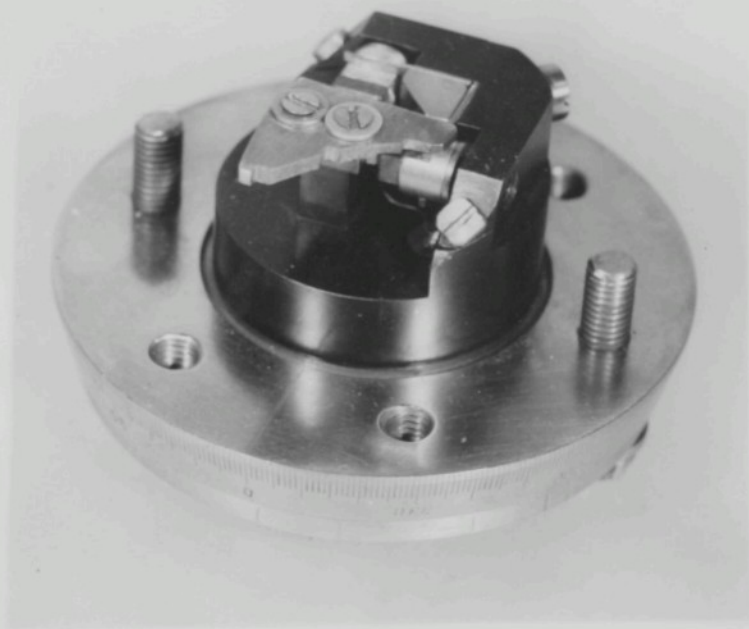
Obr. 1.

řících sond vzhledem k měrnému hranolu (desce), jako u snímače jednosložkového. Původně byl navržen dvousložkový snímač, kde sondy byly uloženy stejně jako u snímače jednosložkového. Tato koncepce se však ukázala naprosto nevyhovná a nezpůsobilá k měření, protože snímač zachycoval chvění stroje a tím znemožňoval měření normálové síly. Po mnoha pokusech se podařilo sestavit již výše uvedený snímač, kde sondy jsou uloženy na hliníkových válečcích tlačných planžetami proti regulačním šroubům, kterými se zajišťuje potřebná mezera mezi sondou a měrným hranolem. Takto konstruovaný snímač, se kterým se měření provádělo, zajistil velmi dobré záznamy. Velmi složitá byla však jeho montáž při podmínce zajištění rovnoběžnosti mezi plochou sondy a plochou měrného hranolu. V dnešní době je vykonstruován dvousložkový snímač, který je velmi dokonalý a přitom jeho montáž je zcela jednoduchá. Jeho sestava a detailní výkresy jsou uvedeny v příloze I, výkres č. 3 - 01 až 3 - 11, jeho fotografie je na obr. 2.

Použitý snímač s potlačenou citlivostí na chvění stroje pracoval při maximálním průhybu měrné desky 10 mm při vlastní frekvenci 9 450 Hz.

6.1 Způsob provádění a hodnocení měření.

Pro vlastní měření a jeho hodnocení byl zvolen následující postup. Zámek byl upevněn na snímači tak, aby pracoval jako zvedač a bylo možné snadno zajistit nájezd kolénka na okraj zámku. Hrana kolénka najížděla na zámek ve vzdálenosti 0,2 - 0,3 mm od okraje funkční hrany. Tím je tedy vymezen bod prvního styku kolénka jehly se zámkem. Měření se provádělo na jehelním válci, kdy zámek byl postaven k válci s vřtí 0,3 mm. Jak již bylo dříve řečeno, provádělo se měření normálové síly ve dvou kolmých složkách. Ve vodorovné složce x a svislé složce y . Při tomto způsobu měření budou složky x a y zahrnovat jak normálovou sílu N , tak sílu třecí T . Složením sil ve složkách x a y

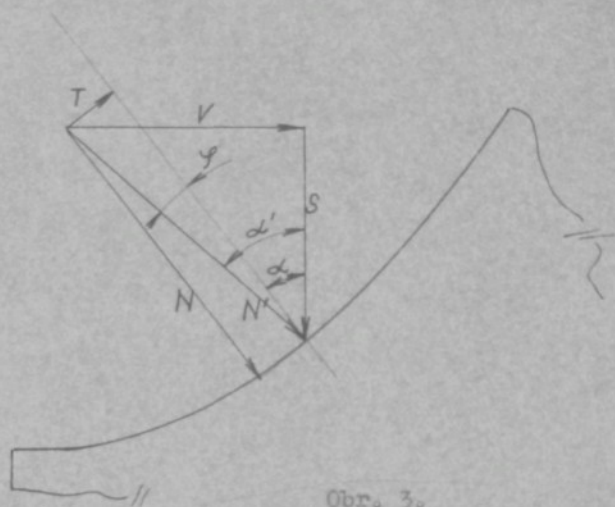


Obr. 2.

destaneme sílu N' s tím, že můžeme vypočítat i úhel α' a protože známe pracovní úhel zámků α , tak i velikost třecího úhlu

$$\gamma = \alpha' - \alpha$$

Měřené silové poměry jsou patrné z následujícího obr. 3



Všechna měření různých zámkových drah byla provedena na stroji Uniplet $\phi 30''$ při otáčkách válce 16,5 ot/min, t. j. obvodové rychlosti kolénka 0,7 m/s. Ve všech případech byla použita tatáž jehla ve stejné drážce při mírném občasném mazání. Pro každý zámek bylo zhotoveno celkem šest záznamů měření. Tři pro práci jehly s jednou přítlakovou pružinou a tři se dvěma přítlakovými pružinami, které radiálně působí na stvol jehly a vtlačují ji na dno drážky válcového ložka. Tím též působí na stvol jehly silou S viz obr. 1 str. 10. Z každé skupiny tří snímků záznamů byl vyhodnocen vždy jeden. Nutno podotknout, že všechny tři snímky každé skupiny byly stejné a že se tedy silové poměry na zámku při měření neměnily.

Pro měření bylo využito obou dvou kanálů měřícího zařízení, kdy obě dvě silové složky byly měřeny najednou

a jejich záznam vidíme např. na spodní fotografii na str. 136. Horní stopa znázorňuje složku vodorovnou V a stopa spodní složku svislou S. Tyto složky však nemusejí představovat skutečné hodnoty měřených veličin, protože se při měření mohou obě složky vzájemně ovlivňovat (kroucení měrného hranolu) a proto musíme vhodným cejchem a způsobem hodnocení tento vzájemný vliv vyloučit. Způsob cejchování a hodnocení je patrný např. ze záznamů na str. 138. V levé části jsou záznamy cejchů, které byly pořízeny pro vodorovnou a svislou složku. Cejchovní body byly prováděny pro tři místa na zámku. Pro levý okraj, střed a pravý okraj. Je to z toho důvodu, že je nestejná reakce téže hodnoty normálové síly působící v různých částech zámku. Proto vidíme na fotografiích tři sloupce cejchovních bodů. Příslušnými body jsou proloženy cejchovní přímký, které jsou vyneseny do vedlejších vyhodnocovacích grafů a označeny příslušnou cejchovní hodnotou.

Při cejchování snímáče, jak ve svislém, tak ve vodorovném směru, byl též vždy sledován vliv na druhou stopu, než pro kterou byl cejch prováděn. Z cejchu pro svislou stopu je zřejmé, že vychylování svislé stopy v podstatě neovlivňuje stopu vodorovnou. Zjištěná diference je natolik malá, že může být pro měření zanedbána. Naproti tomu cejch ve vodorovné složce způsobuje vychýlení stopy svislé složky označené ve vedlejším grafu hodnotou ε' , jejíž skutečná hodnota je dána cejchem pro svislou stopu a odpovídá většinou zatížení od maximální hodnoty cejchu ve vodorovném směru.

Hodnocení jednotlivých záznamů, jak pro případ jehel pracujících s jednou nebo dvěma přitlačnými pružinami, je provedeno následovně. Jednotlivé (charakteristické) body záznamu pro svislou a vodorovnou složku jsou vyneseny do příslušných cejchovních grafů, kde jsou odečteny číselné hodnoty, které jsou uvedeny ve vedlejší tabulce pod označením V a S'. Protože vodorovná složka ovlivňuje při měření složku svislou, musí být její skutečná hodnota S získána opravou hodnoty naměřené.

Při zatěžování ve vodorovné stopě se svislá stopa vychyluje do plusových hodnot. Proto pro získání skutečné síly S musíme příslušnou korekci od síly S' odečíst.

Korekce se vyčísľuje následujícím způsobem. Hodnota udává vychýlení stopy pro svislou složku při zátěži o známé hodnotě ve vodorovné složce. Většinou byla tato hodnota rovna maximální zátěži při cejchu ve vodorovné složce. Hodnota ε udává korekci v % na jednotku zátěže ve vodorovné složce. Tedy skutečnou hodnotu korekce pro jednotlivé body dostaneme vypočtem podle vztahu

$$\frac{V \cdot \varepsilon}{100},$$

kterou odečtem od naměřené hodnoty S' , čímž dostaneme skutečnou hodnotu svislé složky S . Matematickým složením složek sil S a V , které jsou na sebe kolmé, obdržíme hodnotu normálové síly N' . Dále z těchto složek vypočítáme též hodnotu úhlu α' z rovnice

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{V}{S},$$

kde příslušnou hodnotu úhlu α' odečteme z tabulek. Protože podle dřívějšího měření lze předpokládat hodnotu frikčního úhlu $\gamma = 6 - 7^\circ$, můžeme se zjištěného úhlu γ měření, t. j. z rovnice

$$\gamma = \alpha' - \alpha$$

zjistit, jak dalece se tyto hodnoty rozcházejí. Na příklad pro zámek č. II zjistíme, že hodnota tohoto úhlu vypočítaného z měření je okolo 7° . To dokazuje, že toto měření bylo provedeno až do konečného hodnocení velmi přesně bez jakékoliv chyby. U dalších zámků se při tomto hodnocení vyskytují větší rozdíly v hodnotě úhlu γ , ovšem v průměru ne větší, než aby ovlivnily měření více jak o 10 %, což je z hlediska technických měření přijatelná hodnota pro získání absolutních hodnot měřených veličin.

Vypočítané hodnoty síly N' jsou vynášeny do příslušných grafů spolu s fotografií zámků i oscilogramů zvětšených v odpovídající velikosti. Z tohoto uspořádání je patrné, jak

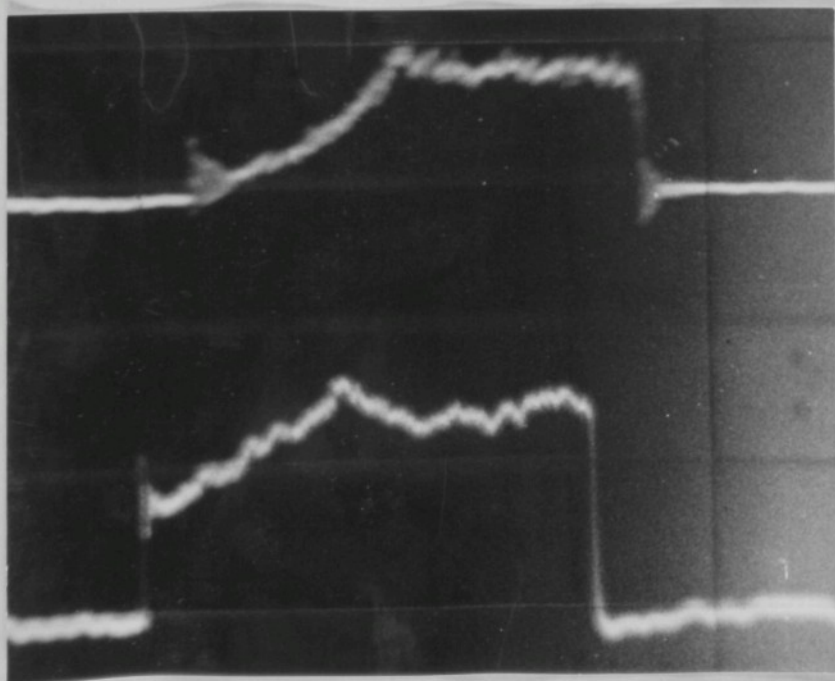
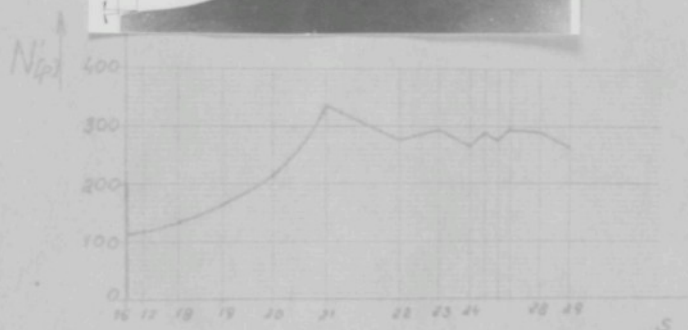
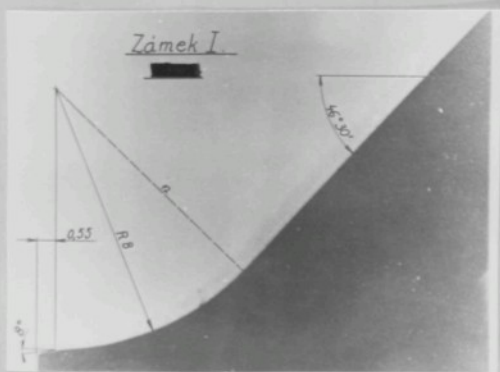
maximální hodnota normálové síly při průběhu kolénka jehly po zámku vpadá přesně do průsečíku normály a funkční hranou zámku. Aby nedošlo k chybnému výkladu, je nutné připomenout, že na záznamu měřených sil V a S' (fotografie stínítka osciloskopu) jsou tyto záznamy vůči sobě posunuty o konstantní hodnotu, která je při celém záznamu stejná. Při vektorovém skládání sil V a S je nutné tyto grafy vzájemně o tuto posunutí posunout zpět, aby odpovídající složky ležely na společné vříslici. Vzájemné posunutí sil V a S' je způsobeno měřicím přístrojem, který má ve vodorovném směru obě stopy vůči sobě posunuty o konstantní vzdálenost. Tato nevýhoda může být při některých záznamech vítána, protože obě složky velké reakce nejasu na jedné vříslici, tím nevypadnou do sebe a to nám umožňuje měřit s větší citlivostí přístroje, kdy záznam síly S a V do sebe vzájemně zasahuje.

6.2 Vlastní hodnocení měření. Strana 136 až 156.

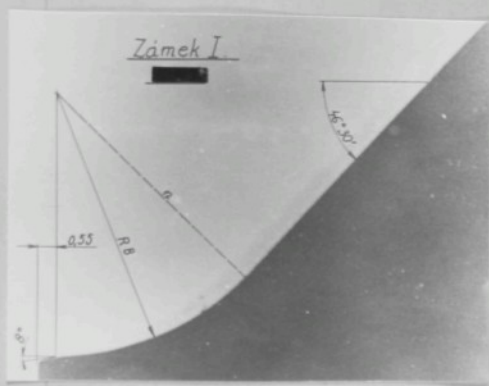
Ze všech měření je patrné, že má-li zámek v místě ná-
běhu kolénka jehly na zámek jakoukoliv hodnotu pracovního
úhlu kromě nulové, vždy dochází k rázu. U zámku, kde jeho
činná hrana vychází z nulové hodnoty pracovního úhlu, se
první ráz vůbec nevyskytl. Např. zámek č. II. V praktické
konstrukci stahovacích zámků však nelze tento způsob jed-
noduše realizovat u strojů, kde změna hustoty se řídí pře-
suvem stahovače. U dalších zámků, kde náběh kolénka jehly
na zámek se děje s počátečním úhlem $\alpha = 8^\circ$ dosahuje
hodnota prvního rázu nižší hodnoty, než je velikost normá-
lové síly při dalším pohybu kolénka jehly po zámku. Dá se
tedy počáteční hodnota pracovního úhlu $\alpha = 10^\circ$, uváděná
již dříve, uvažovat jako vhodná pro případy, kde bezrázo-
vý styk nelze zajistit. Vyšší nájezdové úhly mají za násle-
dek již značné namáhání kolénka jehly a opotřebení zámku,
zvláště, když uvažujeme trend zvyšování rychlosti pletacích
strojů, při kterém se budou silové poměry rázu dále zhor-
šovat.

Průběh síly N' pro zámek I.

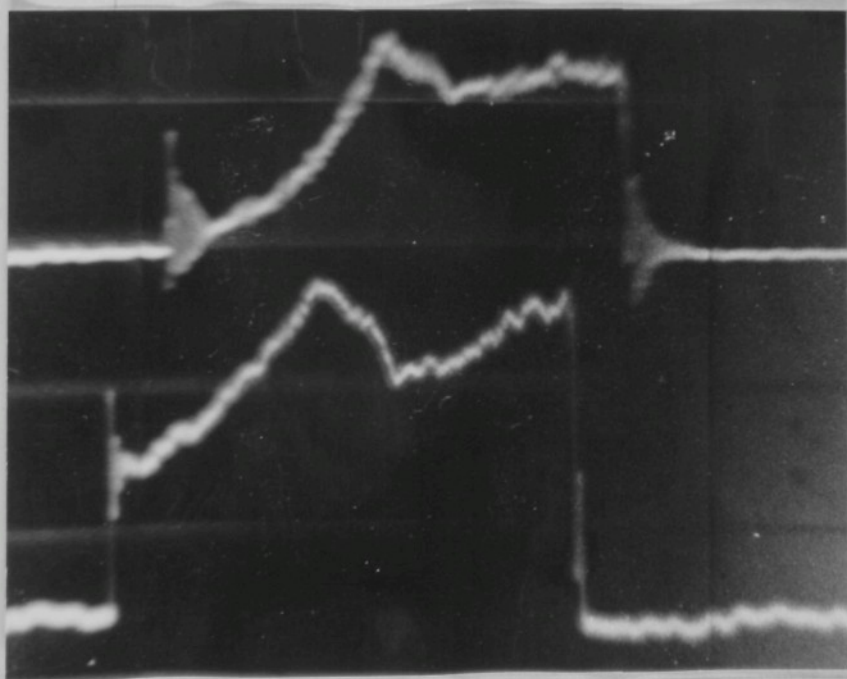
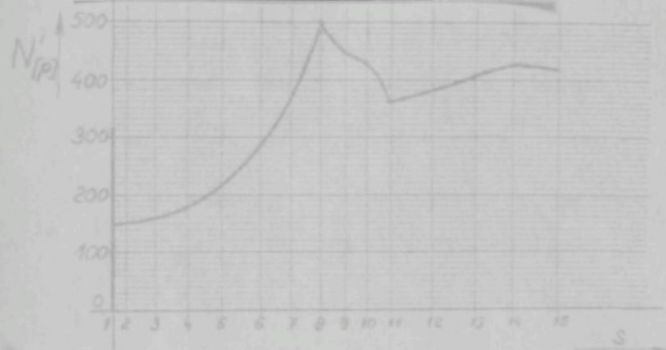
S průtlakem jedné pružiny.

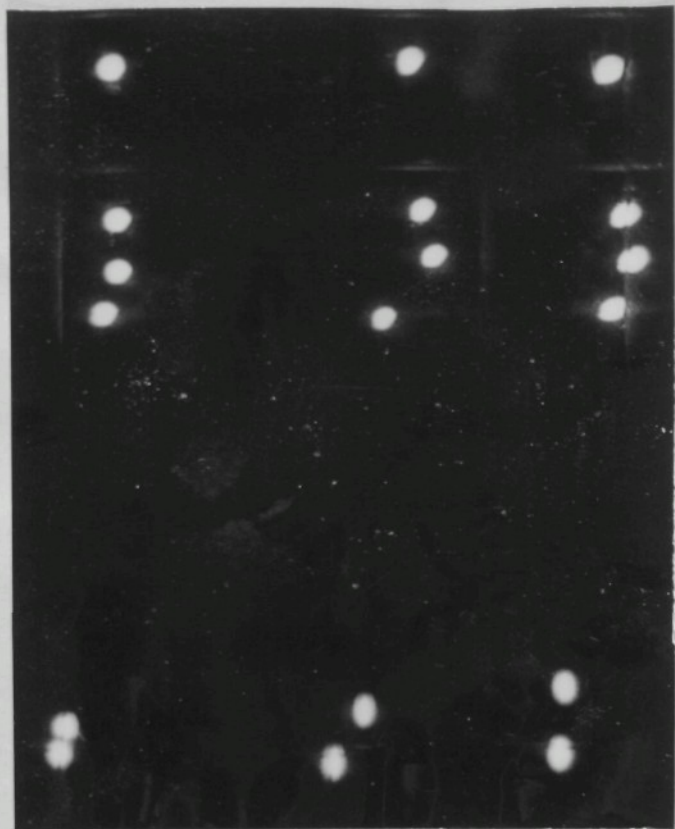


Průběh síly N' pro zámek I.



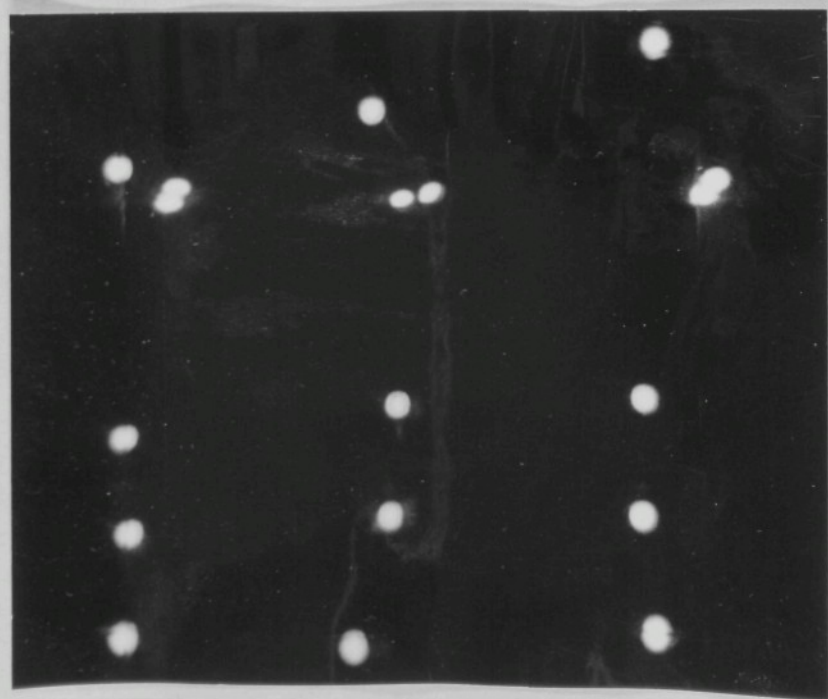
Sprilokem dřev prázna





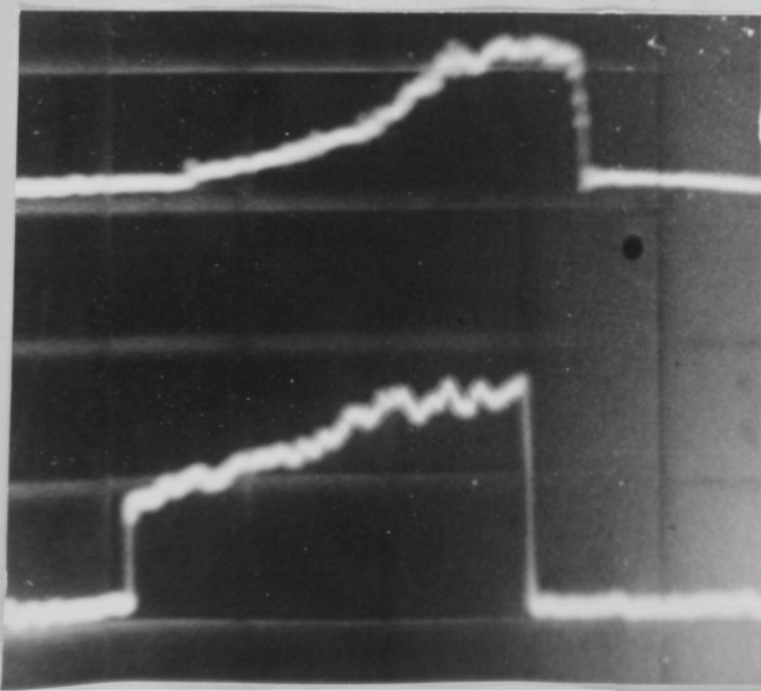
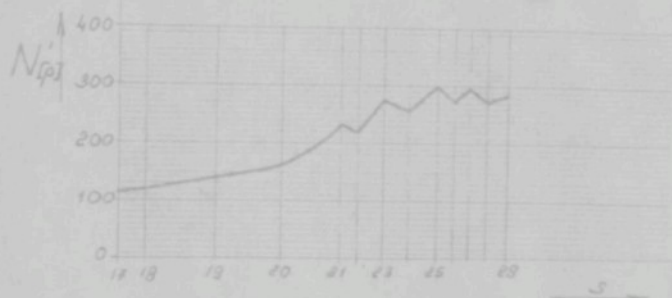
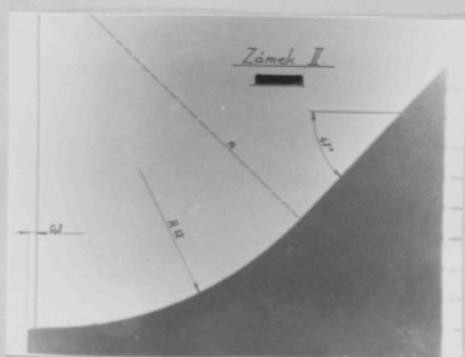
Vip

E'ip

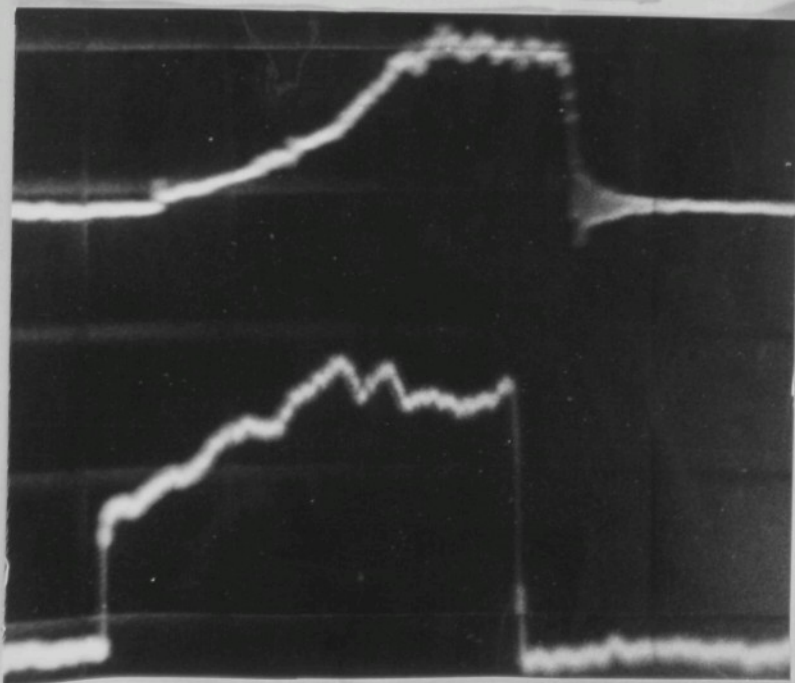
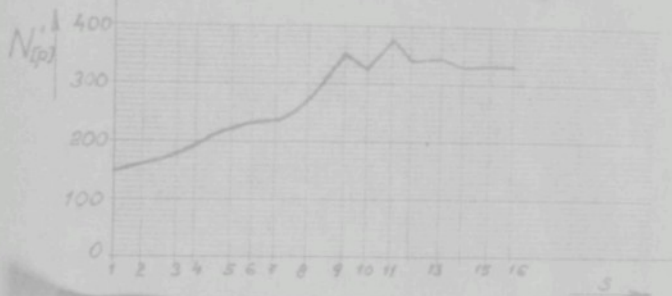
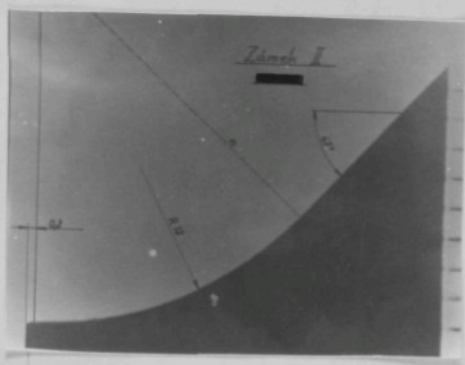


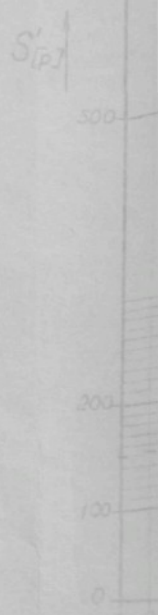
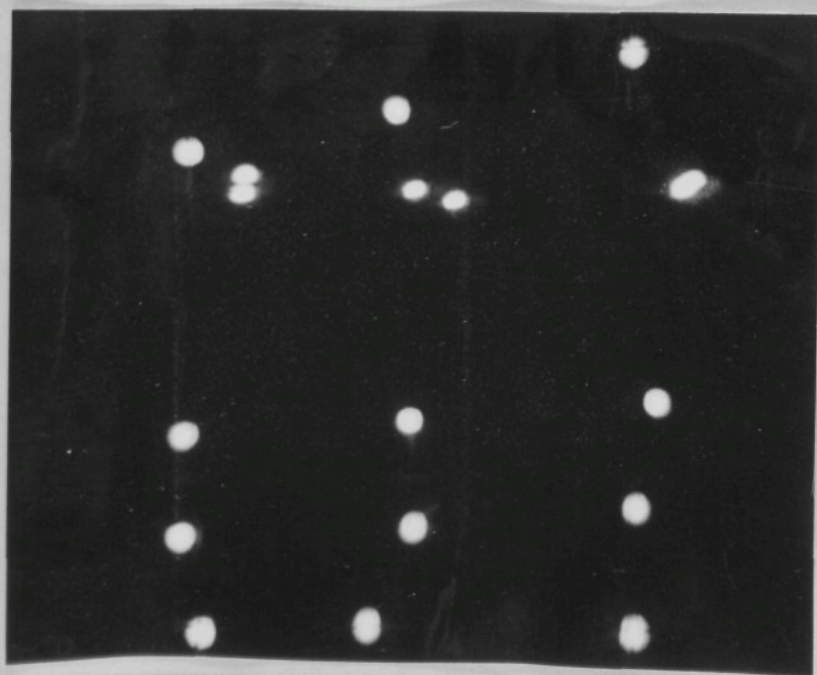
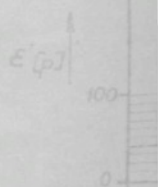
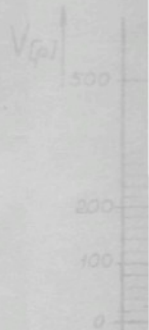
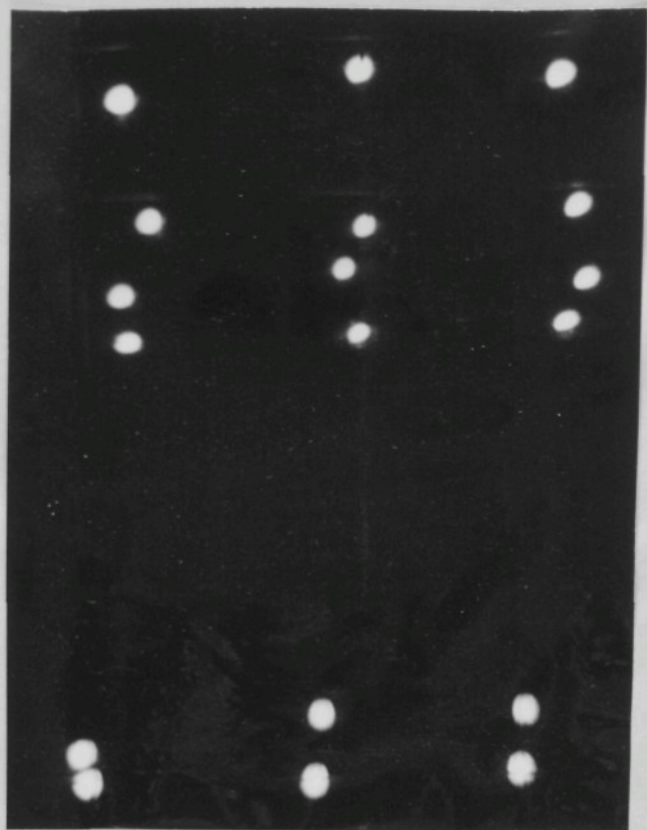
S'p

Průběh síly N' pro zámek II. S přitlakem jedné pružiny.



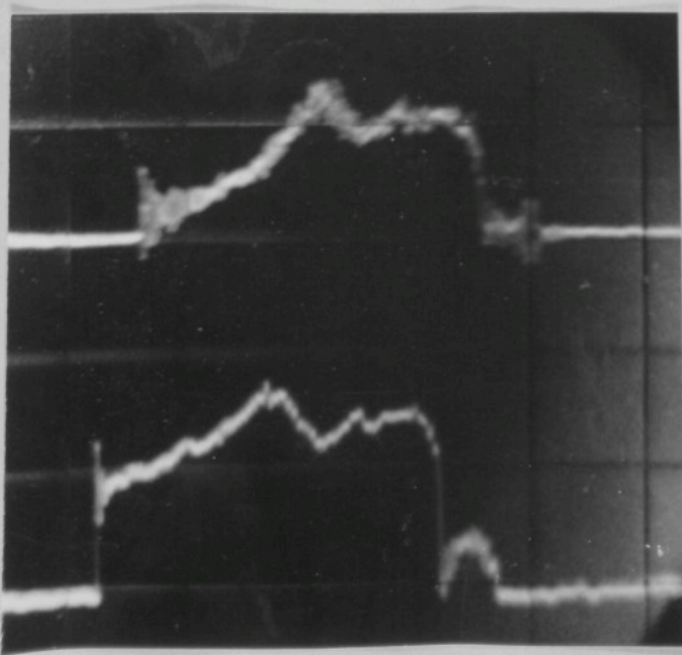
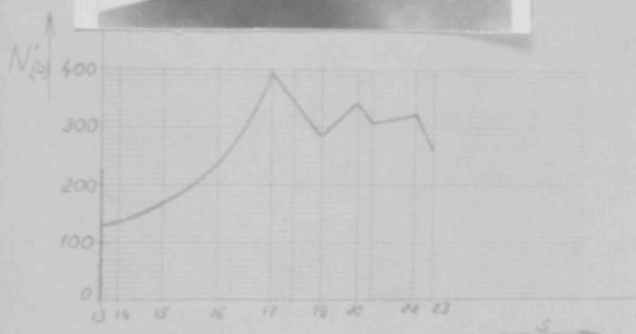
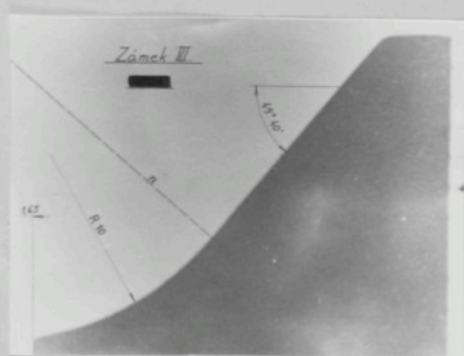
Průběh síly N' pro zámek II. S přilákem dvou pružin.



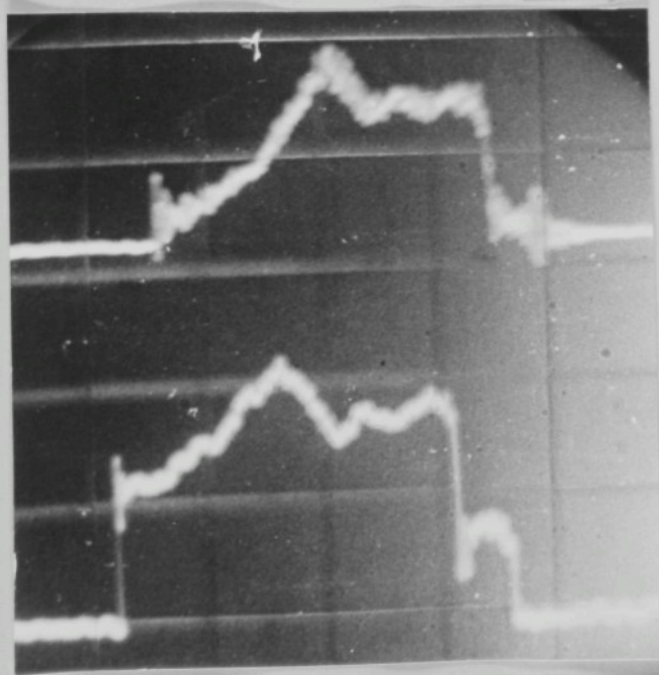
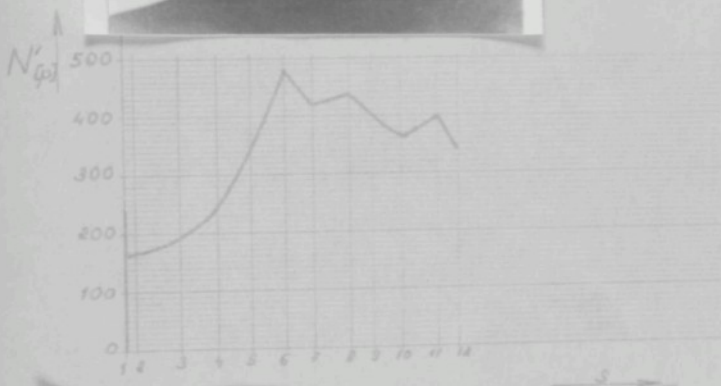
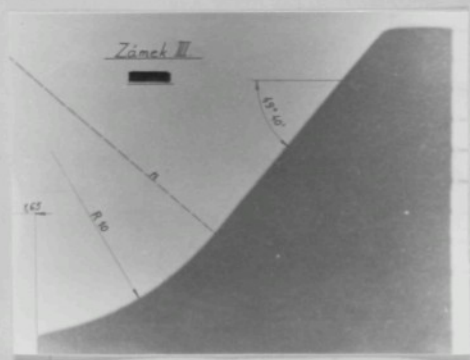


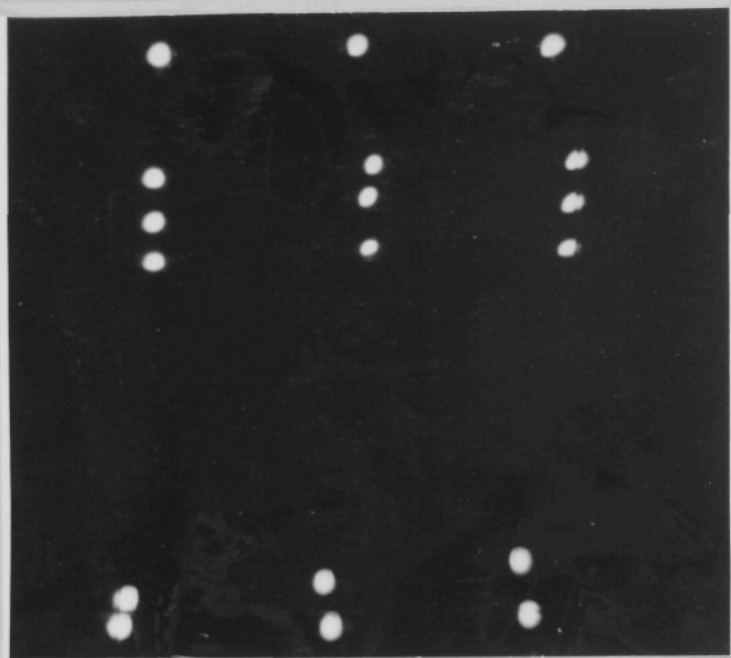
Průběh síly N' pro zámeček III.

S přilákem jedné pružiny



Průběh síly N' pro zámek III.
S přitlakem dvou pružin



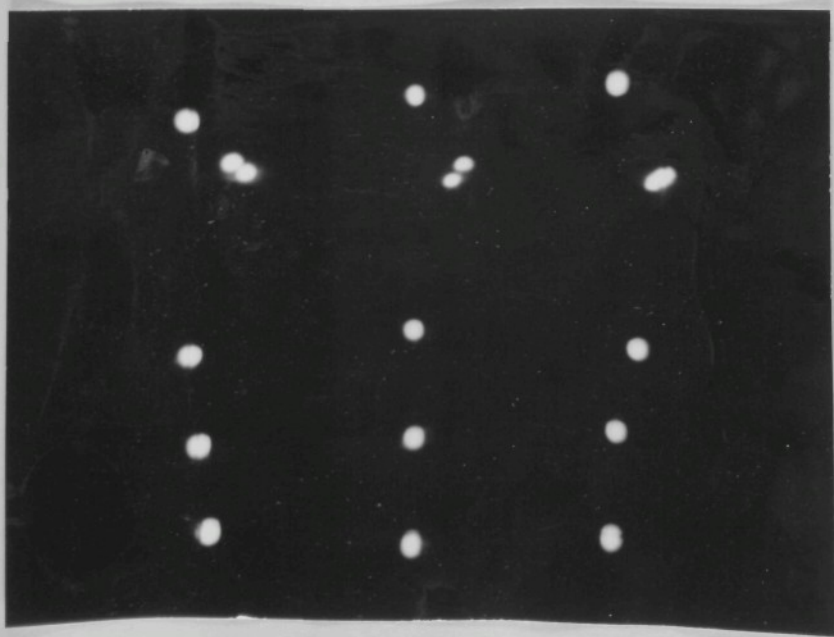


V_{ϕ}

500
200
100
0

S'_{ϕ}

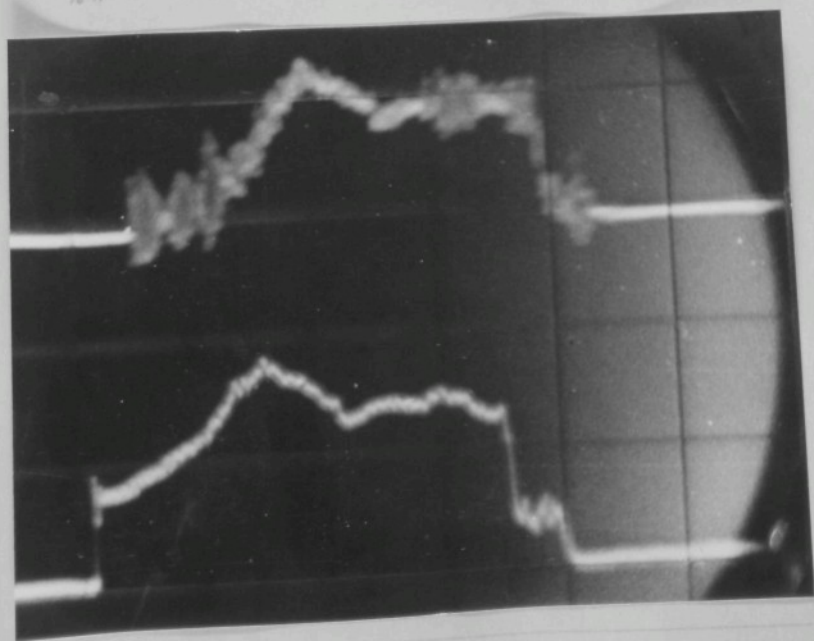
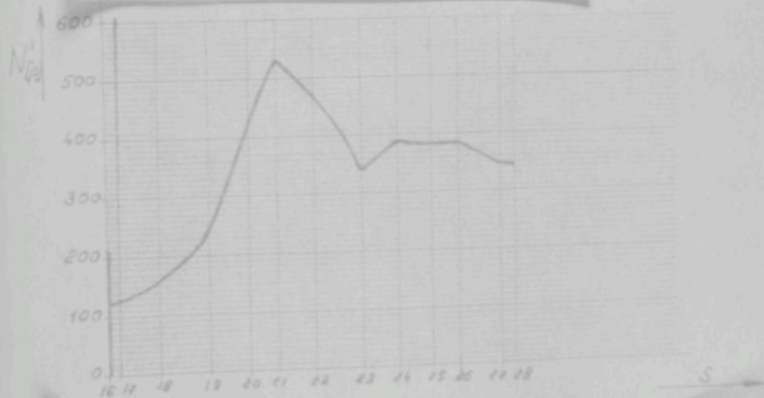
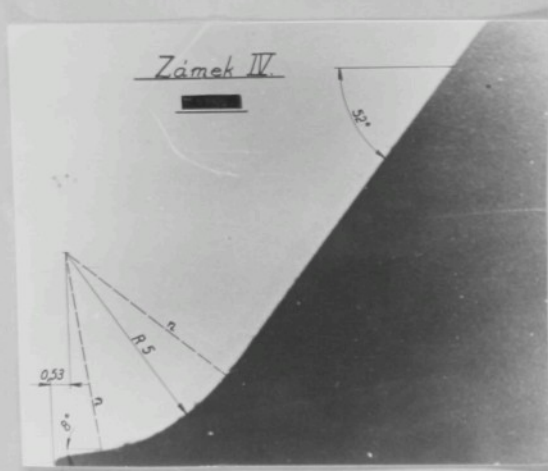
100
0



S'_{ϕ}

500
200
100
0

Průběh síly N pro zámek IV.
S přitlakem jedné pružiny.

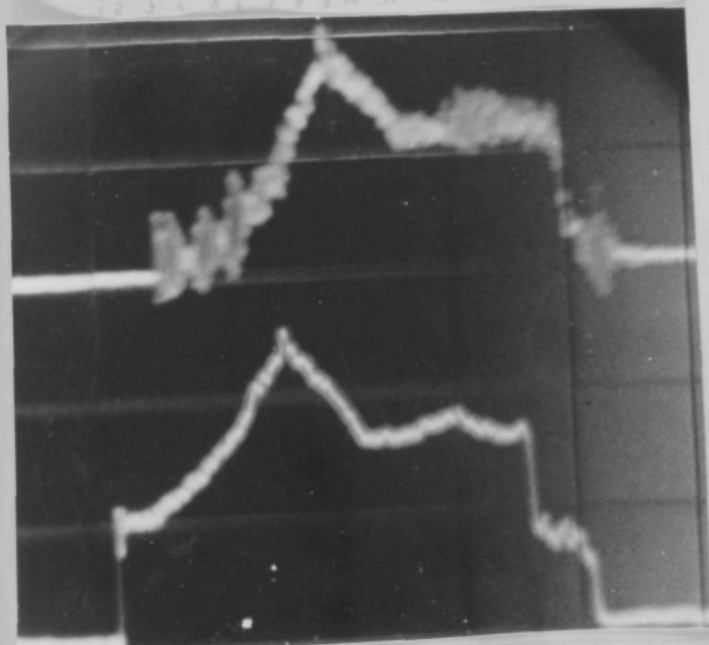


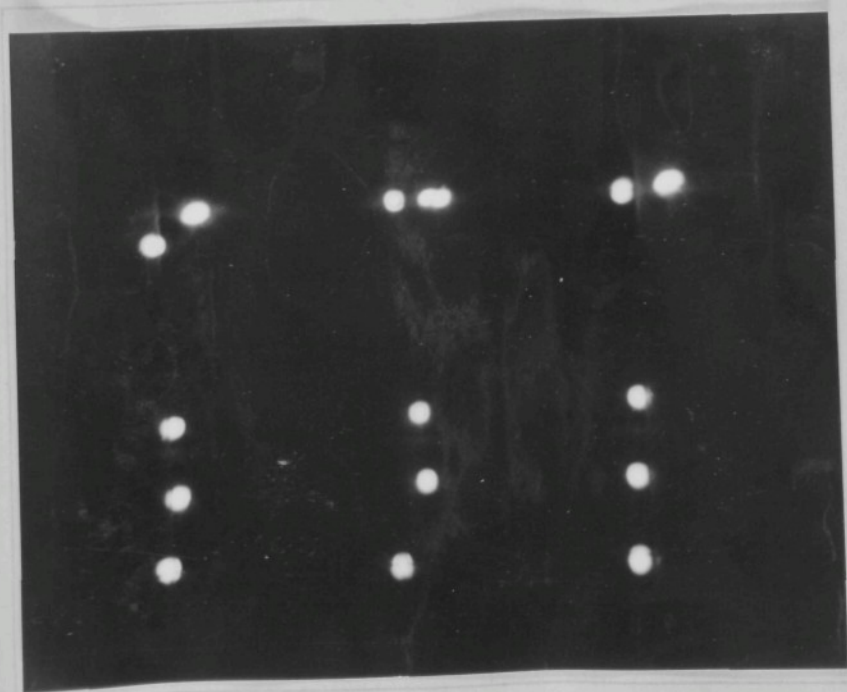
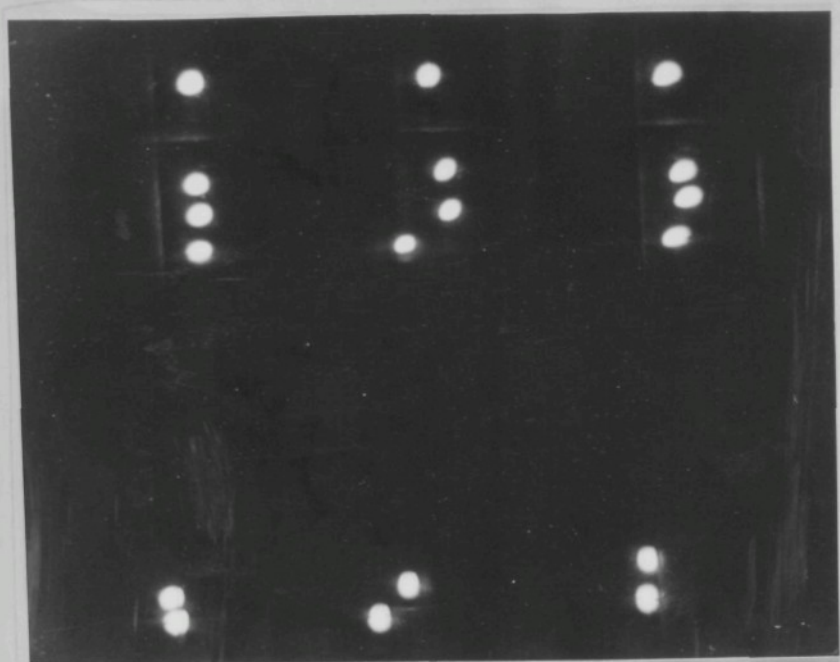
Zámek IV.

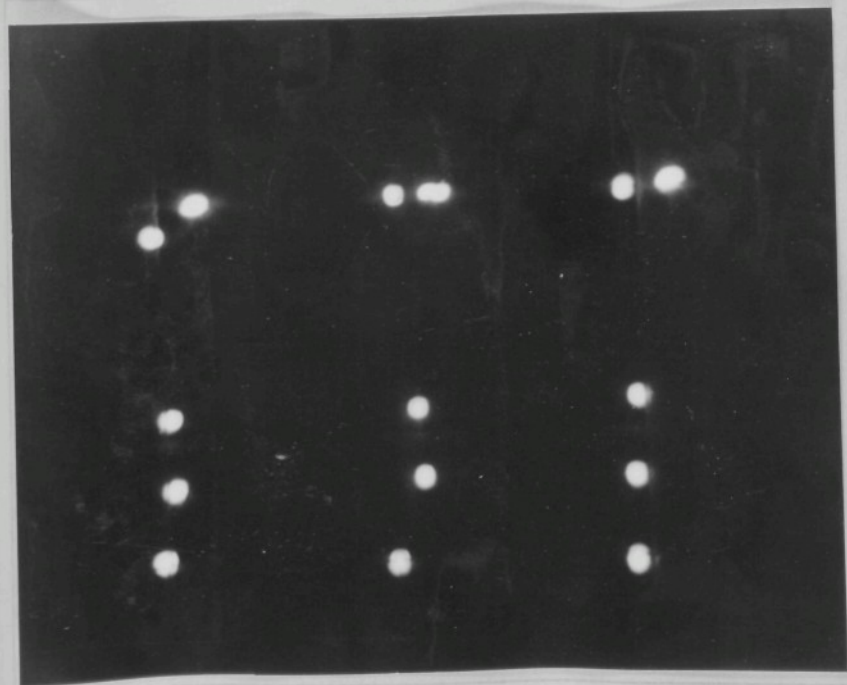
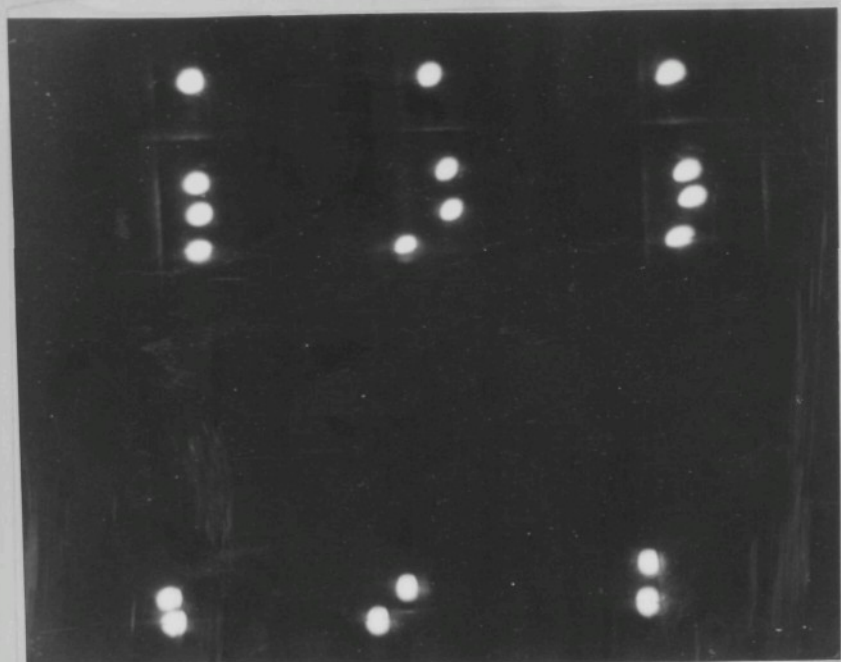
Průběh síly N' pro

zámek IV.

S přítlakem dvou

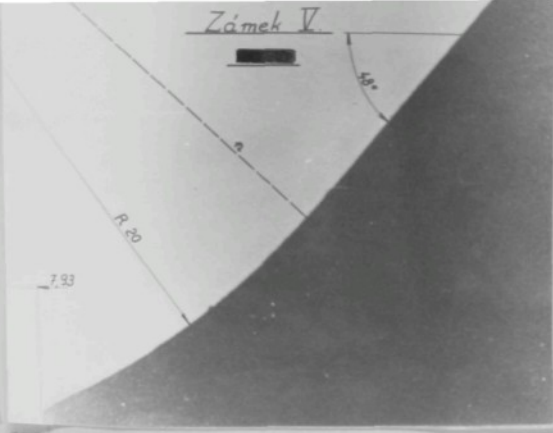
pružin.





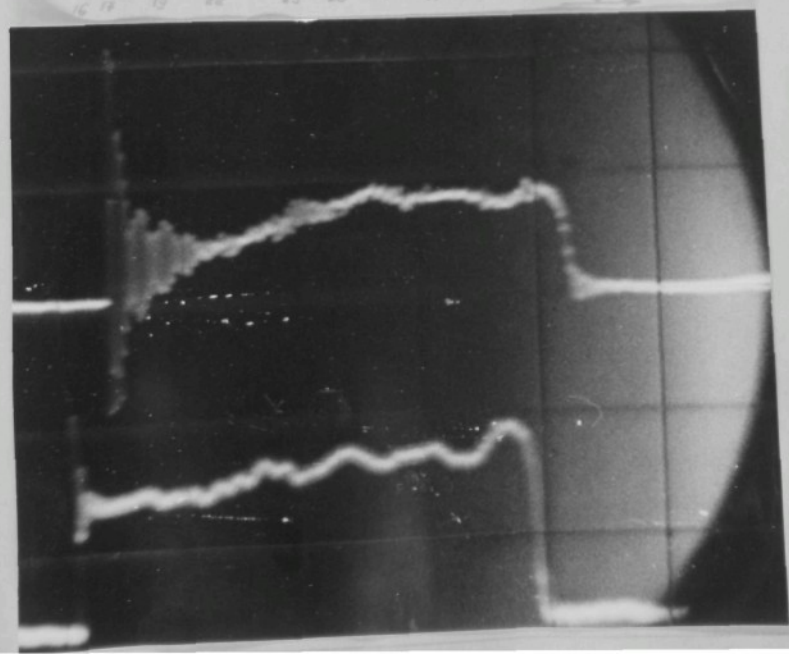
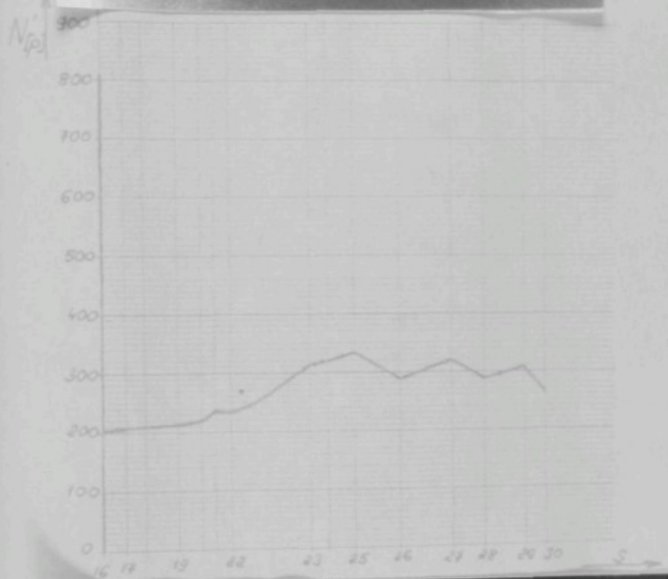
$V(p)$ 800
 500
 200
 100
 $\epsilon(p)$ 100
 0

$S(p)$
 50
 20
 10

Zámek V

Průběh síly N' pro
zámek V.

S přitlakem jedné
pružiny.



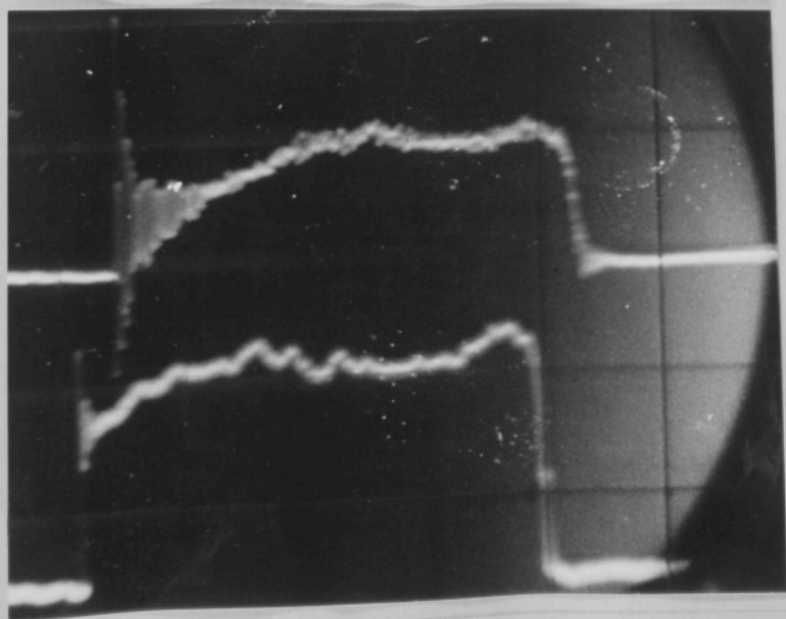
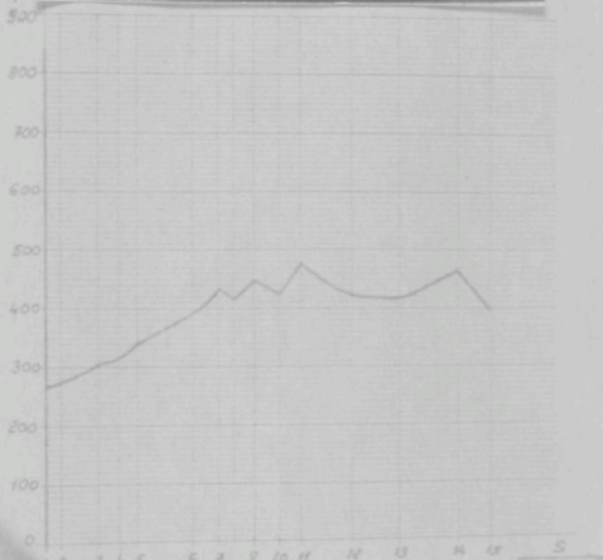
Zámek VPrůběh síly N' pro
zámek V.S přitlakem dvou
pružin.

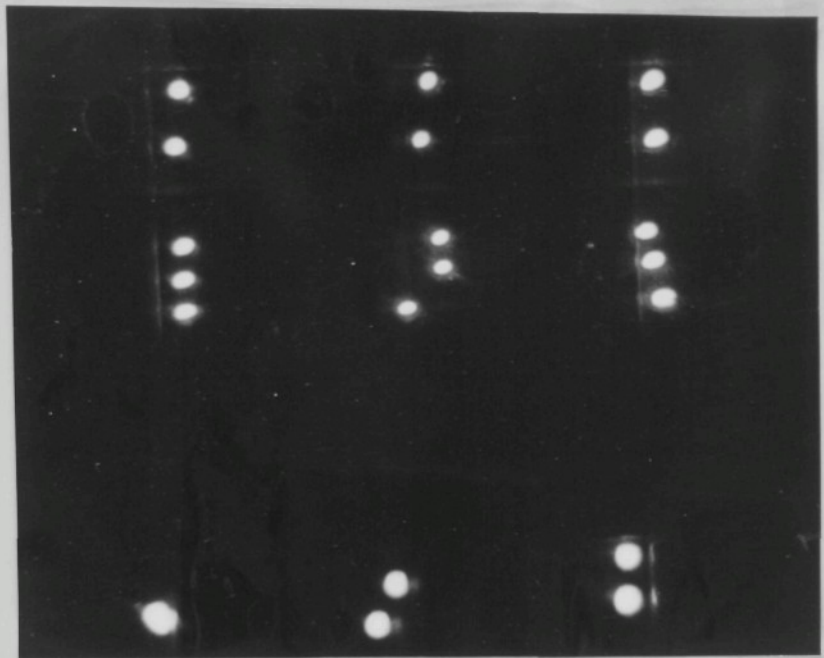
7.93

R. 20

5°

N [p]



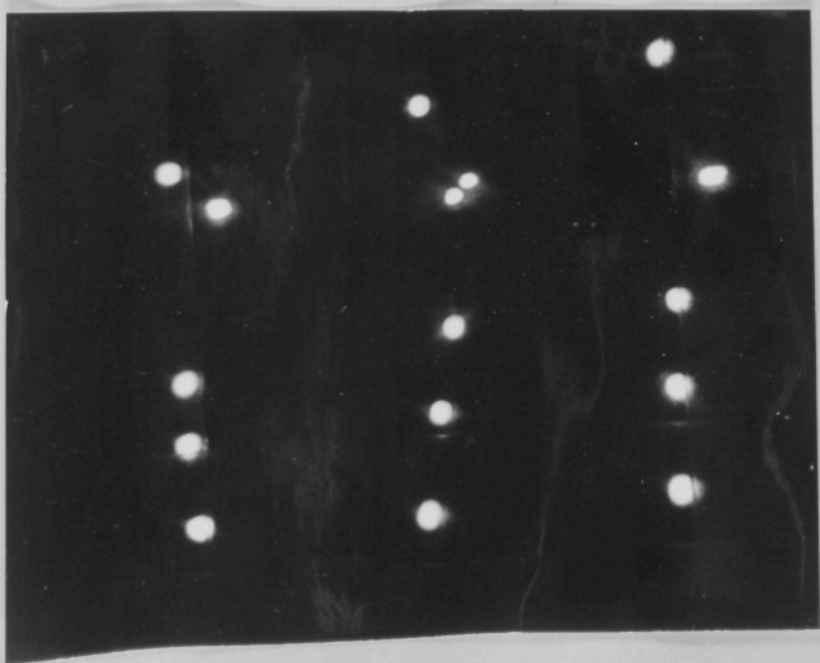


V_{sp}

700
500
300
100
0

S_{sp}

1000
0



S_{sp}

500

400

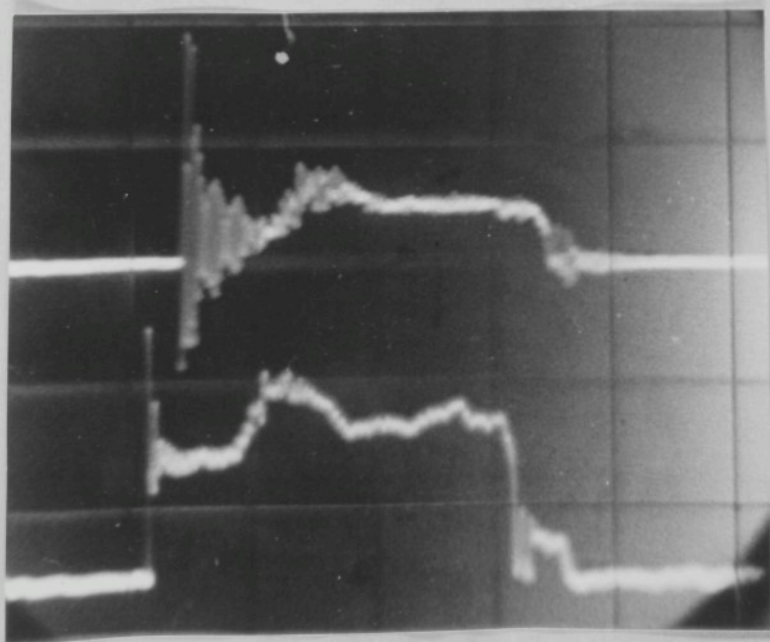
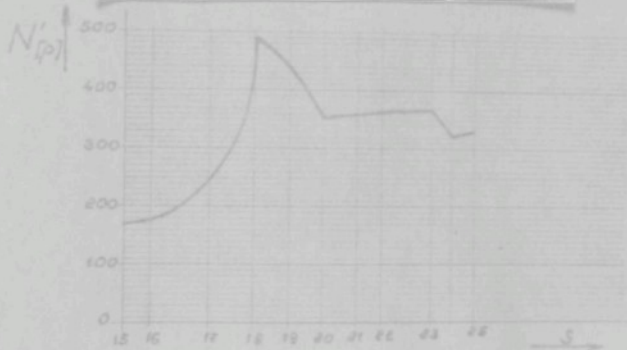
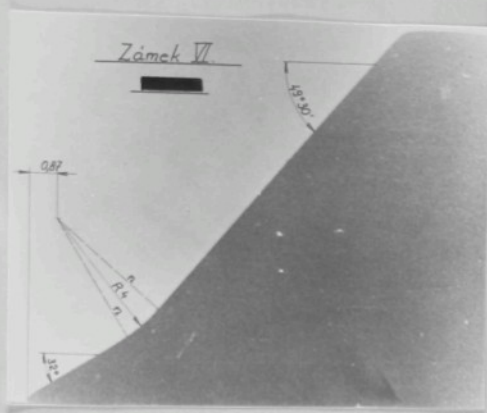
300

0

ruběh síly N pro zámek VII.
Spřítlakem jedné pružiny.

str.
151

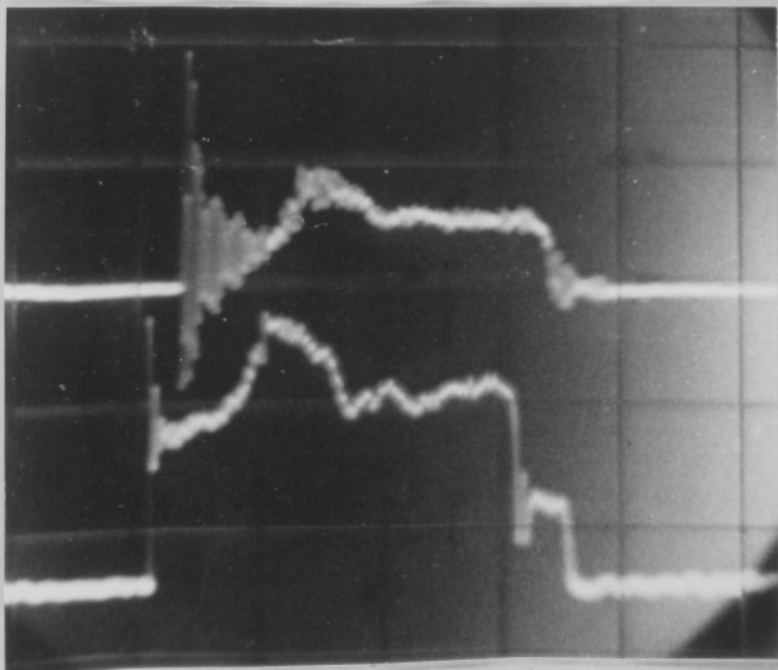
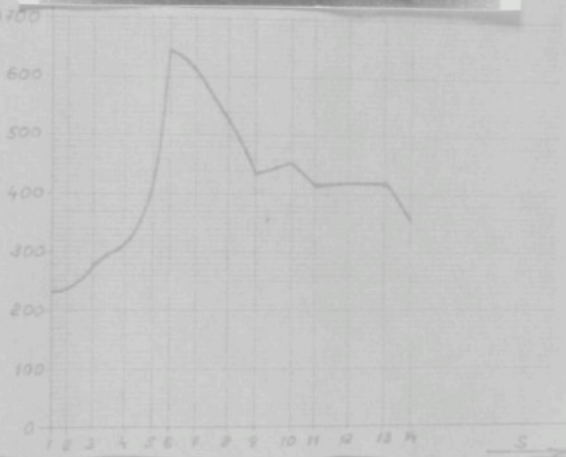
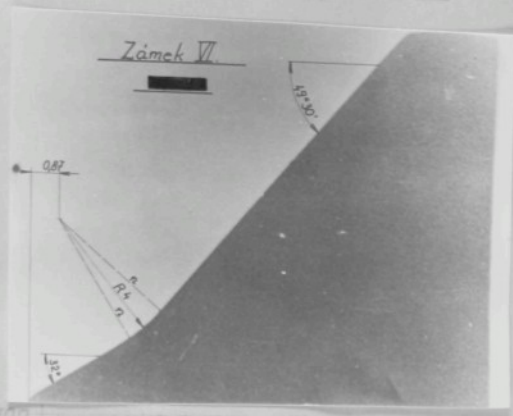
První ráz 1232 p.



S průřezem dvou pružin

První řád 12680

N_{pr}



$V(p)$

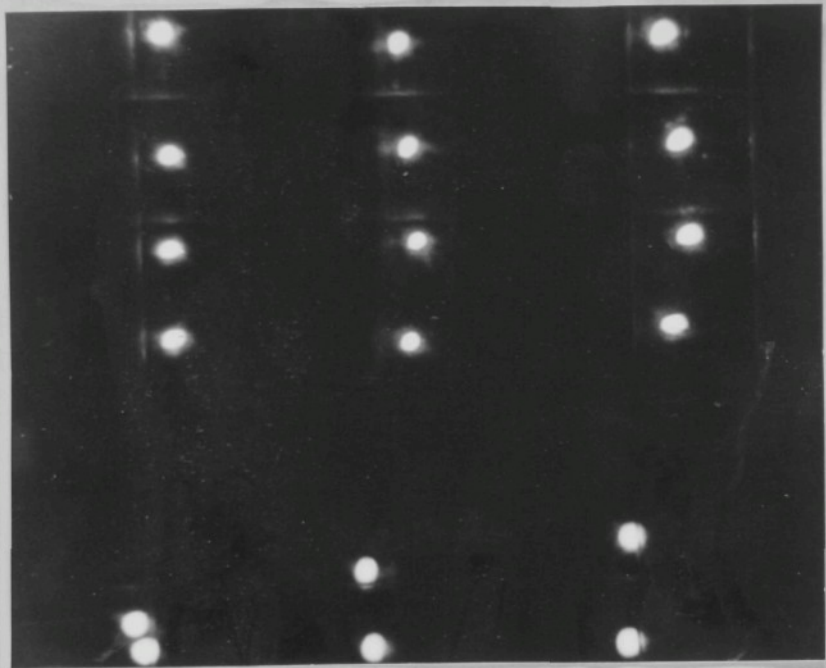
150

100

50

$\varepsilon'(p)$

10

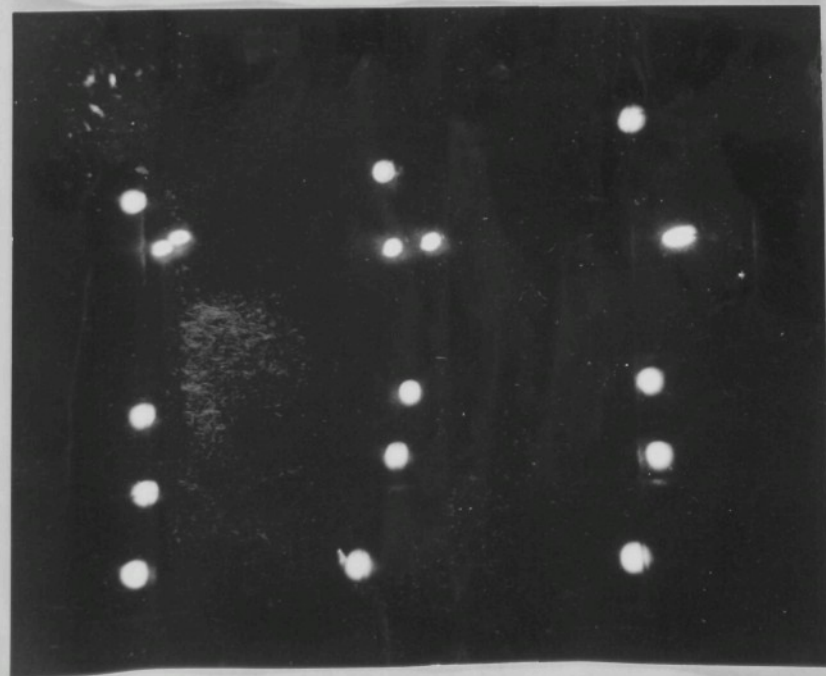


$S'(p)$

5

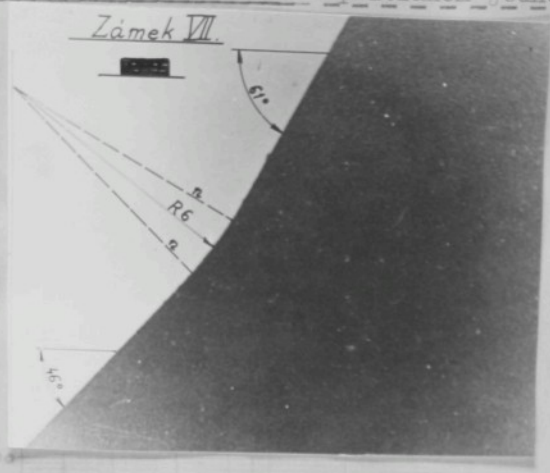
20

10

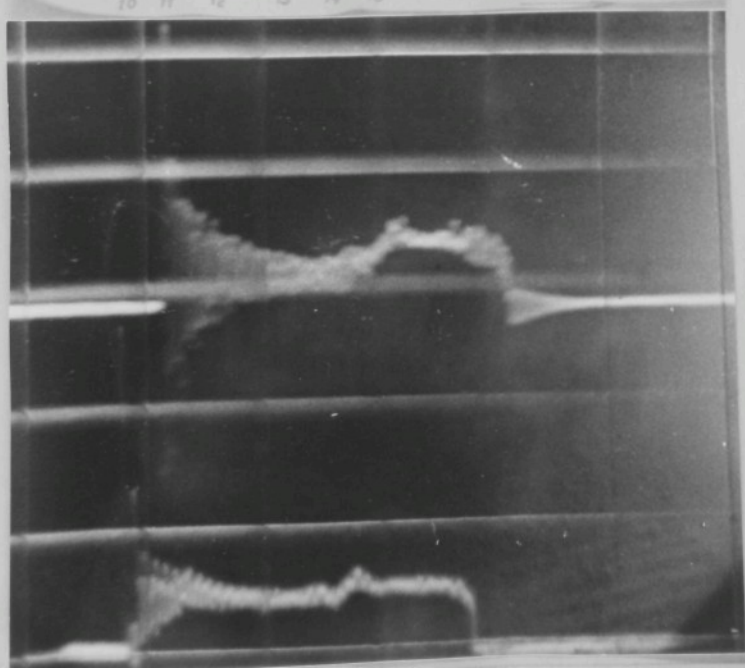
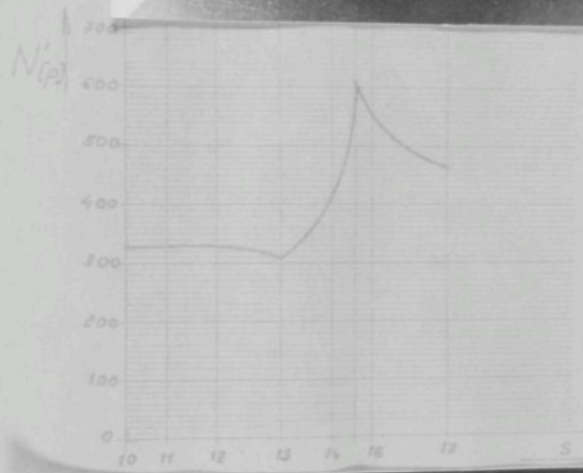


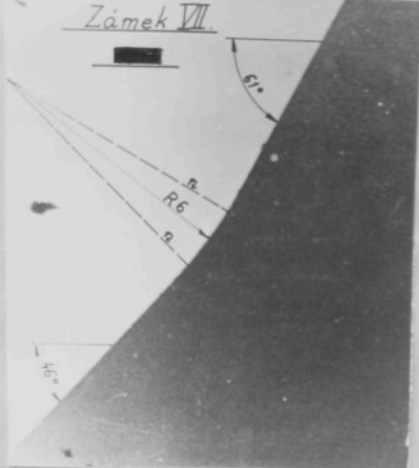
Průběh síly N' pro zámek VII. S přitlakem jedné pružiny.

Zámek VII.



Přířez 2599 p

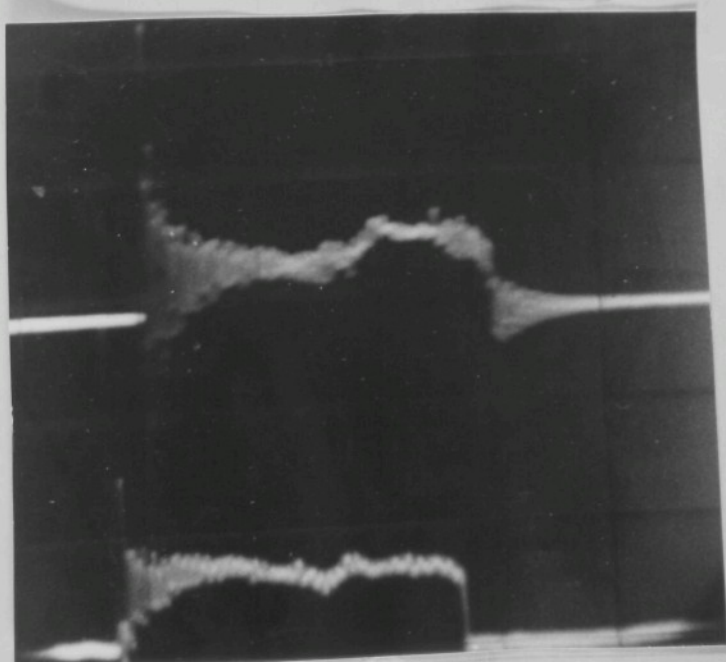
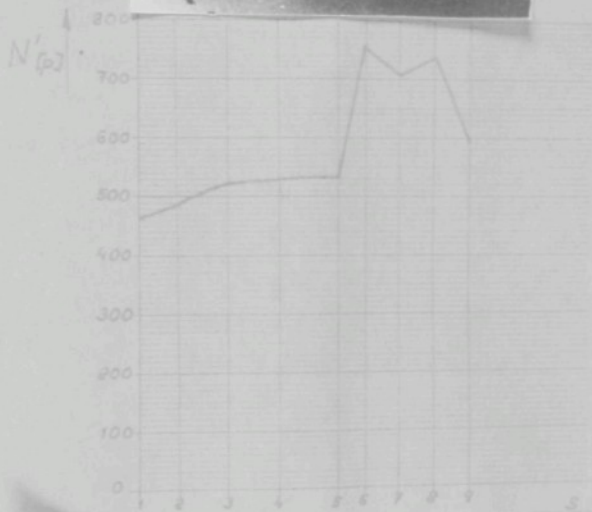


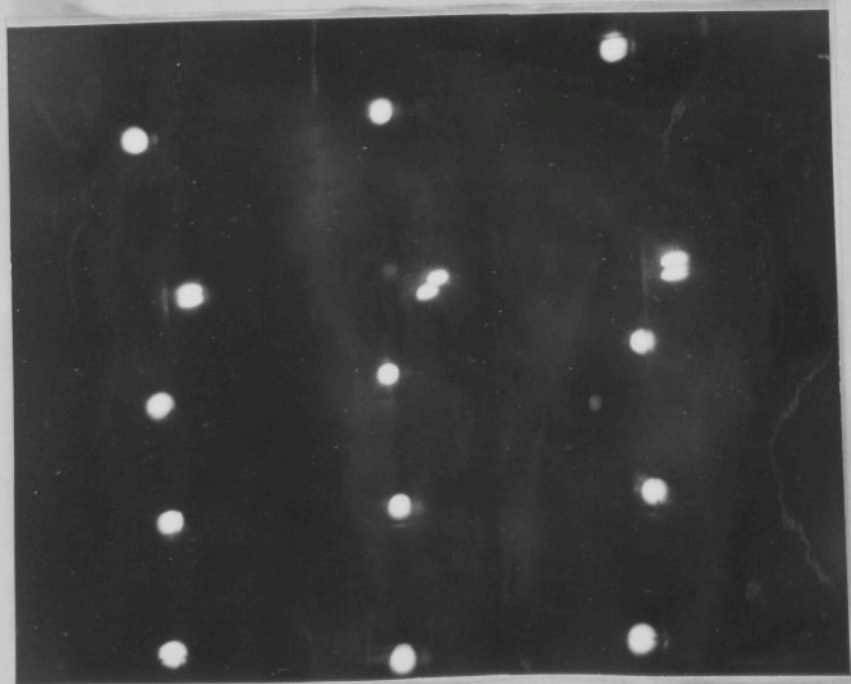
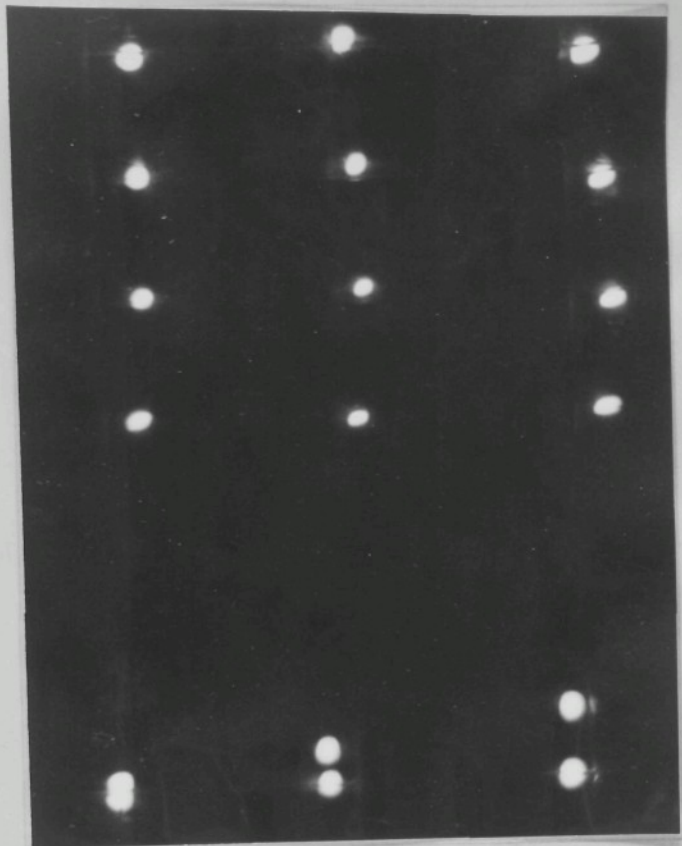
Zámek VII

Průběh síly N' pro
zámek VII.

S přitlakem dvou
pružin.

Průběh síly 2166 p





$V_{\phi} \uparrow$ 3000

2000

1000

$E_{\phi} \uparrow$ 50

$S_{\phi} \uparrow$ 20

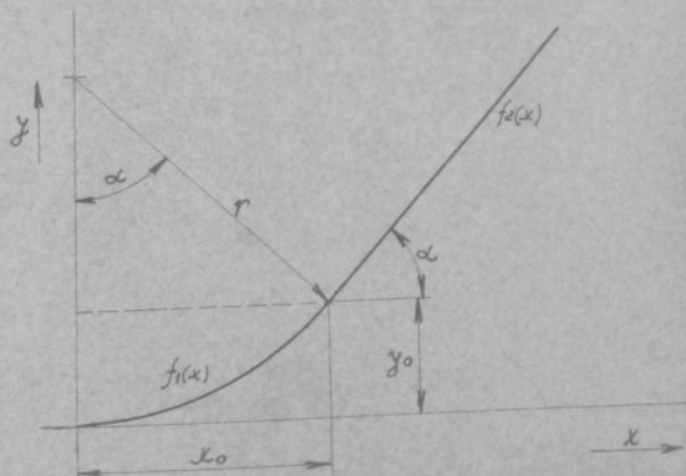
10

Dále z naměřených průběhů vyplývá podstatný vliv radiální přitlačné síly na jehlu od přitlačných pružin. Velikost přitlačné síly v podstatě neovlivňuje charakter průběhu normálové síly, znamená však její značné zvýšení hlavně v místech přechodu kružnice o malém průměru na strany pracovní úhel, kde nastane zvýšení normálové síly asi o 60 %, zatímco pro ostatní průběh normálové síly znamenají dvě přitlačné pružiny zvýšení asi o 25 %. Je zajímavé, že přítlak pružin celkem neovlivňuje velikost prvního rázu.

Další nerovnoměrnost v silových poměrech mezi zámek a jehlou může způsobit posouvání přitlačných pružin po stvolu jehly, který má nestejnou výšku. Zvláště tehdy, jsou-li tyto přechody ve výšce stvolu ostré, což je běžný jev u konstrukce ražených jehel.

Pro sledování a hodnocení silového průběhu po celé funkci hraně zámku provedeme nejprve teoretický rozbor potřebných veličin proměřovaných zámkových drah. Pro silové hodnocení musíme nutně znát hodnoty skoků ve zrychlení na přechodu kružnicové a přímkové funkční brany zámku.

Pro funkční zámkovou hranu tvořenou kružnicí a přímkou, viz obr. 4, platí:



Obr. 4.

$$f_1(x) = r - \sqrt{r^2 - x^2}$$

$$f_2(x) = \lg \alpha (x - x_0) + y_0$$

Pro získání průběhu rychlosti dále platí:

$$f_1'(x) = \frac{df_1(x)}{dt} = \frac{df_1(x)}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = v_x \cdot \frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}}$$

$$f_2'(x) = \frac{df_2(x)}{dt} = \frac{df_2(x)}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = v_x \cdot \frac{x_0}{\sqrt{r^2 - x_0^2}}$$

Velikost v_x je rovna obvodové rychlosti stroje, která je konstantní.

Pro získání průběhu zrychlení dále platí:

$$f_1''(x) = \frac{df_1'(x)}{dt} = \frac{df_1'(x)}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = v_x \left[\frac{1}{\sqrt{r^2 - x^2}} + \frac{x^2}{(r^2 - x^2)^{3/2}} \right]$$

$$f_2''(x) = \frac{df_2'(x)}{dt} = \frac{df_2'(x)}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = 0$$

Z uvedených vztahů vidíme, že průběh rychlosti má spojitý charakter. Naopak v průběhu zrychlení se při přechodu z kružnice na přímku projevuje skok ve zrychlení, protože $f_1''(x)$ má vždy určitou kladnou hodnotu, kdežto $f_2''(x) = 0$.

Jaké hodnoty zrychlení dosahuje při přechodu kružnice na přímku nebo naopak, je u prověřovaných zámků uvedeno v následující tabulce. Hodnoty $\underline{r}$ a $\underline{x}$ jsou odečteny z fotografií zámků. Obvodová rychlost byla při měření $v_x = 0,7$ m/s. Ve výpočtu zrychlení není uvažován člen

$$\frac{x^2}{\sqrt{(r^2 - x^2)^3}}$$

protože jeho hodnota je vzhledem k prvnímu členu pro naše účely zanedbatelná. U zámků VI a VII je proveden výpočet prvního i druhého skoku ve zrychlení.

Tabulka hodnot skoku ve zrychlení u proěřovaných
zámkových drah.

zámek č.	$r \cdot 10^{-3}$ [m]	$x_0 \cdot 10^{-3}$ [m]	$r^2 \cdot 10^{-6}$ [m ²]	$x_0^2 \cdot 10^{-6}$ [m ²]	$(r^2 - x_0^2) \cdot 10^{-6}$ [m ²]	$f''(x_0)$ [m/s ²]
I	8	5,8	64	33,64	30,36	88,9
II	12	8,8	144	77,44	66,56	60,0
III	10	7,7	100	59,29	40,71	76,8
IV	5	3,9	25	15,21	9,79	156,6
V	20	14,9	400	222,01	177,99	36,8
VI	4	3,1	16	9,61	6,39	193,7
VI ₁	4	2,1	16	4,41	11,59	144,1
VII	6	5,3	36	28,09	7,91	174,4
VII ₁	6	4,3	36	18,49	17,51	117,2

Z uvedené tabulky vidíme, že hodnoty skoku ve zrychlení dosahují značných velikostí, které by se měli projevit na oscilografickém záznamu proměřovaného zámku. Podíváme-li se nyní na průběhy normálové síly N' do příslušných grafů jednotlivých zámků, zjistíme v místech průsečíku normály n s činnou hranou zámku podstatný vzrůst normálové síly. Velmi markantně se to projevuje např. v grafu pro zámek I a IV. Je to logické, protože v tomto bodě je naprosto nespojitě zrychlení pohybu jehly ve svislém směru. Z maximální hodnoty při průběhu jehly po kružnici (viz hodnoty v tabulce) klesá na nulovou hodnotu. Tento okamžitý skok ve zrychlení se však v grafu projevuje jako plynulý pokles normálové síly. Je to způsobeno tím, že se jedná o záběr pružných spočastí (velká pružnost jehly v oblasti kolénka), které uvedený skok časově rozvinou.

Může vzniknout oprávněná námitka, proč u zámků VI a VII nedochází k markantnímu skoku v průběhu normálové síly v první části průběhu funkční hrany zámku, kde přímka přechází v kružnici. Skok ve zrychlení zde dosahuje podle

tabulky hodnoty u zámku VI - $f_1''(x_0) = 174,4 \text{ m/s}^2$ a u zámku VII - $f_1''(x_0) = 117,2 \text{ m/s}^2$. K tomuto rázu zde skutečně dojde, ovšem vzhledem k tomu, že se opět jedná o styk pružných součástí a navíc nejde o tak zvaný skok ve zrychlení při "tvrdém" rázu, je tento ráz opět časově rozvinut. Vzhledem k tomu, že velmi blízko tohoto prvního skoku ve zrychlení leží body přechodu kružnice na přímku, je silový průběh rázu od prvního skoku ve zrychlení rozvinut až k bodu druhého přechodu. Tento jev je lépe sledovat na oscilogramu svíslé složky síly N' , t. j. průběh síly S' , který není ovlivněn chybou odečítání a překreslování jako již nakreslený graf. Hlavně u průběhu síly N' zámků VI a VII došlo nutně ke zkreslení průběhu odečítáním jednotlivých složek pro graf, protože příslušný záznam má na obrazovce osciloskopu malé zvětšení. Záznam však nebylo možné při měření zvětšit, když měly zůstat na stínítku odečitatelné hodnoty prvního rázu.

Z hlediska klidné práce jehly by bylo velmi výhodné, kdyby k uvedeným rázům v průběhu kolénka jehly po zámku nedocházelo. Nemůžeme-li se vyhnout prvnímu rázu, pak alespoň další průběh jehly po zámku by měl zůstat klidný. Tento úkol je řešitelný. Navrhujeme-li křivku funkční hrany tak, že průběh $f_1''(x)$ bude pro celý zvedač nebo stahovač spojitý, můžeme těmto skokům zabránit, ovšem za cenu velmi pracně vyrobených zámků s náležitým tvarem funkční hrany. Vzniká však otázka, je-li nutné tyto pracně křivkové zámkové dráhy dělat všude. Na příklad v průběhu síly N' u zámků II a V se žádný podstatný vzrůst normálové síly neprojevil. Naproti tomu u zámků např. IV, VI a VII je vzrůst normálové síly velmi markantní. Je zřejmé, že tento jev velmi úzce souvisí s poloměrem přechodové kružnice a samozřejmě s tím související hodnotou zrychlení v přechodovém bodě. U zámku V je poloměr přechodu R 20 a u zámku II je R 12, které se jeví v daných podmínkách jako ještě výhodné, protože u zámku III, kde poloměr přechodu je R 10 již ke vzrůstu normálové síly v místě přechodu dochází. Z hodnot výše uvedené tabulky můžeme též říci, že skok ve zrychlení by neměl být

v místech přechodu větší než 60 m/s^2 . Větší hodnotu skoku ve zrychlení již nestačí jehla svou pružností utlumit.

6.3 Závěry z kapitoly hodnocení funkčních zámkových drah tvořených přímkami a kružnicovými přechody.

1. Pro bezrázový vstup kolénka jehly na zámek musí jehla najíždět na zámek s nulovým úhlem náběhu. Není-li to možné, neměl by náběhový úhel přesáhnout hodnoty $\alpha = 10^\circ$.
2. Na funkčních zámkových drahách tvořených přímkami a kružnicemi dochází v místech přechodu vlivem skoku ve zrychlení k "rázcům". Aby se tento jev odstranil, je nutné, aby skok ve zrychlení pro danou jehlu nepřesáhl hodnotu 60 m/s^2 . Kde nelze tento předpoklad splnit, je nutné navrhnout zámkové dráhy se složitými křivkami, které budou mít průběh zrychlení spojitý.
3. U válcových jehel, které jsou v lůžku podržovány přítlačnými pružinami, by počet pružin a jejich tlak měl být co nejmenší. Velký přítlak pružin velmi markantně zhoršuje silové poměry mezi kolénkem jehly a zámkem. Přítlačné pružiny by se pokud možno měly posouvat při svislém pohybu jehly jen po stejné výšce stvolu jehly nebo by změna výšky stvolu měla být prováděna velmi mírným náběhem, který je u většiny stávajících jehel velmi ostrý.

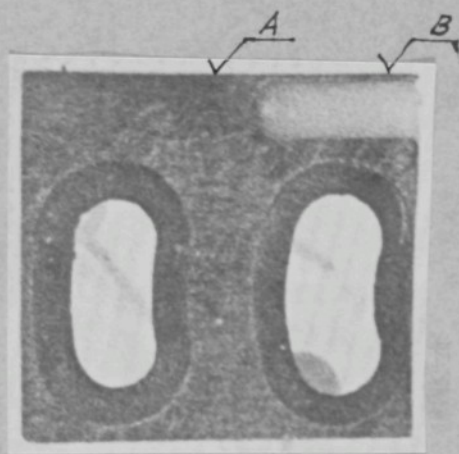
7.0 Vliv pružnosti jehly a zámkové funkční hrany na velikost prvního rázu kolénka jehly na zásek.

Z předešlých částí této práce vyplývá, že snížení první rázové síly při nájezdu kolénka na zásek je řešitelné jen za cenu snížení náběhového úhlu zámku na nulovcu hodnotu nebo na celkem přijatelnou hodnotu úhlu $\alpha = 10^\circ$. Toto řešení však lze použít pro snížení rázové síly jen v některých případech. Nelze ho např. použít tehdy, kdy některá jehla je zvedacem zvednuta jen do chytové polohy a v následující dráze narezí do poloviny dráhy stahovače, jehož úhel je v tomto místě zpravidla kolem $\alpha = 45^\circ - 50^\circ$. Tento případ však běžně nastává u žakárových pletacích strojů a je nutné najít přijatelné řešení, které by umožnilo snížení rázové síly i při nájezdu kolénka na strmou zámkovou funkční hranu. Předpokládáme-li, že rychlost pletacích strojů bude stoupat, jeví se tento problém jako jedna ze základních otázek při zvyšování otáček pletacích strojů.

Snížení prvního rázu lze docílit u jakýchkoliv sražejících se těles snížením jejich tuhosti nebo vložení pružného elementu do místa rázu. Je otázka, jak dalece nám bude toto řešení vyhovovat pro naše účely. Je zde možné jít dvěma cestami. Buď snížíme tuhost jehly v oblasti kolénka nebo odpružíme funkční hranu zámku. Již při předešlých výkumech se ukázalo, že odpružená funkční hrana zámku, odpovídající svou hmotou narážejícímu kolénku jehly, má vliv na velikost prvního rázu (viz kapitola 4.0). Značně problematické je však konstrukční vyřešení zvýšení pružnosti jehly nebo zámku, aby bylo pro praktické účely použitelné. Z kapitoly 3.2.10 víme, že pružnost jehly v oblasti kolénka je dána průhybem kolénka o 0,1 mm při zatěžující síle 1 kp. To znamená, že má-li dojít k podstatnějšímu snížení rázové síly, musíme dovolit kolénku nebo funkční zámkové hraně, aby při zatěžující síle 1 kp došlo k celkovému stlačení obou součástí asi o 0,2 mm. Pro potvrzení těchto závěrů byla provedena řada měření, z nichž podstatná jsou dále uvedena.

7.1 Pružné uložení části činné hrany zámku.

Pro vyzkoušení vlivu pružné zámkové hrany byl navržen upravený zámek podle výkresu 4-0 příloha I. Zámek je proveden tak, aby se snadno upevnil na snímač. Fotografii upraveného zámku vidíme na obr. 1.

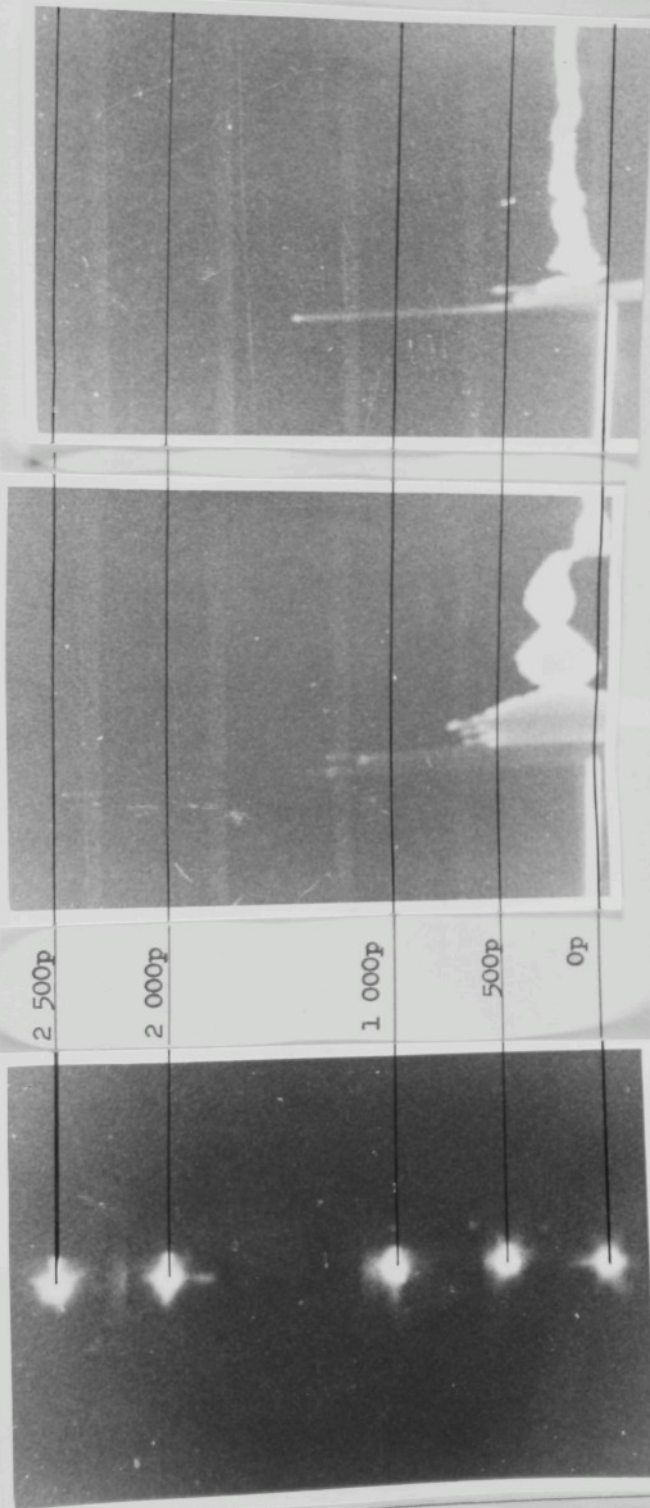


Obr. 1.

Zámek je opatřen na nájezdové straně výřezem, který je zalit epoxydovou pryskyřicí. Tím je hrana zámku nad výřezem odpružena a epoxydová pryskyřice též zabraňuje, tomu, aby nedošlo k uražení odpružené hrany, která je velmi tenká.

Zkoušky, které s tímto zámkem byly provedeny ukázaly, že odpružená funkční zámková hrana může podstatně snížit velikost prvního rázu. Hodnoty jednoho měření jsou uvedeny na oscilogramech na str. 164. Oscilogram I je záznam nárazu kolénka jehly na zámek v místě A (viz obr. 1), t. j. v místě neodpružené funkční hrany. Oscilogram II je záznam nárazu kolénka jehly na zámek v místě B, t. j. v místě odpružené hrany. K oběma záznamům je připojen cejch s vynešením cejchovních hodnot. Při obou měřeních pracoval zámek jako zvedáč při úhlu $\alpha = 45^\circ$ a obvodová rychlost jehelního válce byla $v = 0,7$ m/s. Záznamy jsou provedeny pro tu-
též válcovou jehlu pracující stále v téže drážce lůžka.

$$\alpha = 45^\circ, v = 0,7 \text{ m/s}$$



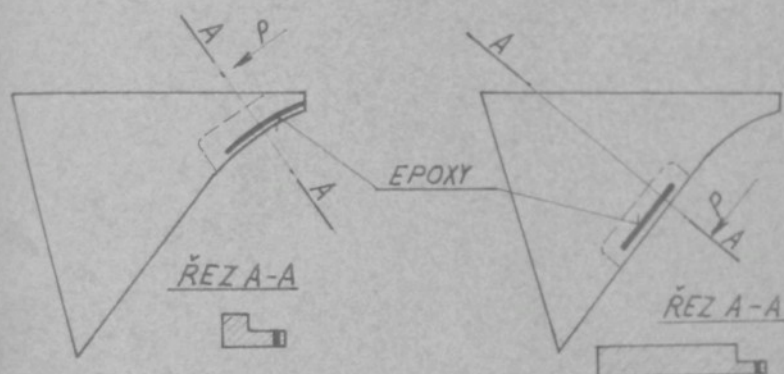
$$n_D'' - N = 1\,450p$$

$$n_S'' - N = 2\,440p$$

Provedeme-li porovnání hodnot rázové síly obou zřetelně vidíme, že pružným uložení funkční zámkové hrany se dosáhlo snížení prvního rázu o 40 %. I celkový průběh jehly po zámku je u odpružené hrany podstatně klidnější.

Odpružená funkční hrana bude plnit svoji úlohu nejlépe jen však tehdy, když bude pokud možno ve styku s kolénkem jedné nebo minimálního počtu jehel.

Hlavní dva způsoby konstrukčního provedení odpruženého zámku vidíme na obr. 2 a 3.



Obr. 2.

Obr. 3.

Obrázek 2 znázorňuje způsob odpružení náběhové hrany stahovače, na obr. 3 je znázorněn stahovač s odpružencu částí funkční hrany v chytové poloze. Naproti výhodám, které by přineslo pružné uspořádání zámkové hrany v místě rázu podle uvedených obrázků, přináší tento způsob i určité nevýhody. I když se jedná o velmi jednoduché upravení zámků, vznikly by dost značné potíže při technologii jejich výroby. Mnohem závažnější je však ta okolnost, že by se odpružená hrana během činnosti stroje mohla ulomit. To by způsobilo značnou havárii stroje a ulomení kolének jehel na velké části obvodu válce. Jiné konstrukční uspořádání odpružené hrany, které by vyloučilo havárii stroje, vychází však příliš složitě. Jistě by se našel určitý kompromis, který by umožnil spolehlivé zarazení odpružené funkční hrany do zámkové soustavy pletacích strojů, ovšem vzhledem

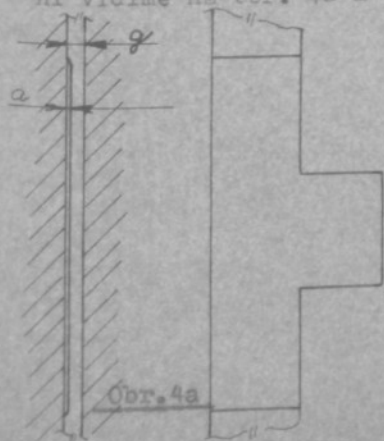
k složitosti problému je výhodnější jít druhou cestou,
t. j. odpružováním jehel v místě jejich kolénka.

7.2 Vliv pružného uložení jehel v oblasti kolénka na ve- likost prvního rázu.

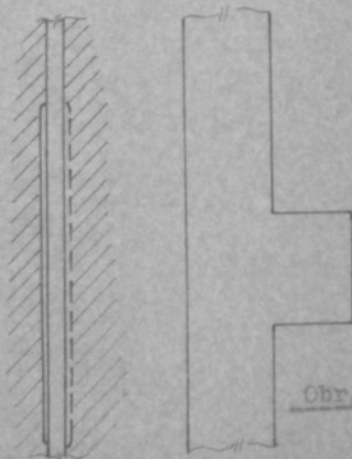
Protože se ukázal velmi zajímavý a úspěšný pokus
s odpruženou funkční hranou zámku, byla dále sledována
myšlenka odpružit v oblasti kolénka samotnou jehlu. Odpru-
žená jehla by měla navíc tu výhodu, že její pružnost, tedy
i velikost prvního rázu, je nezávislá na ostatních jehlách,
což u pružné zámkové hrany, na kterou najíždí více kolének
nejednou, nelze zajistit. Odpružená zámková hrana je nutně
ve styku s více kolénky, musí být tedy dosti tuhá a tím
nemůže dokonale tlumit ráz jediné jehly.

Není tedy pochyby, že by odpružená jehla byla mnohem
výhodnější, než odpružená zámková hrana. Zůstává však prob-
lém, jak toto odpružení provést.

Při nárazu kolénka jehly na zámek dochází k zapruže-
ní jehly v oblasti kolénka. Bylo by tedy vhodné, kdyby se
jehla v oblasti kolénka mohla při nárazu více prohnout
a dovolila kolénku jehly větší pohyb. To lze splnit tím,
že pod kolénkem jehly provedeme vybrání, a to buď v sa-
motné jehle nebo ve stěně drážky. Způsob provedeního vybrá-
ní vidíme na obr. 4a a 4b.



Obr. 4a

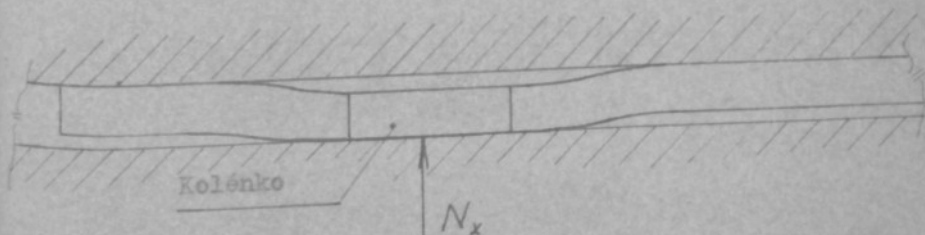


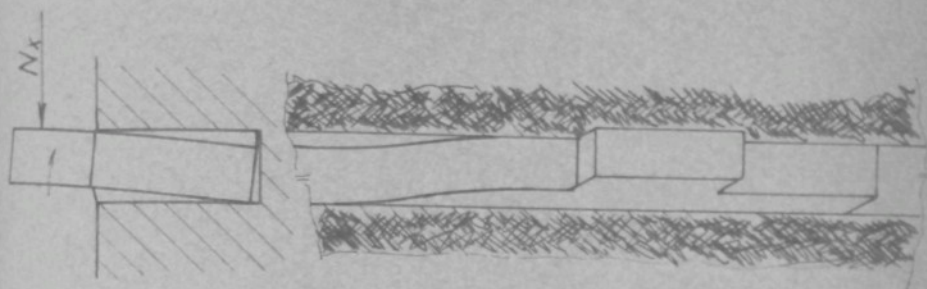
Obr. 4b

Způsob provedení na obrázku 4a je vhodný pro ražené jehly, které mají sílu stvolu, tedy míru $g = 0,6$ mm. Tato hodnota nám dovoluje provést zeslabení tloušťky jehly o $0,1$ mm, aniž vážně ohrozíme činnost a pevnost jehly. Je jisté, že tímto zeslabením snížíme pevnost jehly v místě kolénka, tedy v nejvíce namáhaném průřezu. Záleží nyní na tom, zda procento snížení pevnosti bude úměrné dosaženému procentu snížení hodnoty prvního rázu.

Pro jehly vyráběné tažením nebo pro velmi slabé jehly ražené (válcové jehly jemných punčochových strojů) je výhodnější provedení podle obr. 4b. Tohoto způsobu lze však použít jen tehdy, když lůžko, do kterého jehly vkládáme, je skládané z lamel. Jinak bychom nemohli potřebné vybrání ve stěně drážky provést. Úpravu stěny drážky budeme provádět v místě, kde dochází k nárazu jehly na zámek. Tento způsob má tu výhodu, že jehla není v místě kolénka pevnostně zeslabena.

Dále se naskytá otázka, zda-li by nešlo pro ustupování kolénka jehly při nárazu na zámek využít konstrukční vůle mezi jehlou a uložením v drážce lůžka. Vhodným tvarováním stvolu jehly by se kolénko posunulo v drážce proti najíždějícímu zámku, čímž by na druhé straně kolénka vznikla mezi ním a stěnou drážky vůle, která by mohla přispět k snížení prvního rázu kolénka na zámek. Způsoby úpravy stvolu jehly vidíme na obr. 5a a 5b. Zvláště způsob torzního natočení stvolu je velmi výhodný vzhledem ke snadnému provedení, kde spodní konec jehly s kolénkem natočíme proti hornímu konci jehly, t. j. torzně nakroutíme stvol jehly.

Obr. 5a.

Obr. 5b.

Jak se jednotlivé úpravy projeví v praxi nám musí potvrdit jednak skutečná měření a za druhé dlouhodobé provozní zkoušky, které by dokázaly, že některé z dříve probraných úprav je možné bez nepříznivých následků použít. Všechny úpravy jsou v podstatě velmi jednoduché, jak po stránce provedení, tak vzhledem k ceně úpravy. Pro ověření celé problematiky jsem se rozhodl zjistit skutečné hodnoty rézu v případě podbroušení jehly v oblasti kolénka a při torzním natočení stvolu jehly. Obě tyto způsoby v sobě zahrnují v podstatě všechny dříve probrané úpravy. Celá řada měření byla prováděna s raženými jehlami na válcovém i talířovém lůžku. Podbroušování jehel v místě kolénka bylo o 0,1 mm na takové délce, aby při rázové síle $N_x = 1$ kp došlo k prohnutí stvolu jehly v místě kolénka právě asi o 0,1 mm. Tím se tedy u takto upravených jehel může kolénko pod působením síly 1 kp vychýlit v podstatě na 0,2 mm (viz kapitola 3.2.10) tedy na dvojnásobnou hodnotu. Délku podbroušení jehly pod kolénkem vypočítáme podle vztahu, který platí pro prýhy nosníku uloženého volně na dvou podperách:

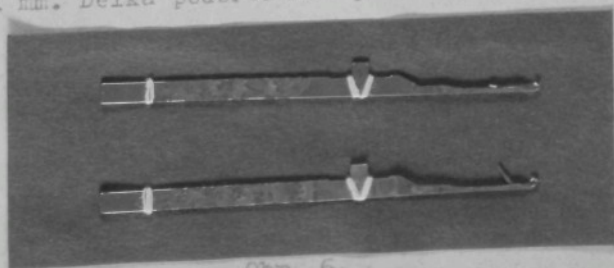
$$l = \sqrt[3]{\frac{y_{\max} \cdot 48 E I}{P}}, \quad \text{kde}$$

- l délka podbroušení v (cm)
- P síla zátěže v (kp)
- y prýhy uprostřed kolénka v (cm)
- E modul pružnosti v ohybu v (kg/cm^2)
- I moment setrvačnosti v (cm^4)

Samozřejmě, že byly zkoušeny a prověřovány i jiné rozměry podbroušení, ovšem výše popsany způsob se ukázal jako nejvýhodnější.

V případě zkoušek s torzně nakrouceným stvolem byl stvol nakrucován jen ručně ve svěráku a to do takové míry, při které se v podstatě neměnil odpor pohybu jehly v drážce proti jehle s přímým stvolem. V podstatě to znamenalo vykroutit spodní část jehly s kolénkem oproti horní části asi o $1 - 2^\circ$. Z celé serie měření jsou dále uvedeny zkoušky s raženými jehlami pracujícími v talířovém lůžku. Je nutné zdůraznit, že výsledky na válcovém lůžku byly v případě použití jiných druhů ražených jehel stejné, když byly upravovány podle dříve zmíněných zásad. Naměřené hodnoty jsou dmyslně uváděny z talířového lůžka, aby bylo zřejmé, že i na talířovém lůžku, kde jsou silové poměry mezi jehlou a zámkem poněkud složitější proti lůžku válcovému, jsou výsledky s odpružováním jehel v oblasti kolénka použitelné.

Měření bylo prováděno na talířovém lůžku již známého šakérového stroje. K měření byl použit dvousložkový snímač ovšem tak, aby pracoval jen jako snímač jednosložkový, který zachycuje jen "čistou" normálovou sílu N_1 a N_2 , tedy bez složky tření T. Přímková funkční hrana zámku snímače byla nastavena jako zvedač s pracovním úhlem $\alpha = 50^\circ$. Obvodová rychlost kolénka v místě nájezdu na zámek byla $v = 0,65$ m/s. Každé měření bylo zaznamenáno třikrát, aby se vyloučila náhodnost měřených hodnot. Na obr. 6 jsou přiloženy oba typy krátkých talířových jehel, se kterými bylo měření prováděno. První jehla je neupravená, druhá je v místě kolénka podbroušená. Podbroušení je provedeno o míru 0,1 mm. Délka podbroušení je určena ze vztahu



Obr. 6

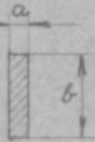
$$l = \sqrt[3]{\frac{\gamma_{\max} \cdot 48 \cdot E \cdot J}{P}} = \sqrt[3]{\frac{0,01 \cdot 48 \cdot 21 \cdot 10^6 \cdot 4,17 \cdot 10^{-6}}{1}} =$$
$$= \sqrt[3]{4,203} = \underline{\underline{1,6 \text{ cm}}}, \text{ kde}$$

$$\gamma_{\max} = 0,1 \text{ mm}$$

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kp/cm}^2$$

$$P = 1 \text{ kp}$$

Rozměr průřezu stvolu jehly u kolénka byl uvažován:

$$J = \frac{b \cdot a^3}{12} = \frac{0,35 \cdot 0,06^3}{12} =$$

$$= \underline{\underline{4,17 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^4}}$$
$$a = 0,6 \text{ mm}$$
$$b = 3,5 \text{ mm}$$

Tímto podbroušením se sníží pevnost kolénka jehly v místě, kde přechází ve stvol. Protože tento průřez je namáhán převážně na ohyb, zvýší se namáhání průřezu v podstatě v poměru průřezových modulů.

Průřez kořene kolénka pro nepodbroušenou jehlu je dán rozměry:

$$\text{tloušťka kolénka} \quad a_1 = 0,6 \text{ mm}$$

$$\text{šířka kolénka} \quad c_1 = 3,0 \text{ mm}$$

Pro podbroušenou jehlu:

$$a_2 = 0,5 \text{ mm}$$

$$c_2 = 3,0 \text{ mm}$$

Hodnota průřezových modulů:

$$\text{Pro nepodbroušenou jehlu } W_1 = \frac{c_1 \cdot a_1^2}{6} = \frac{3 \cdot 0,6^2}{6} = \underline{\underline{0,180 \text{ mm}^3}}$$

$$\text{Pro podbroušenou jehlu } W_2 = \frac{c_2 \cdot a_2^2}{6} = \frac{3 \cdot 0,5^2}{6} = \underline{\underline{0,125 \text{ mm}^3}}$$

Tedy namáhání průřezu kořene kolénka se zvýší o

$$\frac{W_1 - W_2}{W_1} \cdot 100 = \frac{0,180 - 0,125}{0,180} \cdot 100 = \underline{31\%}$$

Na tabulkách na str. 172 a v příloze II je provedeno vyhodnocení pěti jednotlivě najíždějících jehel na zámek, a to na snímků X 121 - X 135, jehel náhodně vybraných, které již ve stroji pracovaly. Na snímcích X 136 - X 150 jsou záznamy průběhu normálových sil pro pět jehel podbroušených v oblasti kolénka. Jehly byly vkládány vždy do stejné drážky talířového lůžka.

Z hodnot rázových normálových sil z tabulky na str. 172 lze vypočítat, že průměrná hodnota rázové síly u neupravených jehel je $N_1 = 1770$ p. Naproti tomu průměrná hodnota rázové síly u podbroušených pěti jehel je $N_2 = 820$ p. To znamená, že úpravou jehel podbroušením došlo ke snížení hodnoty rázové síly asi o 54 %. Srovnáme-li tuto hodnotu s procenty snížení pevnosti u podbroušené jehly zjistíme, že podbroušením jehel se vlastně dosáhlo snížení namáhání kořene kolénka asi o 20 %. Při tomto měření byly též vyčísleny síly N_3 u všech měřených jehel, aby bylo patrné, s jakým odporem se jednotlivé jehly pohybovaly v drážce lůžka při ustáleném průběhu po přímkové hraně zámku. Z uvedených hodnot normálových sil N_3 vyplývá, že uložení jehel v lůžku bylo přibližně stejné a že tedy rázové síly obou skupin jehel můžeme mezi sebou srovnávat.

Pro další zdůraznění vlastností podbroušených jehel byla ještě provedena měření na snímcích X 151 - X 159 uvedených v příloze II. Snímky X 151 - X 153 znázorňují čtyři za sebou najíždějící jehly na zámek. Jedná se o jehly neupravené, náhodně vybrané z jehel, které ve stroji již pracovaly. Snímky X 154 - X 156 zachycují případ, kdy druhá jehla byla vyměněna za jehlu podbroušenou a ostatní zůstaly z předchozího měření. Na snímcích X 157 - X 159 je zachycen případ čtyř podbroušených jehel, které byly zaměněny za jehly ne-

Talířové jehly neupravené. Normálová síla N_1 a N_2 .

Jehla	1. měření		2. měření		3. měření		$N_1/p/$	$N_2/p/$
	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$		
1	X 121	2 020	X 122	2 040	X 123	1 980	2 133	280
2	X 124	1 950	X 125	1 900	X 126	1 830	1 860	290
3	X 127	1 900	X 128	1 980	X 129	1 930	1 936	300
4	X 130	1 340	X 131	1 400	X 132	1 250	1 330	300
5	X 133	1 530	X 134	1 550	X 135	1 690	1 590	360

Talířové jehly podbroušené. Normálová síla N_1 a N_2 .

Jehla	1. měření		2. měření		3. měření		$N_1/p/$	$N_2/p/$
	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$		
1	X 136	730	X 137	700	X 138	710	713	330
2	X 139	700	X 140	700	X 141	720	707	310
3	X 142	910	X 143	900	X 144	930	913	300
4	X 145	890	X 146	910	X 147	890	897	290
5	X 148	800	X 149	810	X 150	800	803	310

upravené. Hodnoty tohoto měření jsou vyčísleny na tabulkách na str. 174. Z uvedených hodnot v tabulkách i z vlastních záznamů jednoznačně vyplývá velmi podstatný vliv podbroušeného kolénka na velikost rázové síly. V další serii zkoušek byl sledován vliv natáčení stvolu jehly na velikost normálových sil. Dále je uveden komentář k jednotlivým měřením. Všechny snímky pro toto měření jsou uvedeny v příloze II. Pro celou přílohu II platí cejch X 191.

Snímky X 161 - X 163, tabulka na str. 175.

Ze skupiny jehel, které ve stroji již pracovaly, byla vybrána jehla, která se v lůžku pohybovala naprosto volně a přitom vykazovala extrémně vysoké hodnoty jak rázové, tak normálové síly při ustáleném pohybu kolénka po zámku. Při podrobném prohlédnutí této jehly bylo zjištěno, že na přechodu kolénka jehly ve stvol je vytvořeno "zrcátko" od styku jehly s horní hranou drážky. Při proměňování jehly, která toto zrcátko neměla (snímky X 164 - X 166) jsou hodnoty normálových sil N_1 a N_3 podstatně menší. Navíc tato jehla byla předpružena a pohybovala se v drážce s normální tuhostí. Je samozřejmé, že obě jehly pracovaly za stejných základních podmínek. Závěrem tohoto měření je možno konstatovat, že jehly pracují ve stroji s velmi odlišnými silovými podmínkami, různými až o 50 % a při subjektivním hodnocení pohybu jehly v lůžku mohou vykazovat stejné dokonce opačné hodnocení, než odpovídá naměřeným hodnotám. Dále se ukazuje, že by jehla při pohybu v drážce neměla dosednout pod působením zámku tvrdě na horní hranu drážky lůžka, protože může dojít k velmi podstatnému zvýšení hodnot normálových sil vlivem zvýšeného tření.

Snímky X 167 - X 172, tabulka str. 175.

Na těchto snímcích je provedeno měření s jehlou A, která po měření v normálním stavu byla nakroucena spodní část jehly do-prava, t. j. ve směru nájezdu kolénka jehly na zámek a poté do-leva, t. j. proti směru nájezdu kolénka na zámek. Z vyčíslených hodnot měření je jasné patrný vliv

Neupravené jehly mající se sádek na sádek.

Jehla	1. měření		2. měření		3. měření		Prům. hod. $\bar{N}_1/p/$
	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	
1	X 151	1 000	X 152	1 000	X 153	980	993
2	X 151	1 490	X 152	1 490	X 153	1 500	1 493
3	X 151	1 750	X 152	1 800	X 153	1 710	1 753
4	X 151	2 030	X 152	1 950	X 153	2 040	2 007

Čtyři jehly mající se sádek na sádek. Druhá jehla
je podbroušená.

Jehla	1. měření		2. měření		3. měření		Prům. hod. $\bar{N}_1/p/$
	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	
1	X 154	980	X 155	920	X 156	930	943
2	X 154	930	X 155	940	X 156	920	930
3	X 154	1 870	X 155	1 800	X 156	1 780	1 817
4	X 154	1 980	X 155	1 970	X 156	1 990	1 967

Podbroušené jehly mající se sádek na sádek.

Jehla	1. měření		2. měření		3. měření		Prům. hod. $\bar{N}_1/p/$
	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	
1	X 157	800	X 158	700	X 159	790	763
2	X 157	1 040	X 158	1 030	X 159	1 020	1 030
3	X 157	1 500	X 158	1 510	X 159	1 520	1 510
4	X 157	1 700	X 158	1 820	X 159	1 840	1 787

Talířová jehla neupravená, nepředprušená, která se v drážce pohybuje naprosto volně.

sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	$\bar{N}_1/p/$	$\bar{N}_3/p/$
X 161	2 030	X 162	1 960	X 163	2 030	2 007	290

Talířová jehla neupravená, předprušená, která se v drážce pohybuje s normální tuhostí.

sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	$\bar{N}_1/p/$	$\bar{N}_3/p/$
X 164	1 180	X 165	1 190	X 166	1 130	1 167	230

Jehla A.

Libovolně zvolená talířová jehla, předprušená, s normální tuhostí pohybu v drážce.

sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	$\bar{N}_1/p/$	$\bar{N}_3/p/$
X 167	1 360	X 168	1 480	X 169	1 460	1 433	190

Jehla A.

V jehly bylo zrušeno předprušení. V drážce se pohybovala úplně volně. Stvol byl nakroucen doleva.

sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	$\bar{N}_1/p/$	$\bar{N}_3/p/$
X 170	2 100	X 171	2 050	X 172	2 020	2 037	60

Jehla A.

Jehla je opět předprušená. V drážce se pohybuje s normální tuhostí. Stvol byl nakroucen doprava.

sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	$\bar{N}_1/p/$	$\bar{N}_3/p/$
X 173	1 160	X 174	1 160	X 175	1 200	1 173	130

torzního předpružení jehly, kterým se může dosáhnout podstatného snížení rázové síly.

Snímky X 176 - X 184, tabulky str. 177.

Stejně měření jako s jehlou A bylo provedeno s jehlou B, která však je na rozdíl od jehly A v oblasti kolénka podbroušená. Jehla je tedy upravena, jak nakroucením stvolu, tak jeho podbroušením v oblasti kolénka. Z hodnot tabulek je zřejmé, že torzní předpružení stvolů jehly má své opodstatnění i u jehel podbroušených. Shrňme-li tedy předchozí výsledky, může tatáž jehla dosáhnout hodnoty rázové síly $N_1 = 2\ 000\ p$ a když je náležitě upravena hodnota $N_1 = 700\ p$, což představuje rozdíl 65 %. A to za předpokladu, že odpor jehly při ustáleném pohybu je vcelku stejný.

Snímky X 185 - X 190, tabulky str. 177.

Při tomto měření se sledovalo, jaký vliv má na rázovou sílu místo ohnutí jehly pro její předpružení v drážce lůžka. Měření bylo provedeno s jehlou C, která byla v oblasti kolénka podbroušena. Z hodnot tabulek a snímků vyplývá, že předpružení jehly v místě kolénka má sice za následek snížení rázové síly, avšak jehla takto předpružená velmi odsedává od zámku. Naproti tomu jehla, která byla předpružena na kořenu jehly, tedy v místě obvyklém, měla hodnotu síly prvního rázu vyšší, avšak její pohyb po zámku je mnohem klidnější. Proto bych nedoporučoval předpružovat jehlu v místě kolénka, ale v místě podbroušení na kořenu jehly.

7.3 Stručný závěr z kapitoly 7.0.

Pro snížení hodnoty prvního rázu kolénka jehly na zámek je možné použít jak odpružené zámkové hrany, tak odpružené jehly v místě kolénka. Odpružování jehel v místě kolénka se však z praktického hlediska jeví mnohem výhodnější. Celkem jednoduchými úpravami lze dosáhnout snížení hodnoty prvního rázu o 50 %. Velmi výhodné se jeví též torzní předpružování.

Jehla B.

Jehla podbroušená, předprušená, s normální tuhostí pohybu
v drážce. Její stvol byl kroucen.

sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	$\bar{N}_1/p/$	$\bar{N}_2/p/$
X 176	920	X 177	900	X 178	900	907	210

Jehla B.

Jehla podbroušená, předprušená, s normální tuhostí pohybu
v drážce. Její stvol byl kroucen doleva.

sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	$\bar{N}_1/p/$	$\bar{N}_2/p/$
X 179	930	X 180	910	X 181	920	920	200

Jehla B.

Jehla podbroušená, předprušená, s normální tuhostí pohybu
v drážce. Její stvol byl kroucen doprava.

sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	$\bar{N}_1/p/$	$\bar{N}_2/p/$
X 182	680	X 183	690	X 184	690	687	210

Jehla C.

Jehla podbroušená, předprušená, s normální tuhostí pohybu
v drážce. Předprušení bylo provedeno v místě podbroušení
na patě jehly.

sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	$\bar{N}_1/p/$	$\bar{N}_2/p/$
X 185	810	X 186	800	X 187	810	807	250

Jehla C.

Jehla podbroušená, předprušená, s normální tuhostí pohybu
v drážce. Předprušení provedeno v místě podbroušeného kolínka.

sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	sním.	$N_1/p/$	$\bar{N}_1/p/$	$\bar{N}_2/p/$
X 188	640	X 189	650	X 190	660	650	200

jehel, které je z uvedených úprav nejjednodušší a přitom
přináší značné zlepšení v silových poměrech namáhání jehly.

Provádět předpružování jehel v místě kolénka u jehel
podbroušených se jeví nevýhodné, protože takto upravené
jehly mají po prvním rázu velmi nekličný chod.

8.0. Namáhání příze při pletení.

V předešlých kapitolách jsem se hlavně zabýval pohybem jehel a silovým stykem mezi kolénkem jehly a zámek. I když tato tematika úzce souvisí s tvorbou očka a tedy i namáháním příze, musí být novými metodami podrobně prozkoumán i cyklus tvarování příze do kliček a oček. Vlivy, které bezprostředně ovlivňují namáhání příze, lze rozdělit do tří skupin.

1) Do první skupiny zařadíme vlivy, které jsou způsobené vlastní technologií přetvarování příze v očko. Způsob výroby očka na jazyčkové jehle je na všech pletacích strojích v podstatě stejný, t. j. uzavření, zachyt, nanešení, odhoz a zatažení, které určují naprosto nerovnoměrnou spotřebu příze. Mohou zde však nastat další odlišnosti ve způsobu zatahování, t. j. zatahování postupné nebo dělené. Dále je nutné počítat s vlivem napnutí pletadla k jehlám a s velikostí od tahu.

2) Do druhé skupiny je možné zařadit vlivy způsobené konstrukčním uspořádáním a tvarem jednotlivých součástí základního konstrukčního celku pletacích strojů, který se bezprostředně podílí na přetvarování příze v očko. Tyto vlivy pak ovlivňují jednotlivé fáze technologie tvorby očka z předcházejícího bodu. Patří sem např. různý tvar jehel, zámeků, lůžek, dělení stroje atd.

3) Do třetí skupiny pak zahrneme vlivy související s vlastností příze. Zde jsou hlavními faktory číslo příze, materiál, jeho povrchová úprava, tažnost, pružnost atd.

Z uvedeného rozboru je zřejmé, že podrobné prověření namáhání příze je úkol velmi obtížný a rozsáhlý. Navíc není zpracována žádná ověřená měřicí technika, která by dovolila jednoznačné zkoumání a měření napětí příze v místě jejího přetvarování v očko. V tomto místě je stále ve styku s přízí jedině jehla. Tudíž jedinou schůdnou cestou se zdá být způsob sledování silového působení příze na jehlu a z ní pak pomocí teoretických závislostí přejít k výpočtu

namáhání příze v jednotlivých fázích tvorby očka. Vzhledem k tomu, že máme ověřenou metodu ke zkoumání silových poměrů na jehle, zdá se tato cesta být řešitelnou. Je ovšem otázka, zda-li působení příze na jehlu nebude tak malé, že silový průběh normálové síly mezi kolénkem jehly a zámkem ovlivní natolik, aby odečtené hodnoty byly jednoznačné.

Pro ověření bylo provedeno měření s jehlou pracující naprázdno a toutéž jehlou, která plete. Měření bylo provedeno na interlokovém stroji průměru 18" a dělení 20. Byla proměřována krátká válcová jehla v činnosti se stahovačem. Použitý stahovač připevněný na snímači měl přesný tvar dráhy originálu stahovače použitého na interloku. Jen radius válce na něm nebyl proveden a tím mezera mezi zámkem a jehelním válcem nebyla ve všech bodech zátku stejná. Pro ověřovací měření nám však tento zámek plně dostačuje. Jeho fotografie je uvedena na obr. 1.

Dva otvory sloužily pro připevnění zátku ke snímači. Obvodová rychlost jehelního válce byla při měření $v = 0,4$ m/s.

Interlock byl pro měření zvolen proto, že bylo velmi snadné vyjmout část krátkých válcových jehel před měřenou a za měřenou jehlou z válce, aniž se vyloučila možnost dalšího pletení na interloku. Tím mohla na stahovač naježdět jediná jehla, která s okolními talířovými jehlami tvoří očko. Aby tato jehla mohla pracovat naprázdno, byl ji uražen háček a tím nezachycovala nit kladenou na ostatní jehly. Záznamy průběhu normálové síly a konečné diagramy jejího průběhu pro jehlu zatahující přízi a jehlu pracující naprázdno jsou uvedeny na str. 182 a 183. Cejch spolu s vlastním vyhodnocením je proveden na tabulce na str. 184. Protože způsob vyhodnocení je naprosto stejný, jako v případě vyhodnocování zámků s kružnicovými přechody (kapitola 6.0) není zde způsob vyhodnocování popisován.

Z hodnot uvedených diagramů je zřejmé, že silové působení příze na jehlu ve svislém směru je značné. Z rozdílu hodnot mezi jehlou pracující naprázdno a zatahující očko lze odčrtnout sílu, která je způsobena reakcí od vlast-



Obr. 1. - Zvětšeno 5 : 1

Diagram a oscilogram normálové síly N' pro jehlu,
která zatahuje naprázdno.

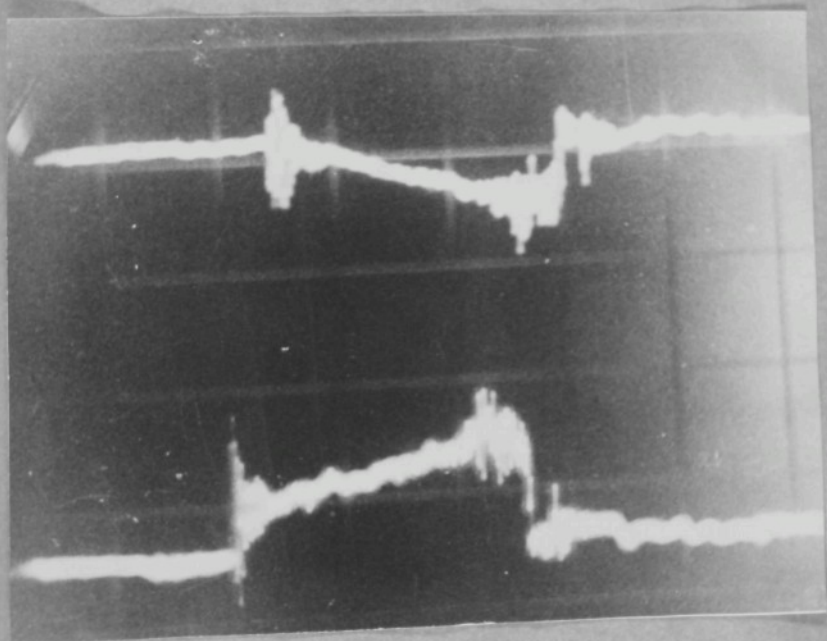
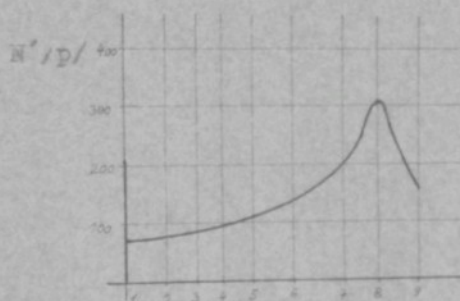
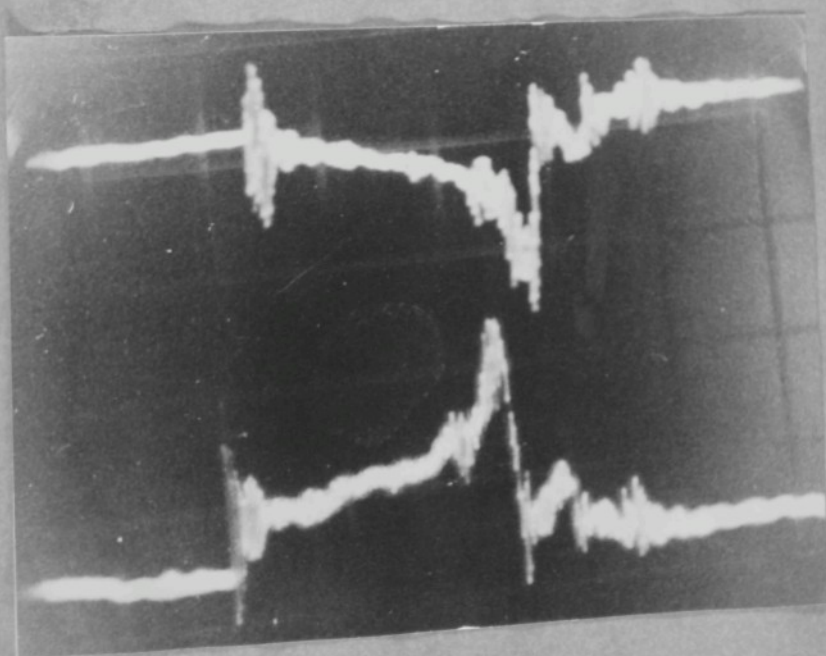
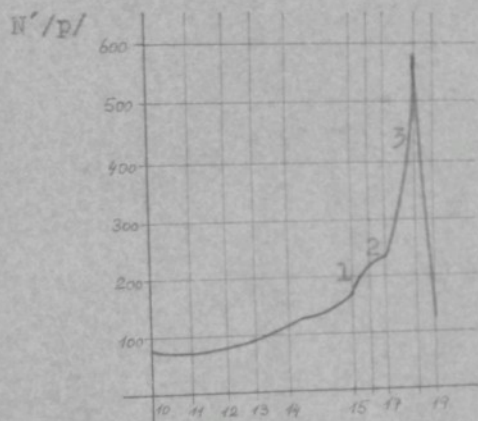
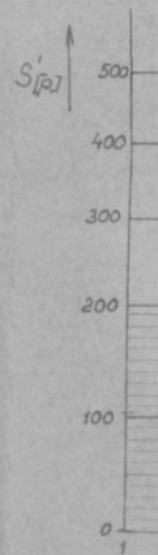
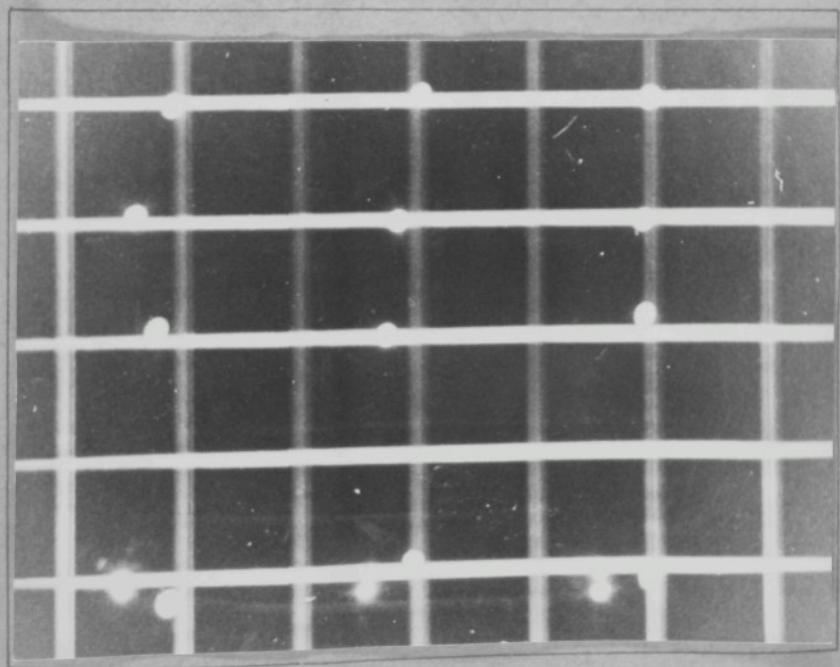
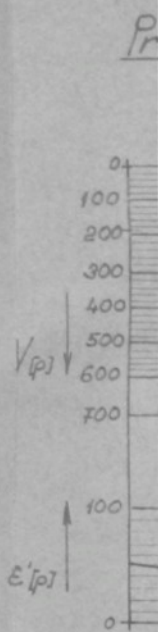
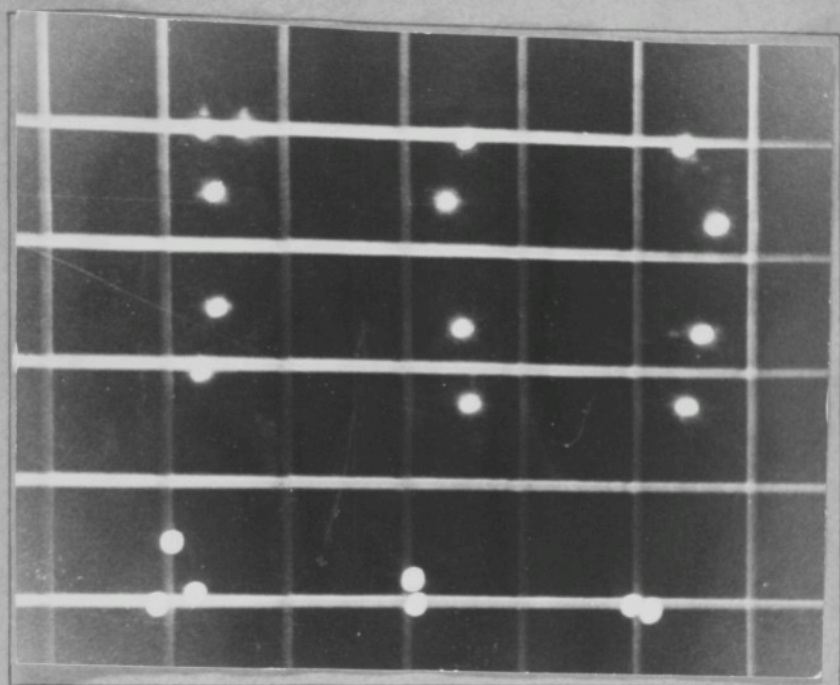


Diagram a oscilogram normálové síly N' pro jehlu,
 která zatahuje přízi.





ní příze. Protože jsou geometrické vztahy příze při zatahování na pletacích strojích teoreticky podrobně zpracovány v kandidátské práci inž. Žida (viz literatura č. 11), je možné svislou reakci příze na jehlu teoreticky přepočítat na skutečné namáhání průřezu příze.

Z diagramu pro jehlu, která zatahuje přízi, je vidět, že se v jeho průběhu skutečně projevují charakteristické úseky odpovídající některým fázím tvarování příze v očku. Prudký vzrůst v průběhu normálové síly v části -1- znamená zvýšené namáhání při nanášení starého očka na uzavřený jazýček jehly. Prodloužení v části -2- vznikne při odhozu a u části -3-, kde je největší vzrůst normálové síly, dochází k zatahování, při kterém je příze namáhána v průběhu cyklu pletení očka na maximální hodnotu.

Výše uvedený způsob zjišťování namáhání příze však ještě vykazuje ve způsobu měřicí techniky určité nedostatky, které je nutné řešit.

1. Při popsaném způsobu zjišťování namáhání příze na interlokovém stroji byla skupina krátkých jehel před a za měřenou jehlou vyjmuta z lážka. Tím částečně porušujeme skutečné poměry při zatahování, protože měřená jehla je v součinnosti jen s talířovými jehlami a ne se sousecními krátkými jehlami válce, od kterých při konečném zatahování může přízi přetahovat.
2. Zůstává zde stále otázka, zda-li síla od příze působící ve svislém směru na jehlu není ve své absolutní hodnotě při záznamu zámkem snímače natolik zkreslována, že cejch provedený pro snímač ve svislém směru nepleti přesně pro stanovení skutečné hodnoty této síly z odečtených hodnot záznamu.
3. Další předpoklad pro jednoznačné hodnocení namáhané příze v pletacím procesu je sledování napětí příze těsně před vodičem, popřípadě zajištění známé konstantní dodávky příze k jehlám, aby jednotlivá měření bylo možné mezi sebou srovnávat. Z tohoto hlediska je pak nutné věnovat patřičnou pozornost též velikosti odtahu, jehož

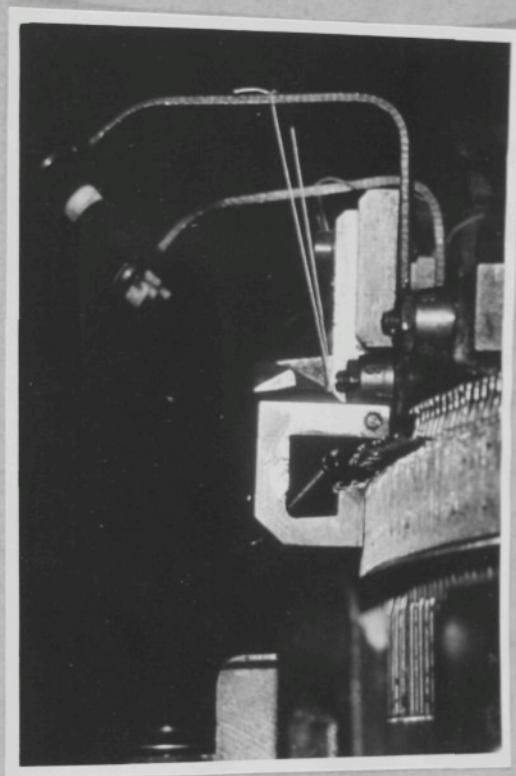
průměrná hodnota připadající na jednu jehlu by měla být uváděna.

Jaké je řešení výše uvedených bodů.

ad 1. Odstranit nedostatky, vyplývající z prvního bodu, je úkol velmi obtížný. Budeme-li však sledovat speciálně fázi zatahování, popřípadě vliv stahovače a cestrou nebo plochou spodní částí na namáhání příze, neobejdeme se bez řešení tohoto úkolu. Při podrobném rozboru problému zjistíme, že je řešitelný jen jedním způsobem ve dvou obměnách. Vždy musíme pracovat se dvěma shodnými stahovacími zámkami umístěnými buď za sebou nebo nad sebou. Jeden zámek bude zajišťovat stahování všech jehel kromě jehly měřené a druhý pak bude v činnosti jen s jehlou proměřovanou a bude upevněn na snímači. V případě uspořádání zámků za sebou budeme používat měřencu jehlu buď s nižším kolénkem nebo vyšším kolénkem, než u jehel základních. Při poloze zámků pod sebou je nutné používat jehlu s dvěma kolénky u strojů vícesystémového nebo dlouhou jehlu s jedním kolénkem pro stroje jednosystémové. Konstruktivní uspořádání a řešení však zůstane vždy velmi nákladné a složité.

Ad 2. Tímto problémem jsem se zabýval podrobněji, protože na něm závisí každé měření, které pro zjišťování namáhání příze v pletacím procesu bude využívat k měření pletací jehlu. Tento úkol řešil ve své diplomové práci A. Marhan (literatura č. 18) pod mým vedením. Podstata zkoušek spočívala v tom, že na háček jehly bylo zavěšeno očko, které bylo zatěžováno známou silou pružiny při stahování jehly stahovačem, upevněným na snímači. Hodnocení měření bylo provedeno tak, že se srovnávala odečtená hodnota se záznamů, t. j. rozdíl svislé složky normálové síly mezi kolénkem jehly a zámkem v případě prázdné jehly a jehly zatěžované silou pružiny se skutečnou hodnotou vyvozenou silou pružiny na očko zavěšené na háček jehly. Aby bylo

možné celé měření provádět za běhu stroje, bylo připevnění zatěžovací pružiny k jehelnímu válci provedeno podle obr. 2.



Obr. 2.

Přípravek, který je na obrázku, byl k jehelnímu válci přilepen za žebra drážek a upraven tak, aby prošel při otáčení stroje pod odklopenými vodiči. Závěr tohoto měření prokázal, že hodnoty zatěžovací síly pružiny byly v podstatě shodné s hodnotami, které byly naměřeny snímačem. Přesto však bude vhodné celé měření ještě jednou zopakovat na jiném stroji, aby se zjistilo, zda-li uvedený závěr platí zcela obecně.

Ad 3. Zajištění třetího bodu není v celku obtížné. Napětí příze před vodičem je možné měřit jak tensometrickým tak kapacitním snímačem zcela těsně konstrukce, protože se jedná jen o průměrnou hodnotu napětí. Zajištění plynulé dodávky příze není též problémem. Je to možné řešit např. způsobem, který ve své práci použil inž. Žid (literatura č. 11).

Závěrem této kapitoly bych chtěl říci, že zde opravdu neuvádím některé dosažené výsledky, které byly získány např. při proměřování vlastností příze na její namáhání v procesu zatahování. Nechtěl bych konstatovat kusé výsledky z celého komplexu současně probíhajícího výzkumu. Dosavadní vyhodnocené výsledky měly spíše za cíl ověřit metodu, aby se mohlo hned od počátku provádět výzkum celého problému na solidních základech. Všechna měření v souhrnu prokázala, že zjišťování namáhání příze přes jehlu je cesta vhodná, kterou lze s úspěchem použít. Jiná vhodná metoda není doposud známa.

S podrobným výzkumem problémů obsažených v této kapitole se počítá v letech 1970 a 1971. V tomto období jsem se zavázal VVÚ ZVS v Brně, že úkol dokončím, protože tento ústav financuje náklady spojené s výzkumem.

9.0 Závěr.

Srovnám-li nyní na závěr cíl kandidátské práce s dosaženými výsledky, mohu říci, že byl v podstatě splněn. Je pravda, že zde ještě nejsou uvedeny konečné závěry z namáhání příze. Je však již propracována a odzkoušena v této oblasti vhodná měřicí metoda a je nyní jen otázkou času získat všechny podstatné závislosti v namáhání příze, vyplývající ze tří bodů kapitoly předcházející. Rozsahem to sice představuje asi náplň této práce, vzhledem k tomu, že je v celku jasný cíl i způsob řešení, je možné během dvou let výzkum v hlavních bodech problému uzavřít.

Na závěr celé práce bych chtěl ještě jednou podotknout, že dosažené výsledky obsažené v této práci není možné zveřejňovat hlavně proto, že jsou předmětem několika patentů, které z dosažených výsledků vyplynuly.

Dále je převážná většina výsledků uvedených v práci duševním majetkem VVÚ ZVS Brno, který celý výzkum a převážně částí financoval, proto není možné bez jejich souhlasu přenechávat práci k prostudování třetím osobám, ani je s uvedenými výsledky seznamovat.

Seznam použité literatury:

- 1) Štěpán Timošenko - Kaitění ve strojnictví
SNTL, Praha 1960
- 2) Ing. Dr. Jaroslav Kožáňník - Dynamika strojů
SNTL, Praha 1958
- 3) Ing. Josef Šrejtr - Technická mechanika III. Dynamika
SNTL, Praha 1958
- 4) A. M. Turčin - Elektrické měření neelektrických veličin
SNTL, Praha 1958
- 5) J. Forejt - Kapacitní měřiče neelektrických veličin
SNTL, Praha 1963
- 6) Ing. Miloš Jansa CSc a kolektiv - Kinetika a dynamika
pohybu jehel
Výzkumná zpráva VÚZVS, Brno 1966
- 7) Prof. Ing. František Pompe, Ing. Vladimír Žid CSc
Funkční úhel zámkových částí pletacích strojů
Textilní strojírenství 1967/46 str. 201
- 8) Ing. Ludwig Heeg - Konstrukce zámkových dílů na maloprá-
měrových pletacích strojích LIC - RUB
Překlad uveden: Textilní strojírenství 1968/47 - 48 str. 1
- 9) D. E. Henshaw - Síly zátku při zátažném pletení
Textile Research J. 1968, č. 6, str. 592 - 598
- 10) C. A. V. Leaf a F. Blackman - Náraz pletacích jehel
na zásek
1968 Textile Research J. č. 6 str. 651 - 662
- 11) Ing. Vladimír Žid - Kandidátská práce - Sledování pleta-
cího procesu na pletacích strojích
VŠST Liberec 1965
- 12) Ing. J. Kopal, J. Pobřízlo - Experimentální hodnocení
sílových poměrů na soustavě jehla - zásek
Výzkumná zpráva VŠST Liberec 1968

- 13) Ing. J. Kopal, Ing. V. Žid ČSC, Jiří Pobřísl
Experimentální zjišťování rázu kolénka jehly na rámky
pletacích strojů
Textilní strojírenství 1968/49 - 50
- 14) Ing. J. Kopal, Jiří Pobřísl - Vyhodnocení zámkových
drah a kružnicových přechodů
Výzkumná zpráva VŠST Liberec 1968
- 15) Ing. J. Kopal, Jiří Pobřísl - Vliv pružnosti kolénka
jehly a pružnosti zámku na velikost prvního rázu. Sta-
novení velikosti odskoku kolénka jehly od zámků při
rázovém styku.
Výzkumná zpráva VŠST Liberec 1969
- 16) Ing. J. Kopal, Jiří Pobřísl - Vliv pružného uložení
jehel v oblasti kolénka v drážce talířového lážka
Výzkumná zpráva VŠST Liberec 1969
- 17) Ing. J. Kopal, Jiří Pobřísl - Vliv pružného uložení
funkční zámkové hrany na rázovou sílu. Řešení změny
polohy stahovače pro bezrázový nájezd kolénka jehly
na zámek
Výzkumná zpráva VŠST Liberec 1968
- 18) A. Kerhan - Zjišťování namáhání příze v procesu zata-
hování očka na okrouhlých pletacích strojích
Diplomová práce, VŠST 1969

Obsah:

1.0	Úvod	Str. 1
2.0	Cíl kandidátské práce a její zaměření vzhledem k dosavadním poznatkům	3
2.1	Zaměření práce pro obor pletářství	3
2.2	Vlastní vymezení práce	4
2.3.0	Přehled uveřejněných poznatků, zabývajících se blíže problematikou této kandidátské práce	6
2.3.1	Silové poměry na soustavě jehla - zámek - lůžko	6
2.3.2	Technologie přetvoření příze do jednotlivých klíčků a oček	7
3.0	Sledování základních závislostí soustavy: zámek - jehla - lůžko	9
3.1	Teoretický rozbor silových poměrů na technologické dvojici: zámek - jehla bez příze	9
3.2.0	Návrh snímací sondy pro měření	12
3.2.1	Výpočet citlivosti snímače	17
3.2.2	Výpočet průhybů měrné desky použitého snímače	18
3.2.3	Vlastní frekvence použitého snímače	20
3.2.4	Vliv chvění měřeného zařízení na snímač	25
3.2.5	Upevnění snímače při měření	25
3.2.6	Celkové zapojení snímače v měřicí aparatuře	26
3.2.7	Calchování měřicího zařízení	35
3.2.8	Experimentální posouzení kvality snímače	36
3.2.9	Vliv pájené nebo přitřecované funkční hrany zámku na přesnost měření	38

3.2.10	Vliv částečného průhybu desky na přesnost měření	40
3.2.11	Vliv změny teploty na přesnost měření kapacitního snímače	42
4.000	Experimentální hodnocení normálových sil mezi kolénkem jehly a zámek	44
4.1.0	Experimentální hodnocení normálových sil mezi kolénkem jehly a zámek na válcovém lážku. Jehla se pohybuje bez příze	46
4.1.1	Hodnocení prvního rázu kolénka jehly na zámek v závislosti na úhlu zámku při postavení zámku (snímače) jako zvedač	46
4.1.2	Hodnocení prvního rázu kolénka jehly na zámek v závislosti na úhlu zámku, při postavení zámku (snímače) jako stahovač	54
4.1.3	Hodnocení prvního rázu kolénka jehly na zámek v závislosti na otáčkách válce a postavení zámku (snímače) jako zvedač a stahovač	54
4.1.4	Hodnocení dalších rázových styků kolénka jehly s činnou hranou zámku	62
4.1.5	Hodnocení normálové síly N_j , t. j. při uklidnění pohybu kolénka jehly po zámku	66
4.1.6	Hodnocení velikosti normálových sil mezi kolénkem jehly a zámek u jedné jehly vzájemné do 50 ti drážek válcového lážka	68
4.1.7	Hodnocení velikosti normálových sil mezi kolénkem jehly a zámek na válcovém lážku pro různé jehly pracující v téže drážce lážka	61
4.2.0	Experimentální hodnocení normálových sil mezi kolénkem jehly a zámek na talířovém lážku. Jehla se pohybuje bez příze	93
4.2.1	Hodnocení prvního rázu kolénka jehly na zámek v závislosti na úhlu zámku a při postavení zámku jako zvedač a stahovač	93

4.2.2	Hodnocení rázové síly v závislosti na otáčkových talířích	97
4.2.3	Hodnocení průběhu normálové síly po prvním rázu	101
4.3	Celkové shrnutí výsledků kapitoly 4.0.0	110
5.0	Vliv drsnosti povrchu funkční hrany zátku na velikost normálové síly a hodnotu koeficientu tření mezi kolénkem jehly a zámkem	113
5.1	Hodnocení normálové a tangenciální síly při rázovém styku kolénka jehly se zámkem	117
5.2	Hodnocení normálové a tangenciální síly při ustáleném průběhu kolénka jehly po zátku	119
5.3	Závěr kapitoly 5.0	119
6.0	Hodnocení funkčních zámkových drah, tvořených přímkami a různými pracovními úhly, které jsou spojené kružnicovými přechody	121
6.1	Způsob provádění a hodnocení měření	130
6.2	Vlastní hodnocení měření	135
6.3	Závěry z kapitoly hodnocení funkčních zámkových drah tvořených přímkami a kružnicovými přechody	161
7.0	Vliv pružnosti jehly a zámkové funkční hrany na velikost prvního rázu kolénka jehly na zámkem	162
7.1	Pružné uložení části činné hrany zátku	163
7.2	Vliv pružného uložení jehel v oblasti kolénka na velikost prvního rázu	166
7.3	Stručný závěr z kapitoly 7.0	176
8.0	Namáhání příze při pletení	179
9.0	Závěr	189
	Seznam použité literatury	190

Seznam příloh.

Příloha I -

Výkresy č. : 1-01 - 1-11

2-01

3-01 - 3-11

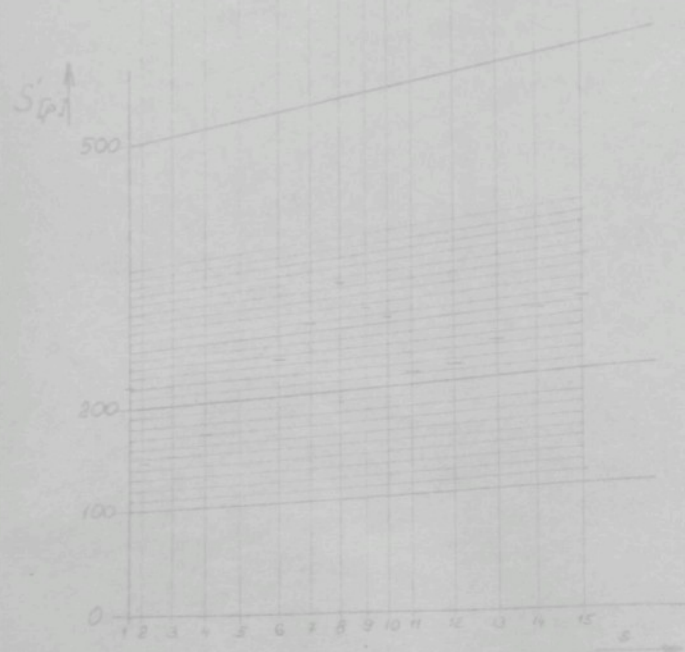
4-01

Příloha II -

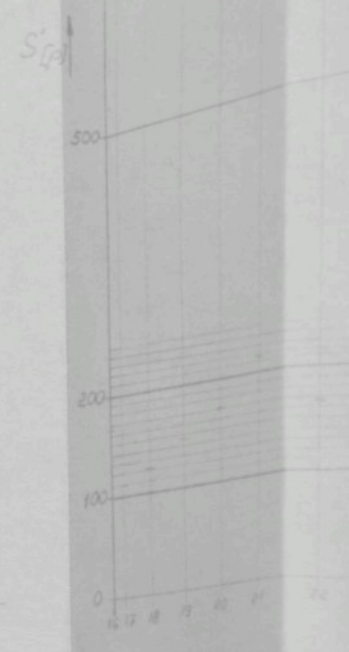
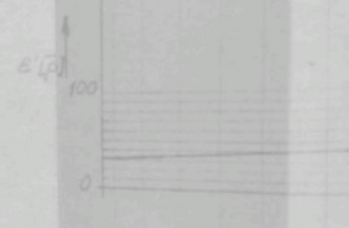
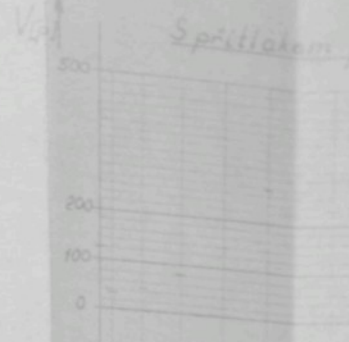
Snímky záznamů měření:

X 121 až X 190

u prillohem drou pružim



Sprittlohem



Vyhodnocení ZÁMKU č. I.

č.	V [p]	E' [p]	E [p]	$\frac{V-E}{100}$	S' [p]	S [p]	S ²	V ²	S'+V ²	tg α'	α' [°]	N
1	235	30	6,0	14,1	222	207,9	43222,41	55225	98447,41	1,12035	48°30'	1
2	45	30	6,0	2,1	146	143,3	20534,89	2025	22559,29	0,81400	39°26'	2
3	50	31	6,2	3,1	150	146,9	21579,61	2500	24079,61	0,34022	18°48'	3
4	70	32	6,4	4,5	170	165,5	27390,25	4900	32290,25	0,46296	24°55'	4
5	110	35	7,0	7,7	200	192,3	36979,29	12100	49079,29	0,81208	39°44'	5
6	180	36	7,2	13,0	236	223,0	49729,-	32400	56129,00	0,80119	38°30'	6
7	280	38	7,6	21,3	268	246,7	60860,89	78400	139260,89	1,18449	48°33'	7
8	420	39	7,8	32,8	305	272,2	74092,84	176400	250492,84	1,34296	57°03'	8
9	370	40	8,0	29,6	278	248,4	61702,56	136900	198602,56	1,47953	56°01'	9
10	355	40	8,0	28,4	268	239,6	57402,16	126025	183427,16	1,48164	55°39'	10
11	310	40	8,0	24,8	212	187,2	35043,84	96100	121143,84	1,53598	58°32'	11
12	330	41	8,2	27,1	216	188,9	35683,21	108900	144583,21	1,74696	60°12'	12
13	350	42	8,4	29,4	234	204,6	41861,16	122500	164361,16	1,71065	59°41'	13
14	360	44	8,8	31,7	259	227,3	51665,29	129600	181265,29	1,58381	57°44'	14
15	345	46	9,2	31,7	264	232,3	53963,29	119025	172988,29	1,48515	56°03'	15

č.	V [p]	E' [p]	E [p]	$\frac{V-E}{100}$	S' [p]	S [p]	S ²	V ²	S'+V ²	tg α'	α' [°]	N
16	120	30	6,0	7,2	166	158,8	25211,44	14400	39617,44	0,35367	31°05'	16
17	35	31	6,2	2,2	110	107,8	11620,84	1225	12845,84	0,32468	17°59'	17
18	45	32	6,4	2,9	121	118,1	13947,61	2025	15972,61	0,38103	20°42'	18
19	85	35	7,0	6,0	147	141,0	19881,-	7225	27106,00	0,40284	31°35'	19
20	140	38	7,6	10,6	170	159,4	25402,36	19600	45002,36	0,81229	41°18'	20
21	275	39	7,8	21,5	216	194,5	37830,25	75625	113455,25	1,41388	54°44'	21
22	230	40	8,0	18,4	167	148,6	22081,96	52900	74981,96	1,54778	51°08'	22
23	245	41	8,2	20,1	178	157,9	24932,41	60025	84957,41	1,53161	52°18'	23
24	225	42	8,4	18,9	162	143,1	20477,61	50625	71102,61	1,57223	57°31'	24
25	240	43	8,6	20,6	178	157,4	24774,76	57600	82374,76	1,52488	56°44'	25
26	235	44	8,8	20,7	169	148,3	21982,39	55225	77217,39	1,58463	57°48'	26
27	245	45	9,0	22,1	180	157,9	24932,41	60025	84957,41	1,53161	51°18'	27
28	240	46	9,2	22,1	184	161,9	26211,61	57600	83811,61	1,48240	56°	28
29	220	47	9,4	20,7	166	145,3	21122,09	48400	69522,09	1,51411	55°39'	29

Vyhodnocení

ZÁMKU č II.

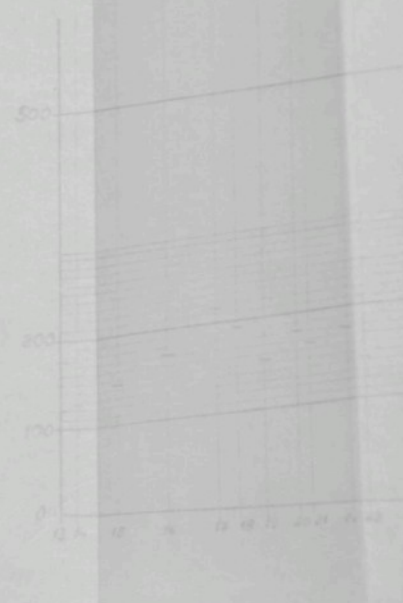
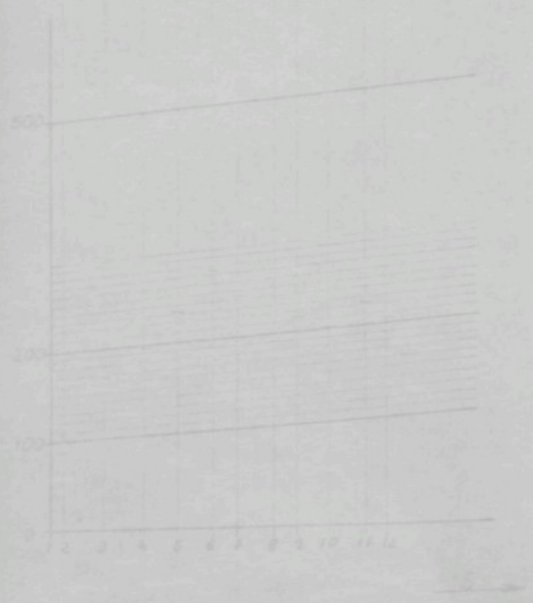
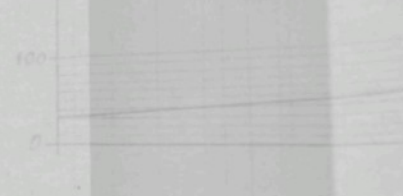
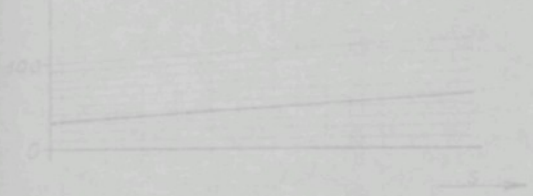
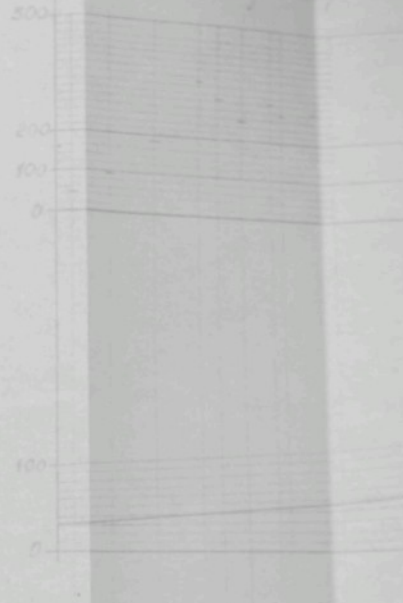
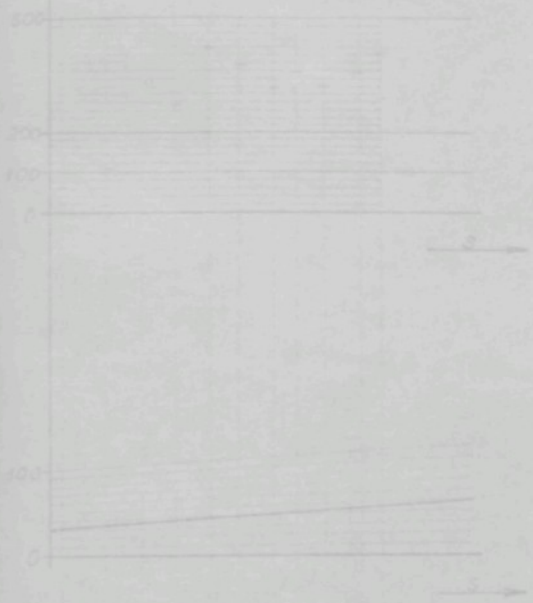
V [p]	ϵ' [p]	ϵ [p]	$\frac{V \cdot \epsilon}{100}$	S' [p]	S [p]	S^2	V^2	$S^2 + V^2$	$\lg a'$	$\alpha' [^\circ]$	$N' [p]$
20	40	8,0	1,6	150	148,4	22 022,56	400	22 422,56	0,13474	7° 41'	149,7
25	40	8,0	2,0	152	150,0	22 300,00	625	23 125,00	0,16667	9° 22'	152,1
40	41	8,2	3,3	178	174,7	30 820,09	1600	32 420,09	0,22294	12° 54'	177,7
55	42	8,4	4,6	180	175,4	30 765,16	3025	33 790,16	0,31357	17° 25'	183,8
80	43	8,6	6,9	211	204,1	41 636,81	6400	48 036,81	0,39176	21° 04'	212,2
100	43	8,6	8,6	218	207,4	43 018,36	10000	53 848,36	0,47735	25° 32'	212,1
115	44	8,8	10,1	214	203,9	41 515,21	13225	54 800,21	0,56400	28° 23'	214,1
165	45	9,0	14,9	241	226,1	51 121,21	27225	78 346,21	0,72377	36° 01'	272,3
255	46	9,2	23,5	266	242,5	58 806,25	65025	123 831,25	1,08155	44° 16'	331,7
245	46	9,2	22,5	237	214,5	46 010,25	60025	106 035,25	1,14219	48° 48'	325,6
300	47	9,4	28,2	256	227,8	51 878,84	90000	141 878,84	1,31624	52° 47'	376,2
275	47	9,4	25,9	225	199,1	39 640,81	75 625	115 265,81	1,32128	54° 06'	339,8
280	48	9,6	26,9	228	201,1	40 441,21	78 400	118 841,21	1,33834	54° 19'	344,7
270	48	9,6	25,9	216	190,1	36 138,01	72 800	108 938,01	1,42031	53° 51'	330,2
270	49	9,8	26,5	222	195,5	38 220,25	72 800	111 120,25	1,33107	54° 06'	332,3
260	49	9,8	25,5	231	205,5	42 230,25	67 600	109 830,25	1,26521	57° 41'	331,4

V [p]	ϵ' [p]	ϵ [p]	$\frac{V \cdot \epsilon}{100}$	S' [p]	S [p]	S^2	V^2	$S^2 + V^2$	$\lg a'$	$\alpha' [^\circ]$	$N' [p]$
15	40	8,0	1,2	118	116,8	13 642,24	225	13 867,24	0,12842	7° 19'	117,0
20	40	8,0	1,6	120	118,4	14 018,56	400	14 418,56	0,16892	9° 35'	120,0
40	41	8,2	3,3	137	133,7	17 875,69	1600	19 475,69	0,22912	16° 49'	140,0
75	42	8,4	6,3	149	142,7	20 363,29	5625	25 988,29	0,52537	24° 44'	161,2
165	45	9,0	14,9	186	172,0	29 584,00	24025	53 609,00	0,90116	42° 01'	235,0
145	45	9,0	13,1	178	164,9	27 192,01	21025	48 217,01	0,81932	42° 1	212,6
205	46	9,2	18,9	202	181,1	32 825,61	42025	75 550,61	1,11961	48° 14'	275,0
200	47	9,4	18,8	182	163,2	26 634,24	40000	66 634,24	1,01579	50° 47'	250,1
240	48	9,6	23,0	202	179,0	32 041,00	57600	89 641,00	1,34078	53° 12'	239,4
240	48	9,6	23,1	183	161,3	26 211,61	48400	74 611,61	1,33986	53° 39'	213,2
220	48	9,6	21,1	179,0	179,0	32 041,00	53225	85 266,00	1,31224	51° 42'	225,4
235	49	9,8	23,0	202	179,0	32 041,00	46225	78 266,00	1,40303	52° 30'	211,0
215	49	9,8	21,1	186	163,0	26 225,00	42400	68 625,00	1,21951	50° 39'	204,5
220	49	9,8	21,6	202	180,4	32 544,16	42400	74 944,16	1,37551	52° 39'	211,0

prilohem moč prične

$V(p)$

prilohem goste prične

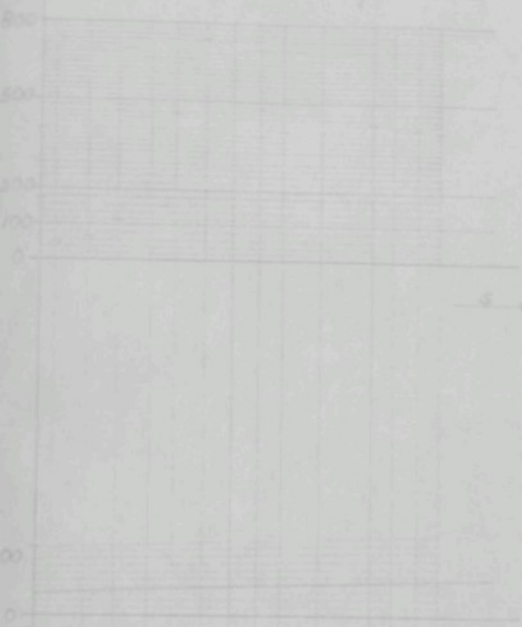


Vyhodnocení ZÁMKU č. III.

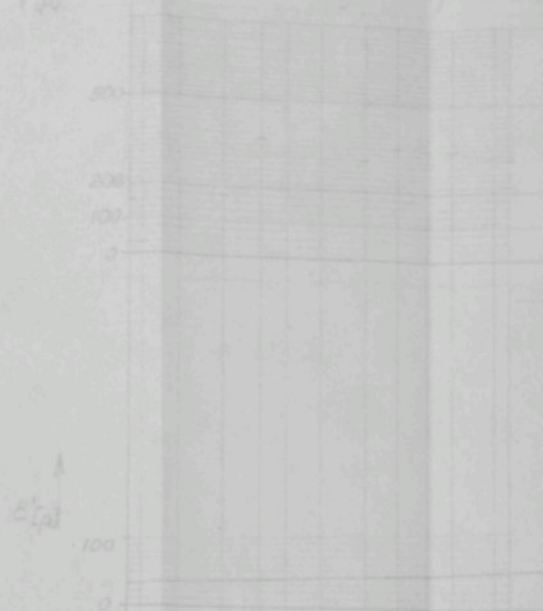
ω	$\varepsilon' [\rho]$	$\varepsilon [\rho]$	$\frac{V \cdot \varepsilon}{100}$	$S' [\rho]$	$S [\rho]$	S^2	V^2	$S^2 + V^2$	$4\alpha'$	$\alpha' [^\circ]$	$N' [\rho]$
31	6,2	10,2	122	177,8	31 412,84	27 225	58 637,84	0,92 201	42° 52'	242,6	
32	6,4	3,8	138	154,2	23 777,64	3 600	27 377,64	0,32 911	21° 16'	165,5	
34	6,8	7,1	162	160,9	25 888,81	41 025	36 913,81	0,63 258	33° 02'	192,1	
36	7,2	11,9	197	185,1	34 262,01	27 225	61 487,01	0,99 141	41° 43'	248,0	
37	7,4	20,4	232	211,6	44 774,56	75 625	120 399,56	1,24 962	52° 25'	347,0	
39	7,8	32,4	275	242,6	58 854,76	112 225	231 079,76	1,71 063	59° 41'	4 207	
40	8,0	30,0	243	213,0	45 369,00	140 625	185 994,00	1,40 56	60° 24'	419,6	
41	8,2	25,2	190	164,2	26 961,64	93 225	120 186,64	1,21 239	52° 28'	438,0	
42	8,4	29,8	214	184,2	33 929,64	126 025	159 954,64	1,52 222	62° 33'	397,9	
43	8,6	21,5	201	173,5	30 102,25	102 400	132 502,25	1,24 432	61° 32'	364,0	
44	8,8	31,2	222	190,2	36 404,64	126 025	162 429,64	1,26 035	61° 45'	463,0	
45	9,0	26,1	205	172,9	32 005,21	81 100	113 105,21	1,62 102	53° 20'	340,7	

ω	$\varepsilon' [\rho]$	$\varepsilon [\rho]$	$\frac{V \cdot \varepsilon}{100}$	$S' [\rho]$	$S [\rho]$	S^2	V^2	$S^2 + V^2$	$4\alpha'$	$\alpha' [^\circ]$	$N' [\rho]$
31	6,2	9,6	112	162,4	26 359,36	24 025	52 384,36	0,92 043	43° 38'	228,2	
32	6,4	2,9	127	124,1	15 400,81	2 025	17 425,81	0,26 261	19° 56'	132,2	
35	7,0	6,7	145	132,3	19 126,89	9 025	28 151,77	0,62 691	34° 29'	167,8	
38	7,6	13,7	172	158,3	25 058,89	32 400	57 458,89	1,13 202	48° 40'	232,2	
40	8,0	28,0	215	187,0	34 969,00	122 500	157 469,00	1,27 166	61° 53'	396,2	
41	8,2	25,0	193	162,0	26 244,00	93 025	121 247,00	1,21 548	61° 09'	273,2	
42	8,4	21,4	154	132,6	17 582,76	65 025	82 607,76	1,23 028	62° 30'	287,4	
43	8,6	26,2	181	154,8	23 963,04	93 025	116 988,04	1,90 228	63° 05'	342,0	
44	8,8	24,2	167	142,2	20 316,84	75 625	95 941,84	1,24 877	62° 23'	309,9	
45	9,0	25,1	172	152,3	23 195,29	81 225	104 420,29	1,27 131	61° 52'	323,1	
46	9,2	21,2	143	121,8	14 835,24	52 900	67 735,24	1,22 234	62° 06'	260,2	

3 prílákem železná pružina



3 prílákem železná pružina

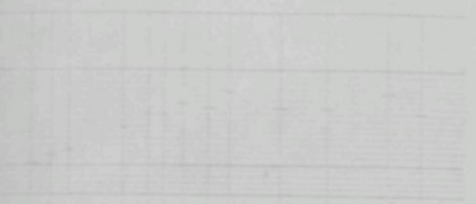


hodnocení ZÁMKU č. IV.

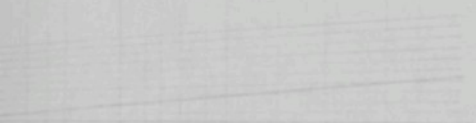
E [m]	E [m]	$V \cdot E$ 100	S' [m]	S [m]	S^2	V^2	$S^2 \cdot V^2$	$4 \cdot \alpha'$	α' [m]	N [m]
31	6,2	109	186	125,1	30 680,01	30 688	81 288,01	0,33243	44° 29'	211,6
32	6,4	112	185	161,8	26 179,24	2 500	65 648,24	0,30702	17° 10'	169,3
34	6,8	119	179	174,2	30 345,64	4 900	150 684,64	0,50184	21° 54'	181,7
35	7,0	121	211	202,6	41 046,76	14 900	83 248,76	0,87210	30° 38'	245,3
37	7,4	118	266	248,2	61 603,24	57 600	115 203,24	0,96398	44° 02'	341,3
38	7,6	116	318	283,4	80 315,56	807 025	287 340,56	1,05301	50° 00'	336,0
39	7,8	117	411	353,3	124 820,89	572 600	692 400,89	1,05634	64° 02'	270,0
40	8,0	115	347	300,6	90 360,36	336 400	426 360,36	1,32242	60° 36'	653,3
40	8,0	115	274	256,0	65 536,00	225 600	271 161,00	1,28244	61° 41'	330,6
40	8,0	115	244	212,0	44 944,00	160 000	204 244,00	1,22473	60° 05'	482,7
41	8,2	113	246	214,0	45 796,00	152 100	172 276,00	1,22243	61° 15'	444,9
42	8,4	111	268	232,3	53 963,29	120 965	224 877,29	1,22353	61° 00'	424,3
43	8,6	109	245	209,3	43 806,49	172 215	210 031,49	1,22288	60° 04'	456,2
44	8,8	107	231	195,4	38 181,16	164 045	202 206,16	1,22267	64° 05'	448,2
44	8,8	107	240	204,8	41 945,04	160 000	201 345,04	1,25313	62° 03'	449,4

E' [m]	E [m]	$V \cdot E$ 100	S' [m]	S [m]	S^2	V^2	$S^2 \cdot V^2$	$4 \cdot \alpha'$	α' [m]	N [m]
31	6,2	9,9	155	145,1	21 054,01	25 600	46 654,01	1,10142	57° 12'	216,0
33	6,6	2,6	120	117,4	13 782,76	1 600	16 382,76	0,34072	10° 49'	124,0
35	6,8	5,4	145	139,6	19 488,16	6 400	85 888,16	0,51307	20° 49'	160,3
38	7,6	13,7	181	167,3	27 989,29	32 400	60 389,29	1,07531	47° 6'	245,2
39	7,8	28,5	254	225,5	50 850,25	133 225	184 075,25	1,61863	50° 10'	429,0
40	8,0	37,6	284	246,4	60 712,96	220 900	281 618,96	1,30847	60° 20'	530,7
40	8,0	32,8	255	222,2	49 376,24	158 100	214 478,24	1,24518	61° 21'	466,8
41	8,2	24,1	192	167,8	28 156,84	87 025	115 184,84	1,25803	60° 00'	339,4
42	8,4	29,0	211	182,0	33 124,00	119 025	152 148,00	1,29560	62° 11'	390,0
43	8,6	29,2	201	171,2	29 315,24	115 600	145 115,24	1,27905	60° 10'	381,0
44	8,8	29,5	216	186,5	34 782,25	112 225	147 001,25	1,29625	60° 04'	382,4
45	9,0	21,9	180	152,1	23 134,41	96 100	119 234,41	1,01813	63° 52'	345,1
45	9,0	21,5	190	162,5	26 406,25	93 025	119 431,25	1,04332	61° 57'	345,6

prítlakem dvoch prútů



$\vec{S}$



$\vec{S}$

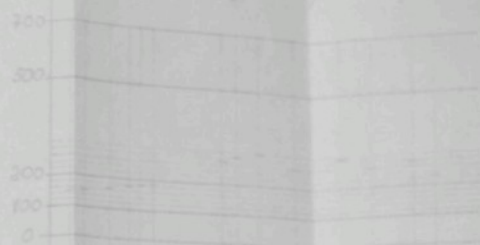


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

$\vec{S}$

$\sqrt{P}$

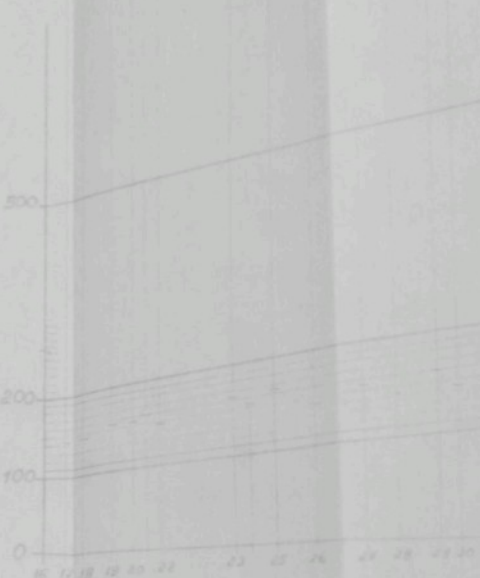
prítlakem jedného prútu



$\vec{S}$



$\vec{S}$



16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Vyhodnocení ZÁMKU č. V.

$V [p]$	$E' [p]$	$E [p]$	$\frac{V \cdot E}{100}$	$S' [p]$	$S [p]$	S^2	V^2	$S^2 + V^2$	$\lg d'$	$d' [m]$	$N [p]$
790	7	1,4	11,1	295	283,9	80599,21	624 100	104 699,21	2,18267	10° 16'	239,5
190	9	1,8	3,4	200	196,6	38 651,56	36 100	74 751,56	0,36643	44° 01'	232,4
205	11	2,2	4,5	230	225,5	50 850,25	42 025	92 875,25	0,90202	42° 16'	304,8
225	13	2,6	5,9	231	225,1	50 670,01	50 625	101 295,01	0,93950	44° 52'	310,2
245	15	3,0	7,4	247	239,6	57 408,16	60 025	117 433,16	1,02234	46° 18'	367,7
320	20	4,0	12,8	244	231,2	53 453,44	102 400	155 853,44	1,18109	54° 02'	394,0
360	21	4,2	15,1	261	245,9	60 466,81	129 600	190 066,81	1,46401	55° 40'	436,0
355	24	4,8	17,0	238	221,0	48 841,00	125 025	173 866,00	1,40683	58° 06'	412,2
390	26	5,2	20,3	245	224,7	50 490,09	152 100	202 590,09	1,23565	60° 03'	460,7
380	28	5,6	21,3	211	189,7	35 986,09	144 400	180 386,09	2,00316	63° 22'	404,7
430	29	5,8	24,9	227	202,1	40 844,41	184 900	225 744,41	2,12166	64° 50'	425,1
380	32	6,4	24,3	207	182,7	33 379,29	144 400	177 779,29	2,01791	64° 19'	403,6
380	35	7,0	26,6	203	176,4	31 116,96	144 400	175 516,96	2,15420	65° 06'	410,9
425	40	8,0	34,0	222	194,0	37 636,00	180 625	218 261,00	2,19072	68° 12'	407,2
360	41	8,2	23,8	200	170,5	29 070,25	129 600	158 670,25	2,11144	64° 39'	392,7

$V [p]$	$E' [p]$	$E [p]$	$\frac{V \cdot E}{100}$	$S' [p]$	$S [p]$	S^2	V^2	$S^2 + V^2$	$\lg d'$	$d' [m]$	$N [p]$
770	7	1,4	10,8	265	254,2	64 617,64	592 900	657 517,64	2,02911	71° 44'	210,9
150	9	1,8	2,7	144	141,3	19 965,69	22 500	42 465,69	0,6157	46° 43'	206,1
155	11	2,2	3,4	145	141,6	20 050,56	24 025	44 075,56	1,00463	47° 28'	209,9
165	14	2,8	4,6	155	150,4	22 620,16	27 225	49 845,16	1,02707	47° 39'	223,3
175	16	3,2	5,6	154	148,4	22 022,56	30 625	52 647,56	1,17925	49° 42'	209,5
180	17	3,4	6,1	160	153,9	23 685,21	32 400	56 085,21	1,16359	49° 28'	236,0
185	19	3,8	7,0	148	141,0	19 881,00	34 225	54 106,00	1,31206	52° 41'	222,6
215	25	5,0	13,8	163	148,2	22 260,64	75 625	97 885,64	1,24316	61° 31'	312,9
285	26	5,2	14,8	154	139,2	19 376,64	81 225	100 601,64	2,04741	63° 58'	371,0
300	29	5,8	17,4	165	147,6	21 785,76	90 000	111 785,76	2,03252	63° 48'	304,7
300	32	6,4	16,6	143	126,4	15 976,96	67 600	83 576,96	2,08596	64° 04'	299,1
260	32	6,4	16,6	143	126,4	15 976,96	67 600	83 576,96	2,08596	64° 04'	299,1
290	35	7,0	20,3	155	134,7	18 144,09	84 100	102 244,09	2,15283	65° 06'	317,8
260	38	7,6	13,8	143	123,2	15 178,24	75 625	90 803,24	2,11039	64° 32'	297,1
275	40	8,0	22,0	160	132,0	17 424,00	84 625	102 049,00	2,13215	63° 21'	309,7
230	42	8,4	19,3	144	124,7	15 550,09	52 900	68 450,09	2,04443	61° 32'	281,8

S přilákem dvou pružin

$V_{(p)}$



S

$V_{(p)}$



S

$V_{(p)}$



3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

S

S přilákem jedné pružiny

1500

1000

500

0

100

0

500

200

100

0

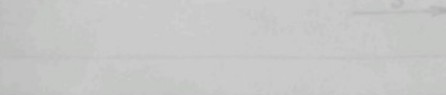
15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

yhodnoceni ZÁMKU č. II.

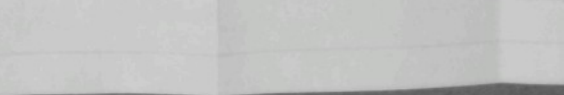
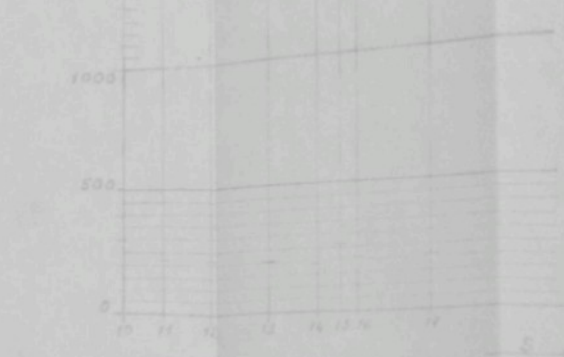
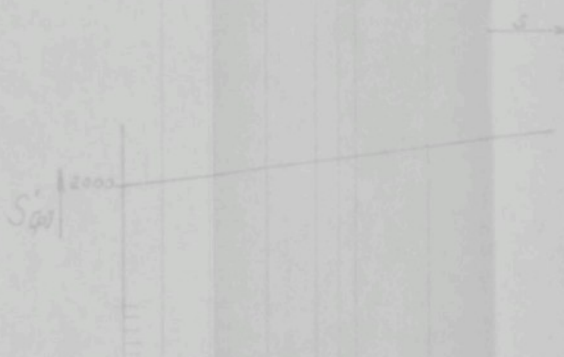
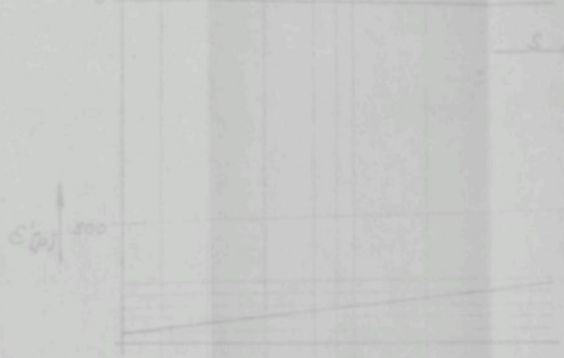
ρ	$\varepsilon'(\rho)$	$\varepsilon(\rho)$	$\frac{V \cdot \varepsilon}{100}$	$S'(\rho)$	$S(\rho)$	S^2	V^2	$S^2 \cdot V^2$	$\alpha'(\rho)$	$\alpha(\rho)$	$N(\rho)$
30	34	23	28,3	336	301,7	74 679,29	1 512 900	1 107 573,29	13° 41'	14° 52'	1 452,0
40	38	25	4,0	180	176,0	30 976,00	256 000	65 346,00	23° 16'	23° 3'	1 37,3
50	41	27	5,9	122	122,6	33 342,76	400 000	73 340,76	28° 36'	29° 1'	1 20,1
65	43	33	8,1	200	191,9	36 825,61	600 025	96 230,61	31° 56'	31° 2'	311,2
70	52	35	11,3	253	241,1	58 129,21	1 156 000	113 229,21	34° 42'	35° 2'	416,2
75	55	37	21,1	320	292,9	85 741,21	1 284 900	414 241,21	37° 00'	37° 30'	543,8
80	60	40	22,0	300	272,0	74 244,00	3 024 800	2 282 124,00	38° 31'	39° 1'	616,2
70	62	41	19,3	260	241,1	57 228,49	2 209 800	2 122 236,49	38° 53'	39° 0'	570,0
75	62	45	11,2	195	177,2	31 399,84	126 025	127 424,84	39° 10'	40° 0'	432,9
80	72	42	12,1	215	195,3	38 142,09	168 100	204 141,09	39° 32'	40° 3'	434,1
85	73	51	12,1	190	170,9	29 206,81	140 625	163 231,81	39° 30'	40° 3'	412,1
90	81	54	20,3	204	183,1	33 445,69	140 625	174 310,69	40° 31'	41° 3'	417,6
95	82	52	22,1	212	187,9	35 266,01	140 625	176 501,01	40° 31'	41° 3'	420,2
90	90	60	12,6	193	174,4	30 415,36	36 100	126 210,36	41° 30'	42° 30'	350,2

ρ	$\varepsilon'(\rho)$	$\varepsilon(\rho)$	$\frac{V \cdot \varepsilon}{100}$	$S'(\rho)$	$S(\rho)$	S^2	V^2	$S^2 \cdot V^2$	$\alpha'(\rho)$	$\alpha(\rho)$	$N(\rho)$
38	2,5	30,5	313	282,5	79 806,25	1 482 400	1 568 206,25	16° 32'	17° 12'	1 282,3	
40	2,7	3,0	132	135,0	18 225,00	12 100	30 325,00	19° 10'	19° 48'	124,1	
50	3,3	6,6	147	140,4	19 712,16	40 000	27 712,16	54° 36'	55° 40'	244,4	
59	3,9	17,4	223	205,6	42 271,36	122 025	140 296,36	65° 10'	66° 16'	440,0	
64	4,3	17,2	200	182,8	33 415,84	160 000	193 345,84	65° 25'	66° 16'	420,2	
70	4,7	15,0	158	143,0	20 449,00	102 400	122 241,00	65° 33'	66° 16'	350,2	
74	4,9	16,2	162	145,8	21 257,64	102 400	130 161,64	66° 10'	67° 16'	360,2	
79	5,4	18,0	155	137,0	18 769,00	113 600	124 362,00	67° 03'	68° 16'	366,6	
85	5,7	12,2	172	159,2	25 344,64	102 400	124 244,64	67° 15'	68° 16'	366,6	
89	5,9	17,1	156	138,9	19 293,21	84 100	103 293,21	67° 14'	68° 16'	321,5	
91	6,1	18,3	152	139,7	19 516,09	80 000	103 316,09	67° 12'	68° 16'	310,9	

Sprítlakem dvoju pružin



Sprítlakem jedné pružiny

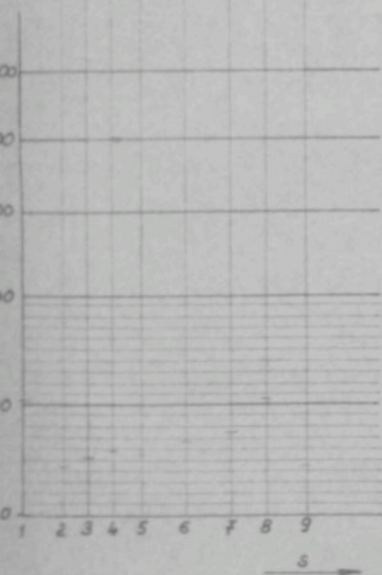
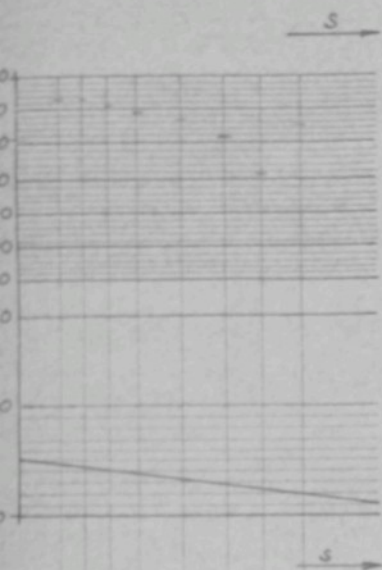


odnocení ZÁMKU č. VII.

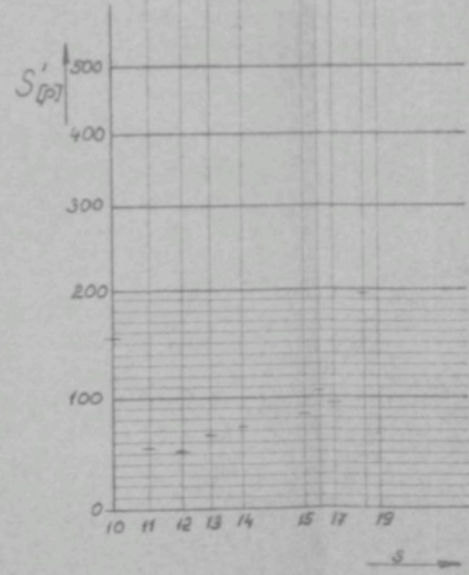
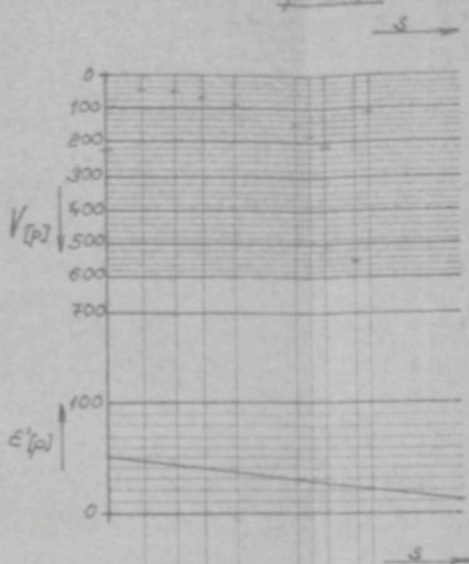
β	$\varepsilon(\%)$	$\frac{V \cdot \varepsilon}{100}$	$S'(\rho)$	$S(\rho)$	S^2	V^2	$S' + V^2$	$\lg \alpha'$	$\alpha'(\rho)$	$N'(\rho)$
0	1,2	41,2	1325	1223,3	1646 852,29	6002 500	7642 352,29	1,10914	62° 41'	2 765,2
1	2,0	8,0	280	272,0	73 204,00	162 000	223 984,00	1,41 019	53° 52'	403,2
2	2,7	11,6	310	298,4	89 042,56	184 200	273 242,56	1,44 102	53° 16'	512,4
3	3,3	14,5	310	295,5	81 220,25	192 600	273 820,25	1,44 700	56° 02'	530,0
4	4,2	17,7	270	250,3	64 659,09	220 900	285 559,09	1,51 125	61° 42'	531,5
5	4,2	32,9	320	227,1	22 455,41	420 200	512 655,41	2,51 019	62° 41'	756,6
6	5,0	33,0	290	257,0	66 049,00	445 600	501 649,00	2,56 209	62° 23'	708,2
7	5,3	36,6	300	263,4	69 379,56	476 100	545 479,56	2,51 855	62° 06'	732,6
8	6,0	33,0	270	237,0	56 169,00	402 500	458 669,00	2,10 662	62° 41'	572,2

β	$\varepsilon(\%)$	$\frac{V \cdot \varepsilon}{100}$	$S'(\rho)$	$S(\rho)$	S^2	V^2	$S' + V^2$	$\lg \alpha'$	$\alpha'(\rho)$	$N'(\rho)$
9	1,7	39,1	1250	1210,9	1 466 218,81	5 220 000	6 686 218,81	1,01 761	62° 14'	4 599,2
10	2,0	5,0	220	215,0	46 225,00	62 500	108 725,00	1,16 229	42° 18'	329,2
11	2,3	5,2	220	214,2	45 881,64	62 500	108 381,64	1,16 773	42° 28'	329,2
12	3,3	7,9	200	192,1	36 802,41	57 600	94 402,41	1,24 235	37° 20'	302,4
13	4,2	16,0	190	174,0	30 276,00	144 400	174 676,00	1,18 321	58° 24'	419,2
14	4,7	26,3	250	233,1	54 515,61	313 600	368 115,61	2,49 623	61° 21'	606,2
15	5,0	26,0	210	124,0	33 856,00	220 400	254 256,00	2,82 609	70° 31'	551,6
16	5,8	24,9	210	185,1	34 262,01	184 900	219 162,01	2,32 307	68° 43'	462,1

Prázdná jehla



Jehla zatahující přízli



Vliv zatahování na normálovou sílu N'

č.	$V [p]$	$\epsilon' [p]$	$\epsilon [\%]$	$\frac{V \cdot \epsilon}{100}$	$S' [p]$	$S [p]$	S^2	V^2	$S^2 + V^2$	—	$N' [p]$
1	190	50	10,0	19,0	105	86,0	7396,00	36100	43496,00		208,6
2	70	46	9,2	6,4	45	38,6	1489,96	4900	6389,96		79,9
3	75	43	8,6	6,5	52	45,5	2070,25	5625	7695,25		87,7
4	80	40	8,0	7,2	58	50,8	2580,64	8100	10680,64		103,3
5	110	38	7,6	8,4	55	46,6	2171,56	12100	14271,56		119,5
6	130	32	6,4	8,3	67	58,7	3445,69	16900	20345,69		142,6
7	185	28	5,6	10,4	75	64,6	4173,16	34225	38398,16		196,0
8	290	23	4,6	13,3	105	91,7	8408,89	84100	92508,89		304,2
9	150	20	4,0	6,0	45	39,0	1521,00	22500	24021,00		185,0

č.	$V [p]$	$\epsilon' [p]$	$\epsilon [\%]$	$\frac{V \cdot \epsilon}{100}$	$S' [p]$	$S [p]$	S^2	V^2	$S^2 + V^2$	—	$N' [p]$
10	230	50	10,0	23,0	155	132,0	17424,00	52900	70324,00		265,2
11	50	46	9,2	4,6	55	50,4	2540,16	2500	5040,16		71,0
12	55	42	8,4	4,6	52	47,4	2246,76	3025	5271,76		72,6
13	70	40	8,0	5,6	67	61,4	3769,96	4900	8669,96		93,1
14	90	35	7,0	6,3	72	65,7	4316,49	8100	12416,49		111,4
15	150	29	5,8	8,7	85	76,3	5821,69	22500	28321,69		168,3
16	190	28	5,6	10,6	105	94,4	8911,36	36100	45011,36		212,2
17	210	26	5,2	10,9	95	84,1	7082,81	44100	51182,81		226,2
18	550	22	4,4	24,2	195	170,8	29172,64	302500	331672,64		575,9
19	110	20	4,0	4,4	68	63,6	4044,96	12100	16144,96		127,1

u 58/2. čas.

KANDIDÁTSKÁ PRÁCE

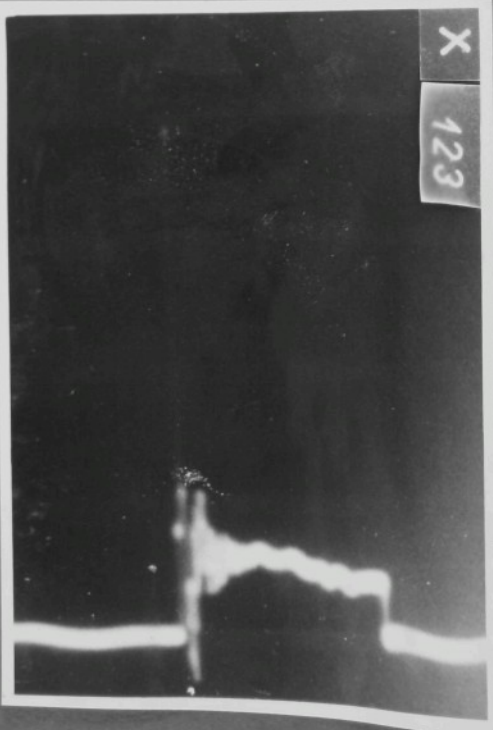
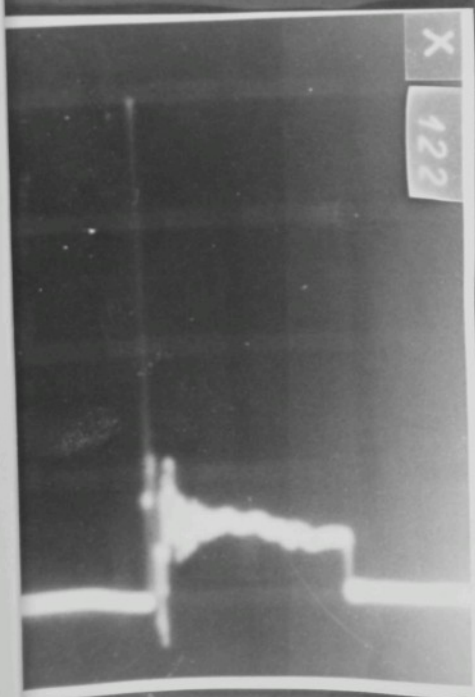
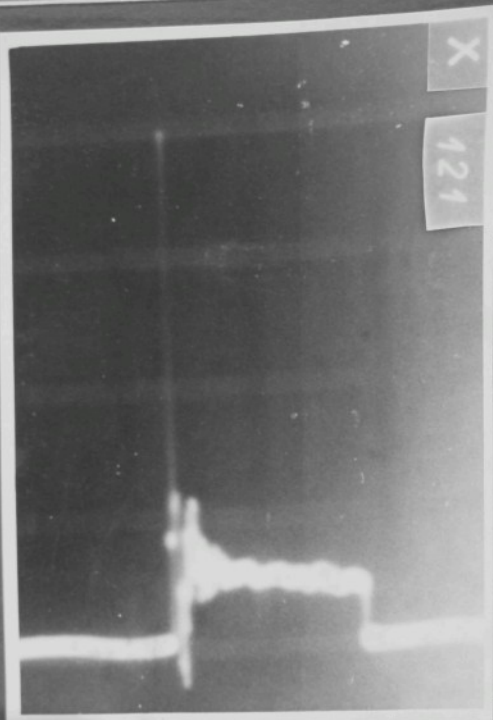
Příloha 1.

Příloha 2.

Talířová jehla neupravená

č.1.

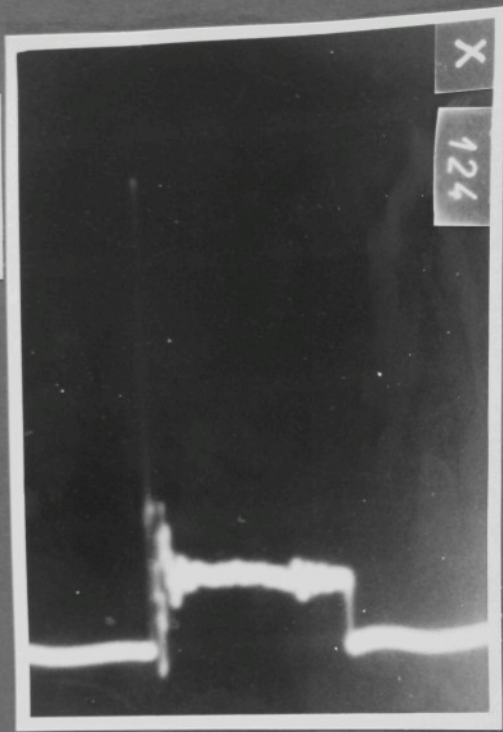
$\alpha = 50^\circ$, $v = 0,65$ m/s



Talířová jehla neupravená

č.2.

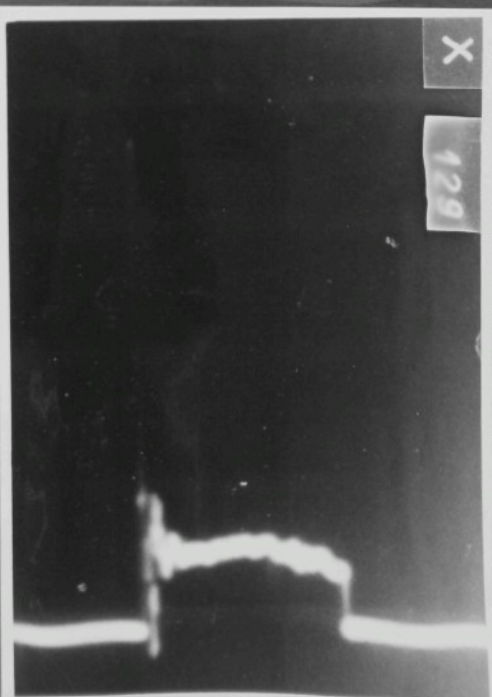
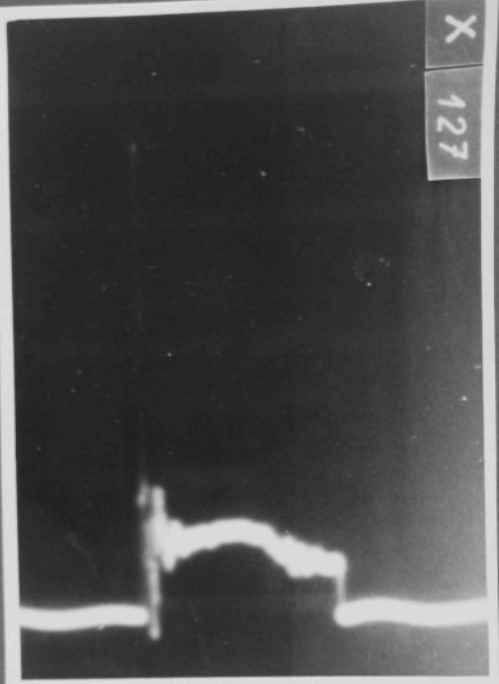
$\alpha = 50^\circ$, $v = 0,65 \text{ m/s}$



Talířová jehla neupravená

č.3.

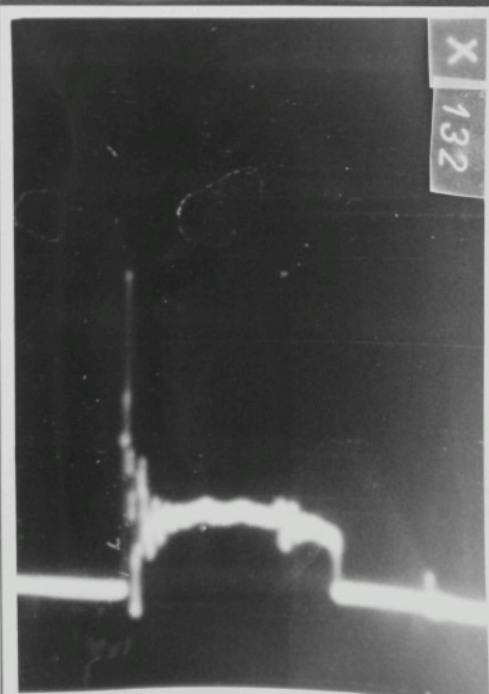
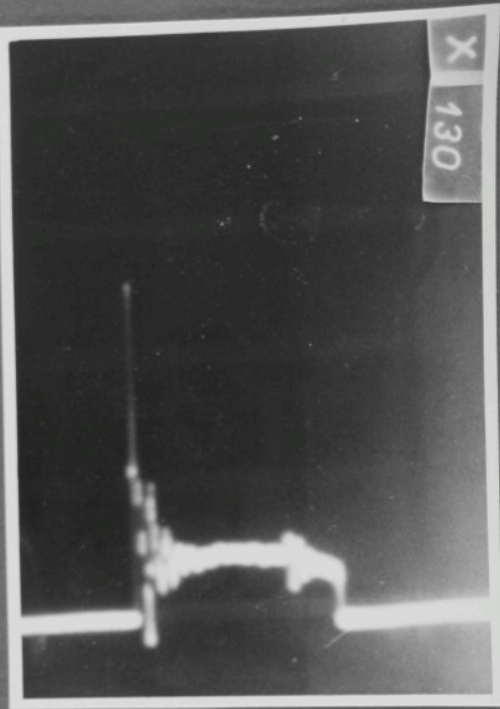
$\alpha = 50^\circ$, $v = 0,65$ m/s



Talířová jehla neupravená

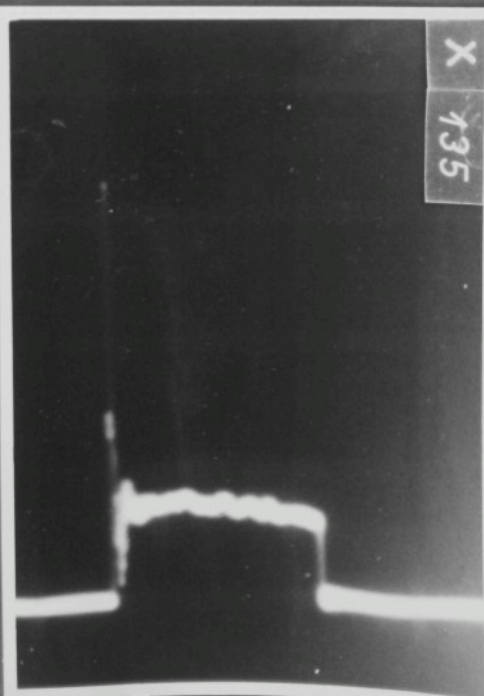
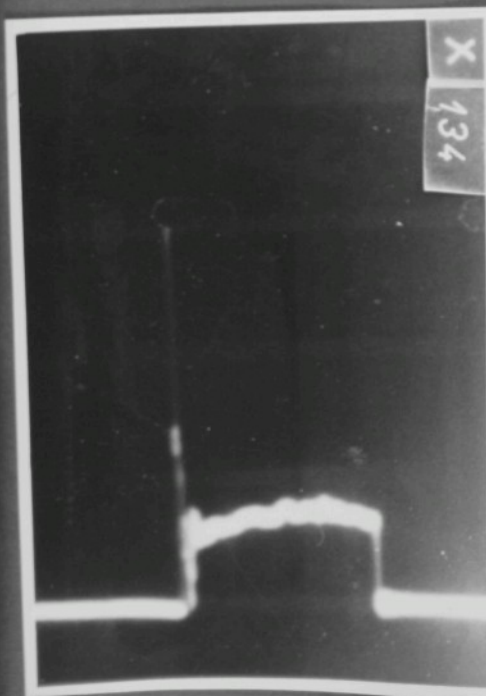
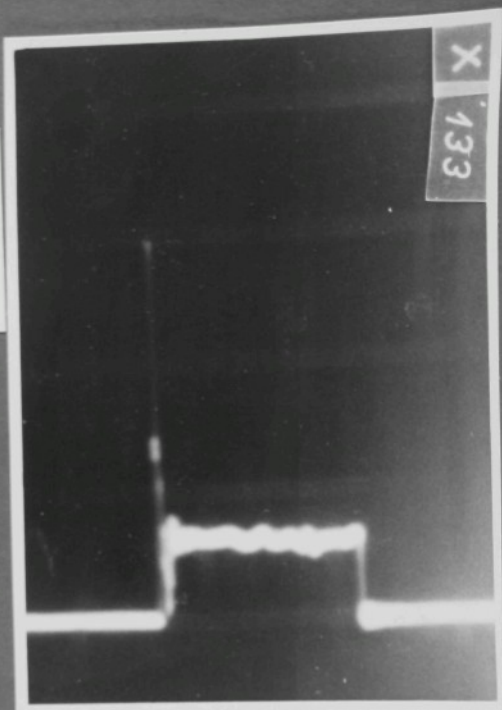
č.4.

$\alpha = 50^\circ$, $v = 0,65$ m/s



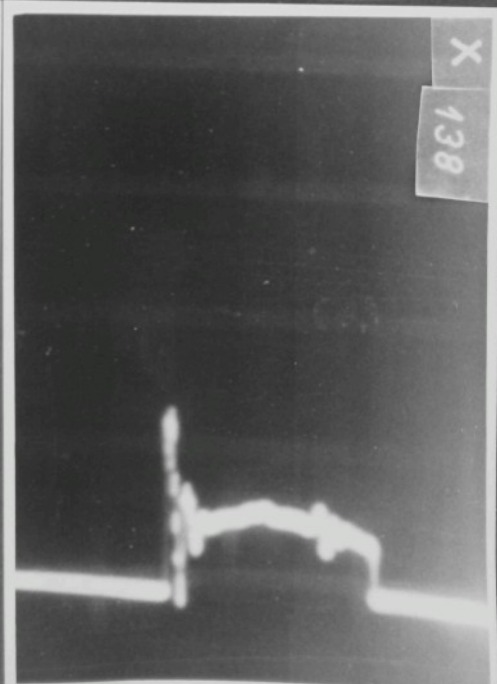
Talířová jehla neupravená
č. 5.

$\alpha = 50^\circ$, $v = 0,65$ m/s



Tsliřová jehla podbroušená
č.1.

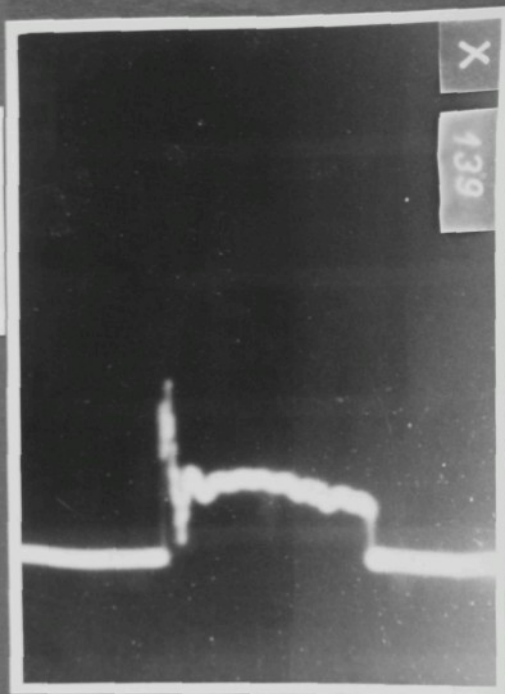
$\alpha = 50^\circ$, $v = 0,65$ m/s



Talířová jehla podbroušená

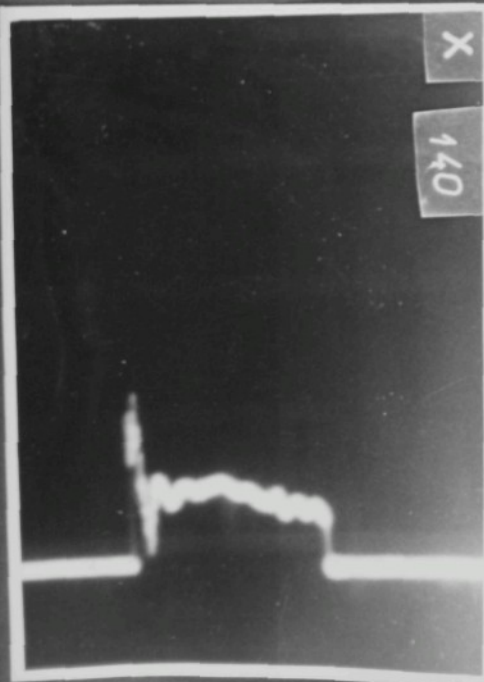
č. 2

$\alpha = 50^\circ$; $v = 0,65$ m/s



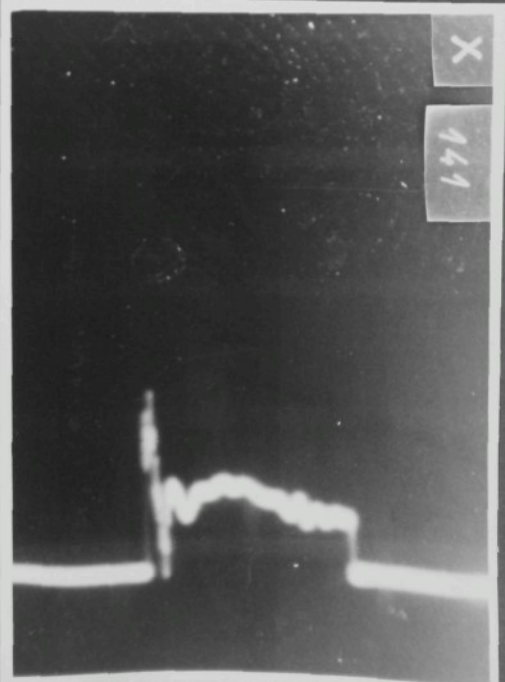
X

139



X

140



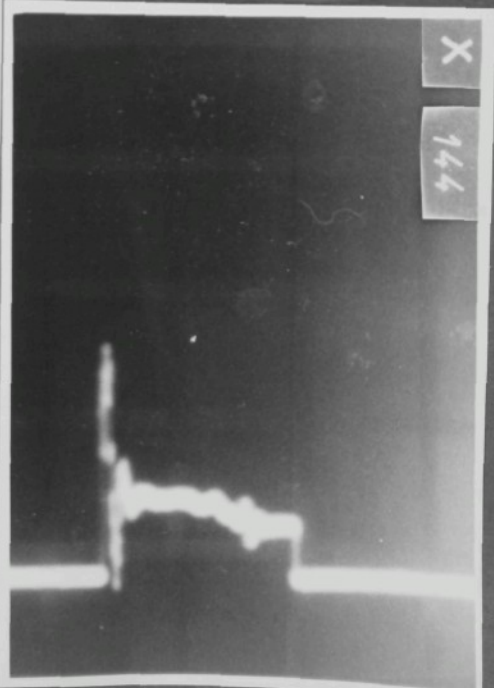
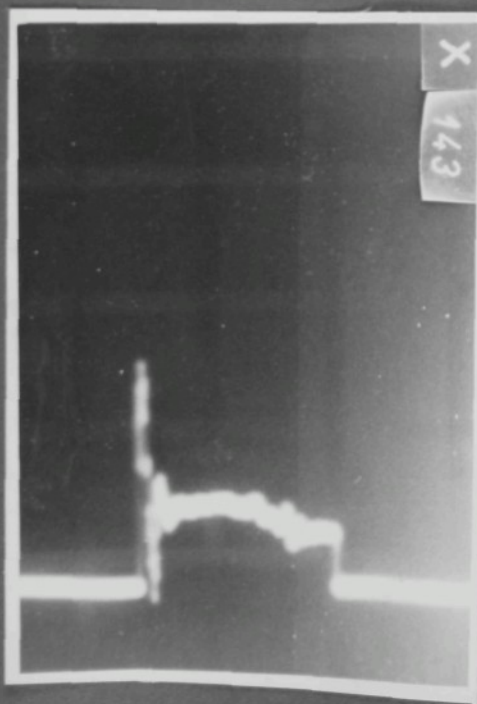
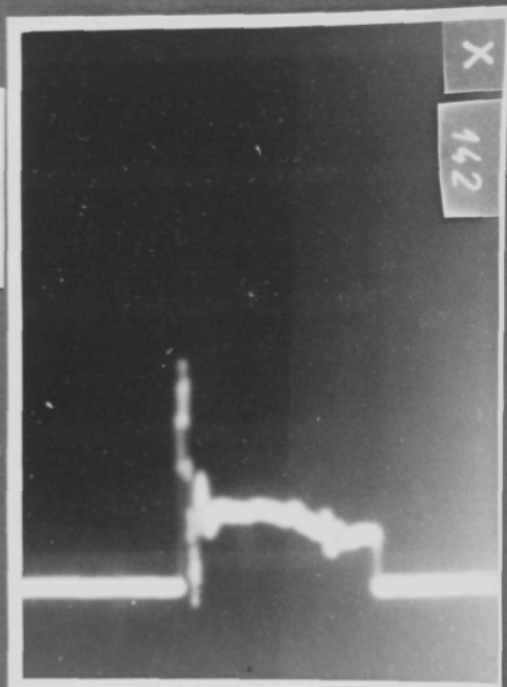
X

141

Talířová jehla podbroušená

č.3.

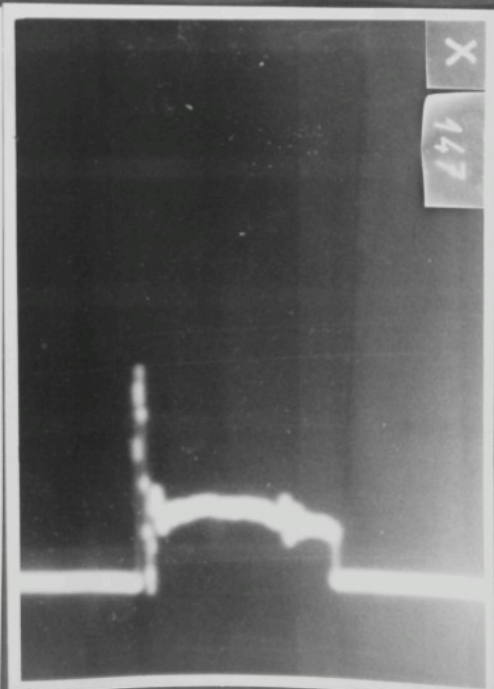
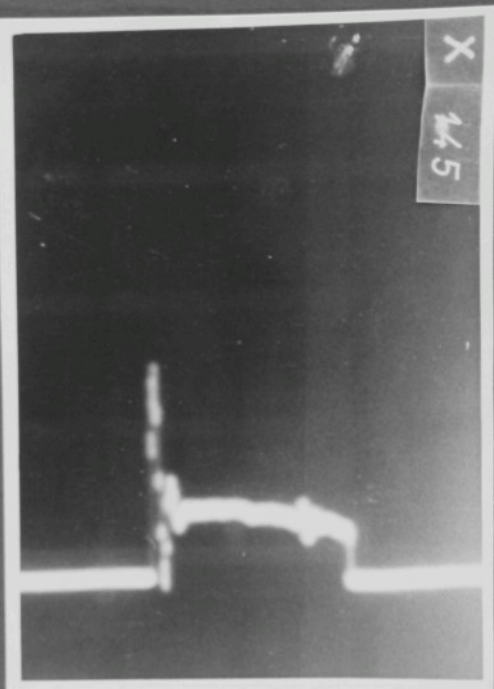
$\alpha = 50^\circ$ v = 0,65 m/s



Talířová jehla podbroušená

č.4.

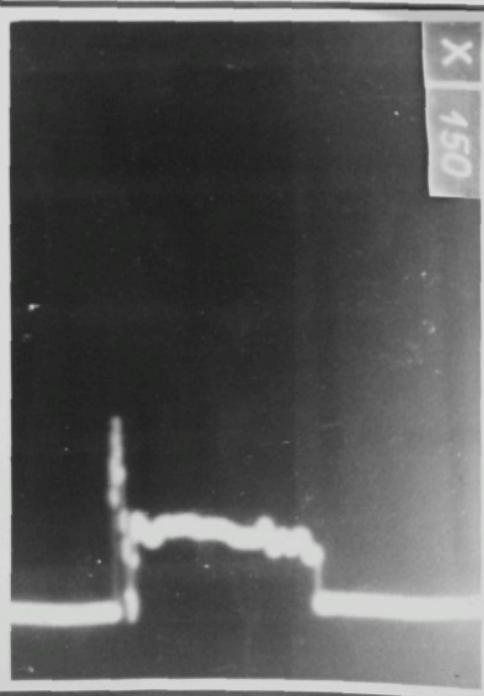
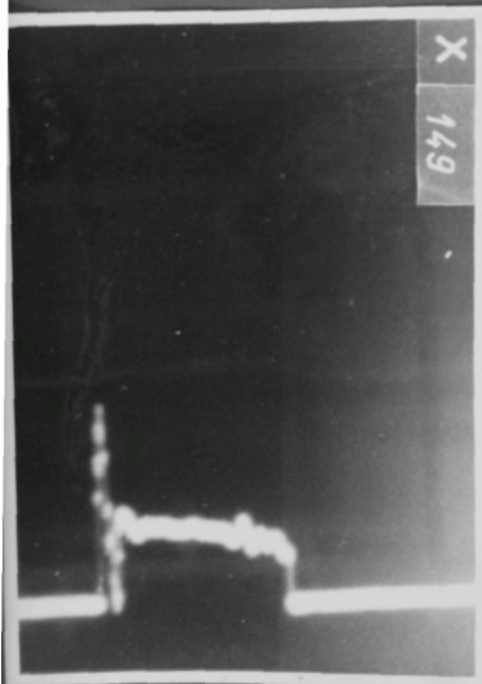
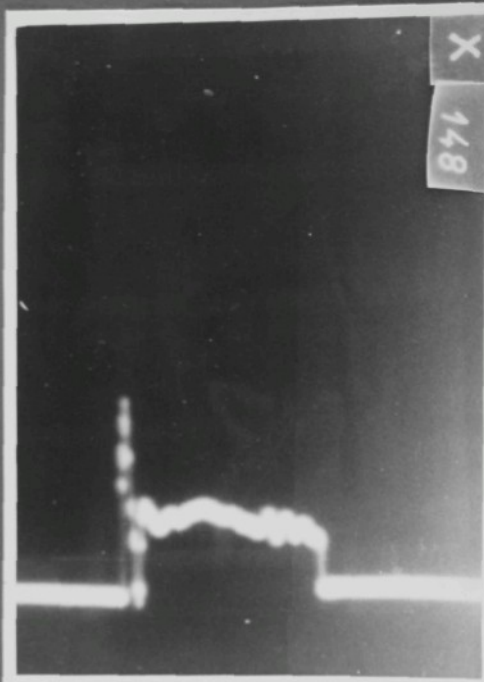
$\alpha = 50^\circ$ $v = 0,65 \text{ m/s}$



Talířová jehla podbroušená

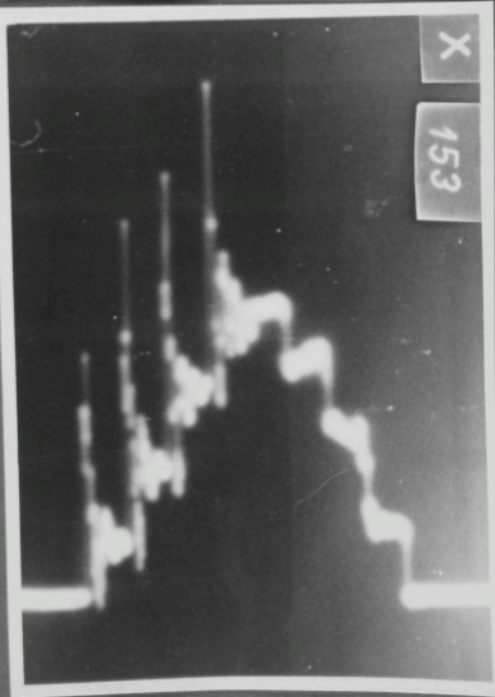
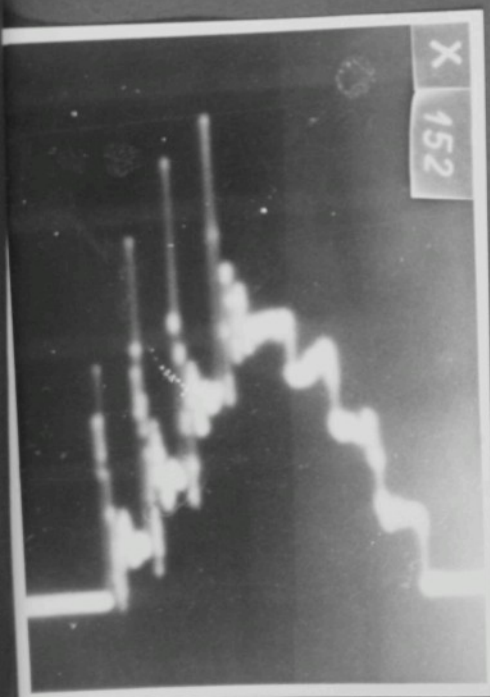
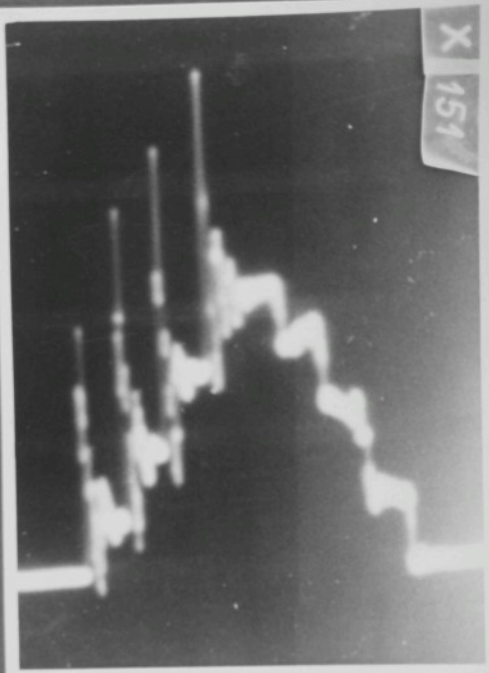
č.5.

$\alpha = 50^\circ$ v. 065 m/s



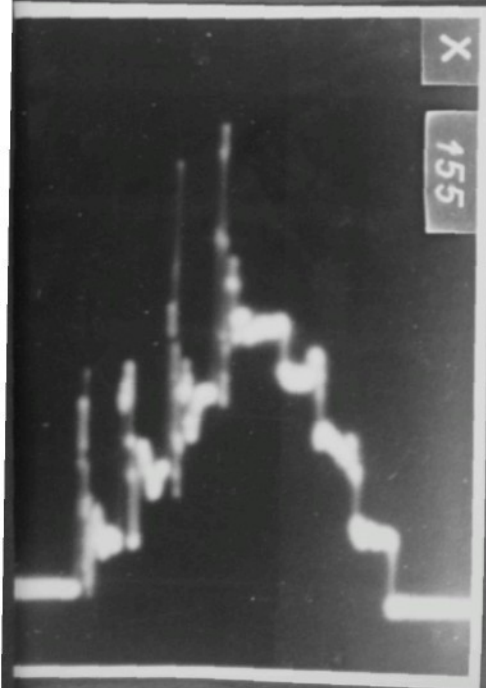
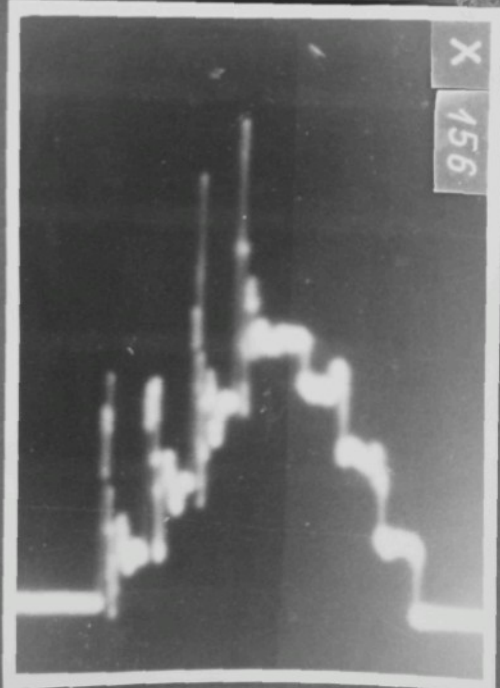
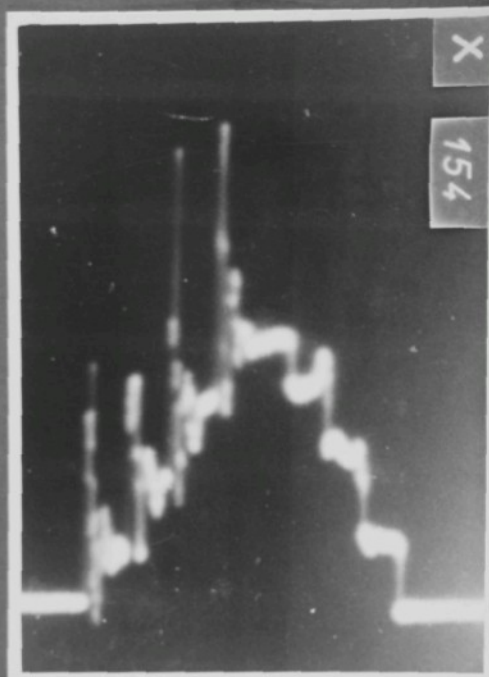
Čtyři neupravené jehly
vsazené do následujících
drážek talířového lůžka.

$\alpha = 50^\circ$, $v = 0,65 \text{ m/s}$



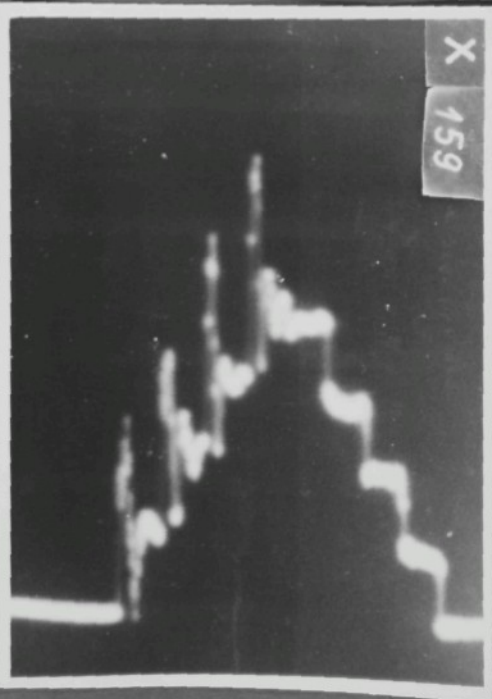
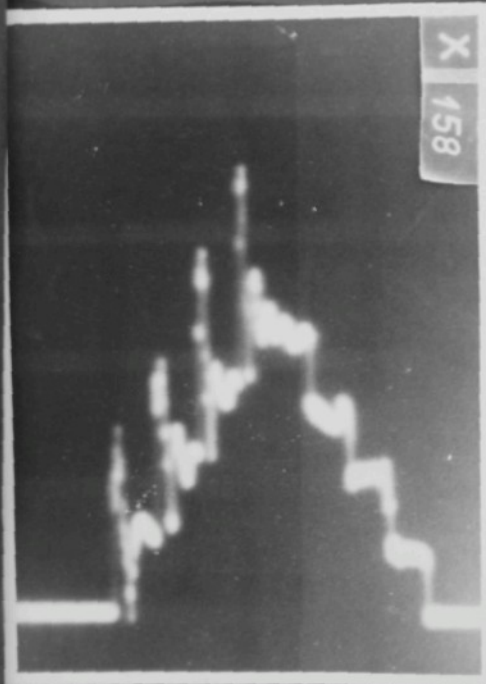
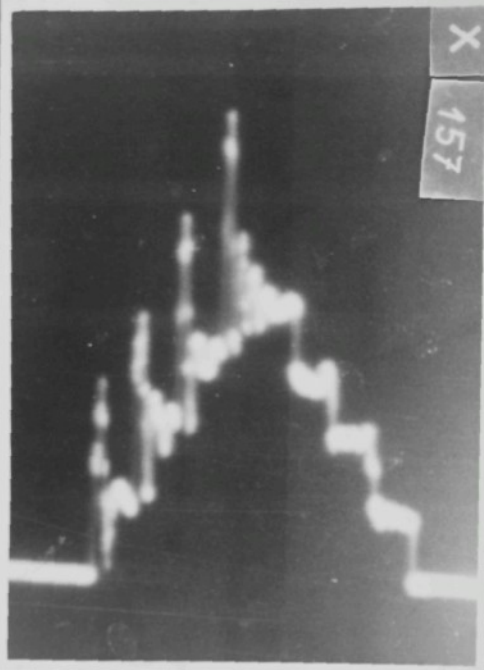
Čtyři jehly vsazené do
následujících drážek ta-
lířového lůžka. Druhá
jehla odpružená. /Podbrouše-
ná./

$\alpha = 50^\circ$, $v = 0,65 \text{ m/s}$

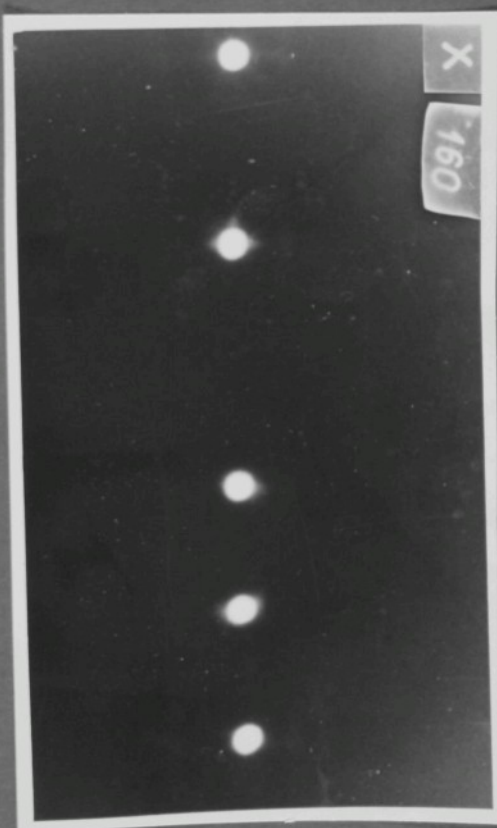
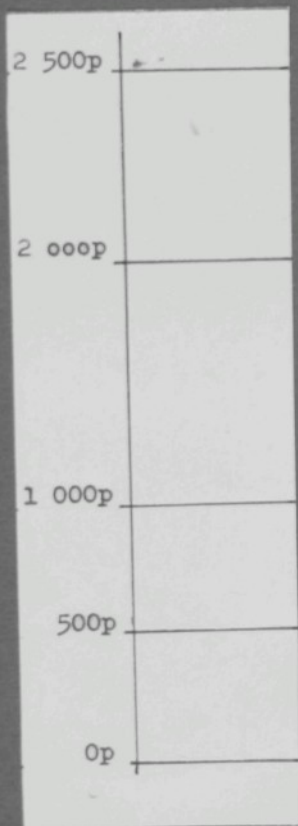


Čtyři podbroušené jehly
vsazené do následujících
drážek talířového lůžka.

$\alpha = 50^\circ$ a $v = 0,65$ m/s



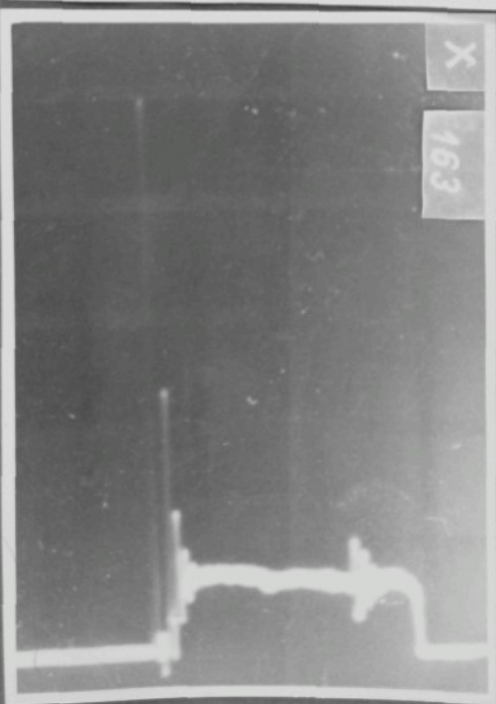
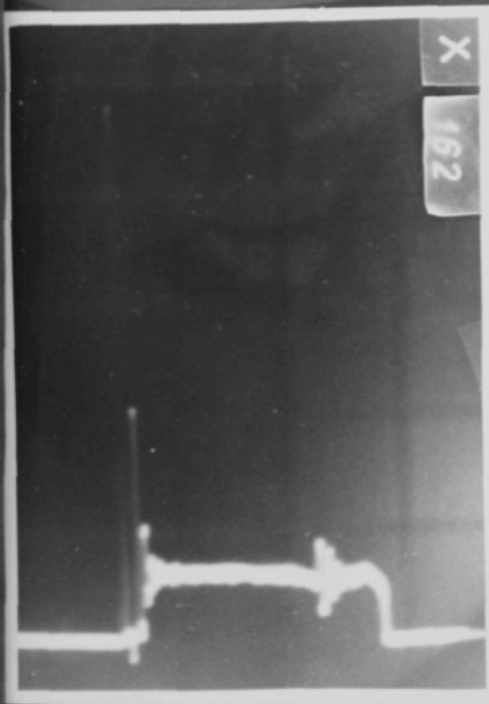
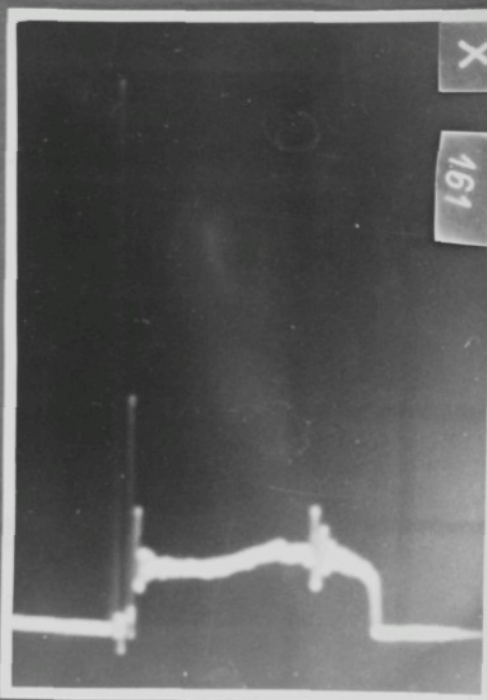
Snímek cejchu pro záznamy měření č. 121 - 159.



Talířová jehla nepředpružená.

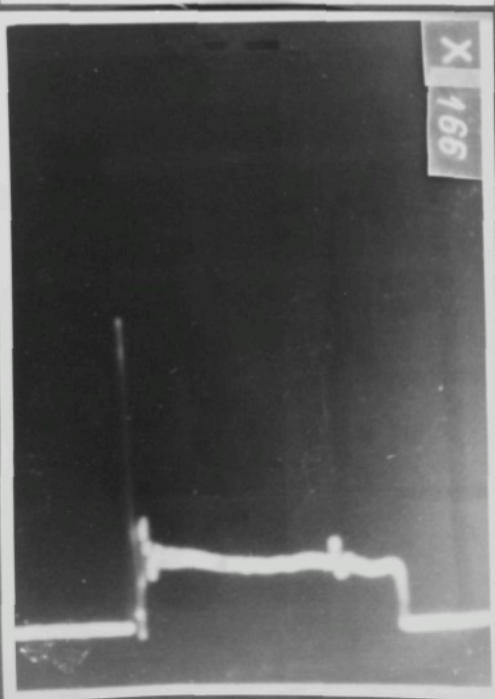
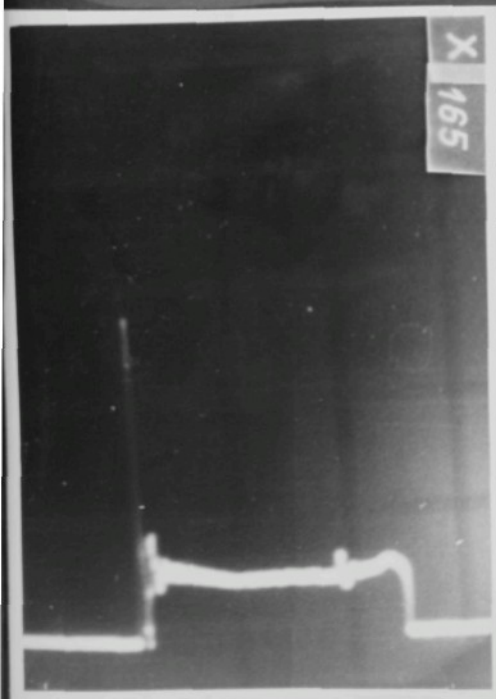
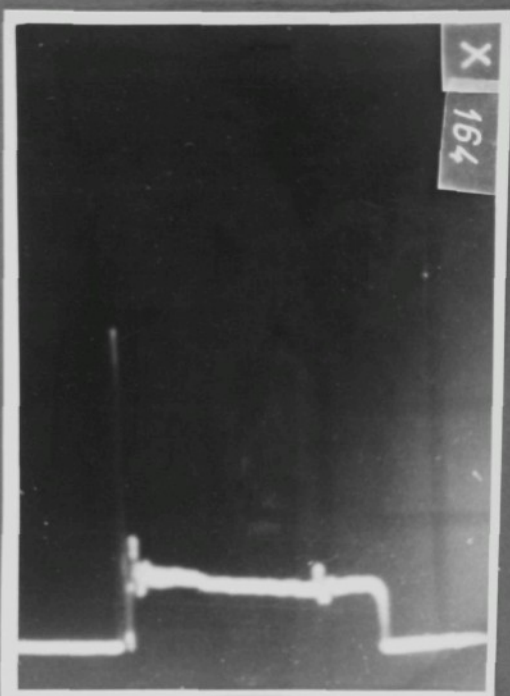
V drážce se pohybuje naprosto
volně.

$\alpha = 50^\circ$, $v = 0,65$ m/s



Talířová jehla předpružená,
 která se pohybuje v lůžku
 s normální tuhostí.

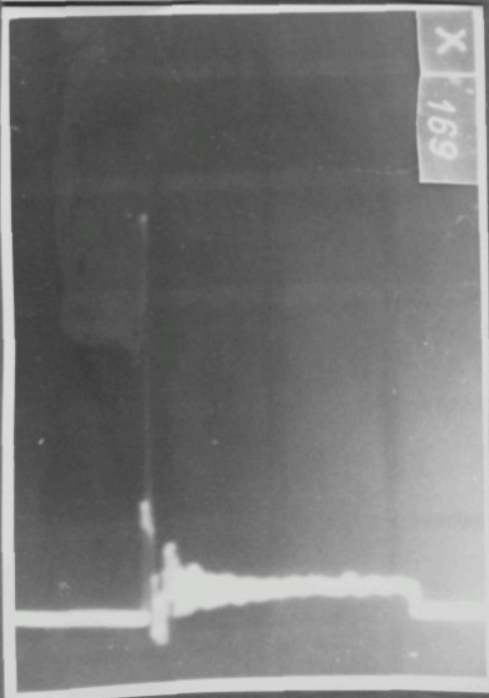
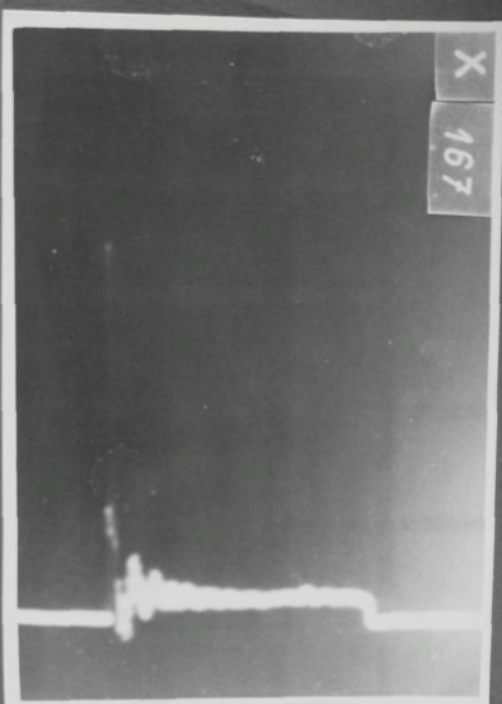
$\alpha = 50^\circ$, $v = 0,65 \text{ m/s}$



Jehla A.

Libovolně zvolená talířová
jehla, předpružená s normální
tuhostí pohybu jehly v lůžku.

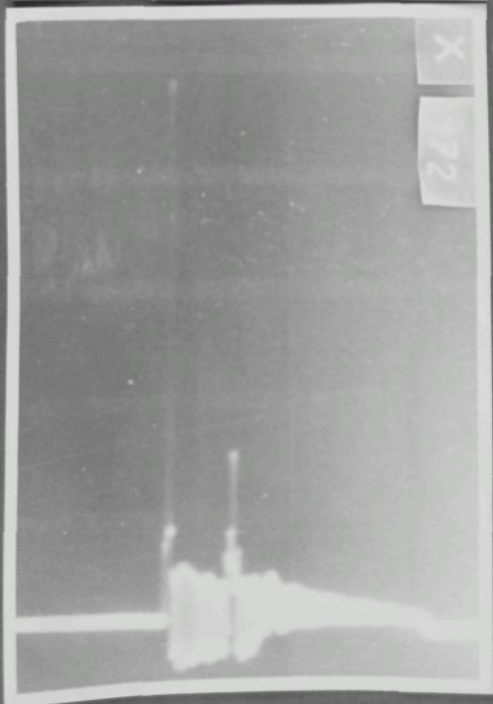
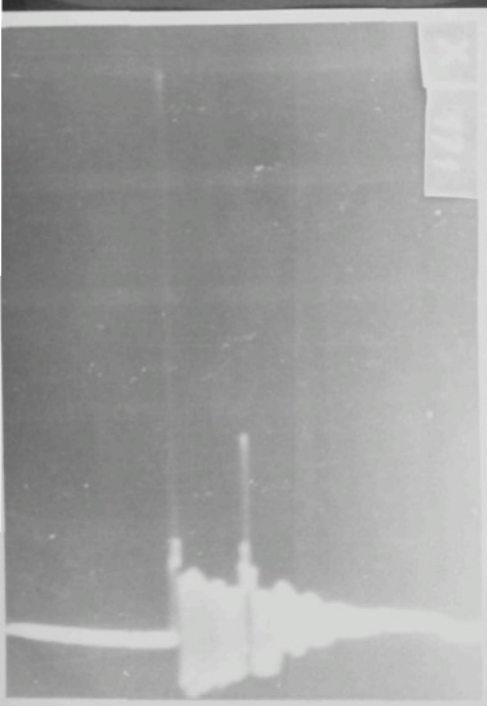
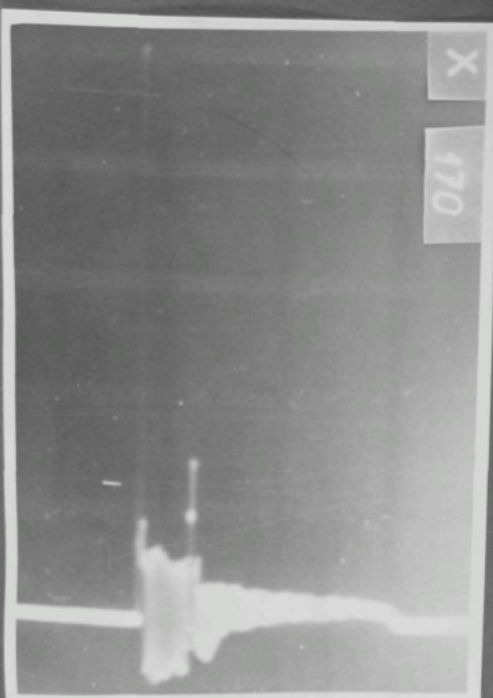
----- $\alpha = 50^\circ$, $v = 0,65$ m/s -----



Jehla A.

U jehly bylo zrušeno předpružení. V drážce se pohybovala úplně volně. Stvol byl vykroucen doleva.

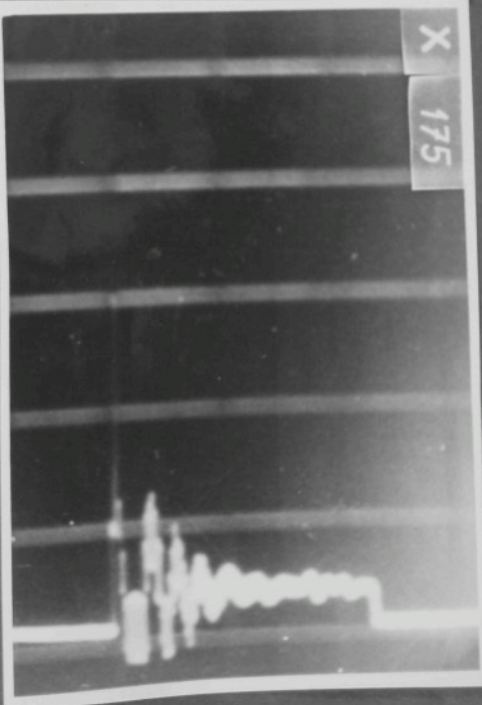
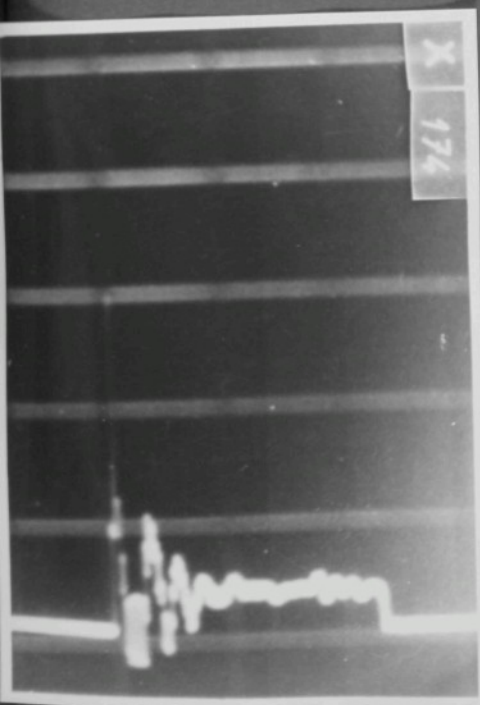
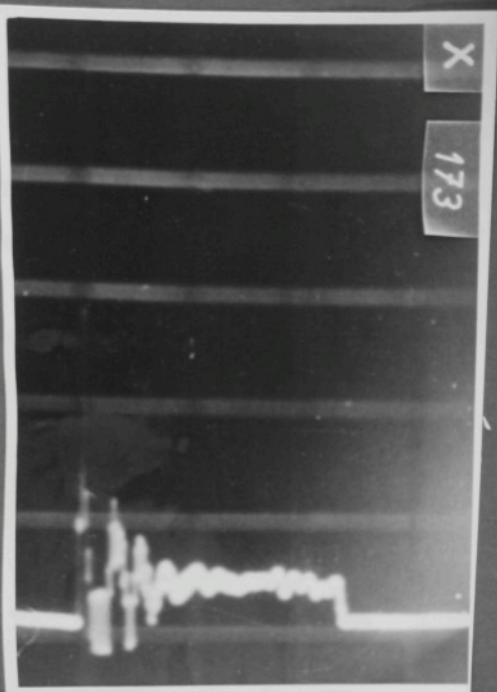
$$\alpha = 50^{\circ}, v = 0,65 \text{ m/s}$$



Jehla A.

Jehla je opět předpružena.
V drážce se pohybuje s normál-
ní tuhostí. Její stvol byl na-
kroucen doprava.

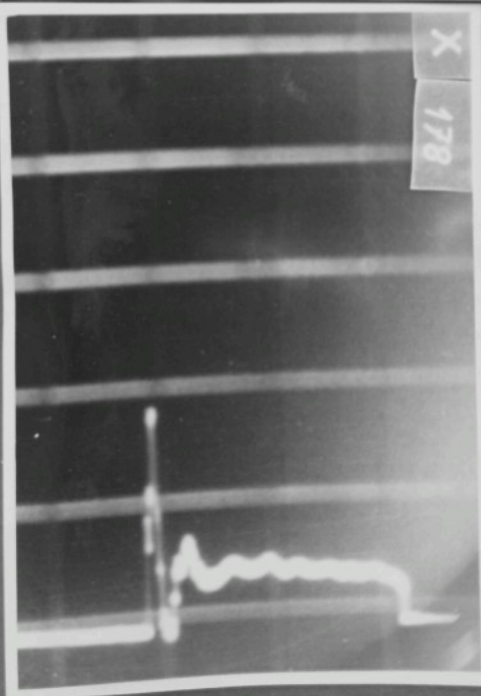
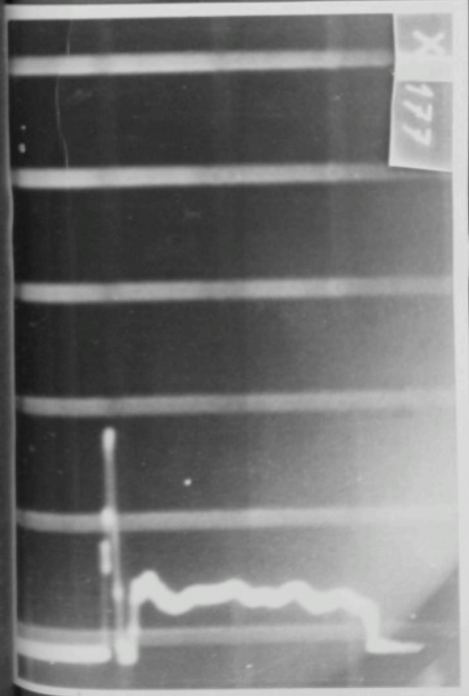
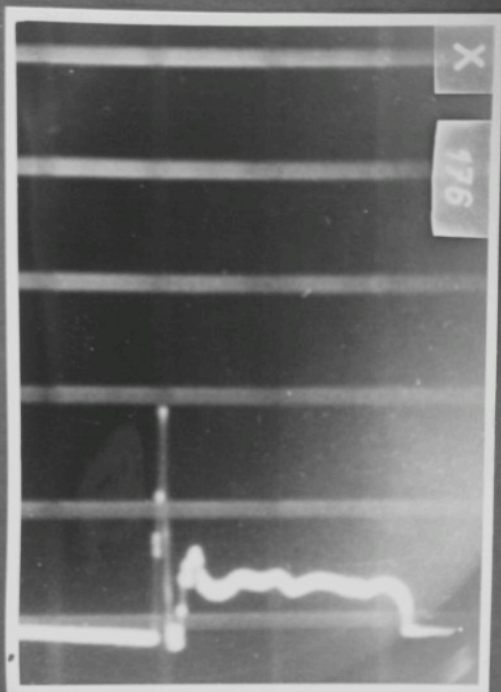
$$\alpha = 50^\circ, v = 0,65 \text{ m/s}$$



Jehla B.

Jehla podbroušená, předpružená,
s normální tuhostí pohybu jeh-
ly v drážce. Její stvol nebyl
kroucen.

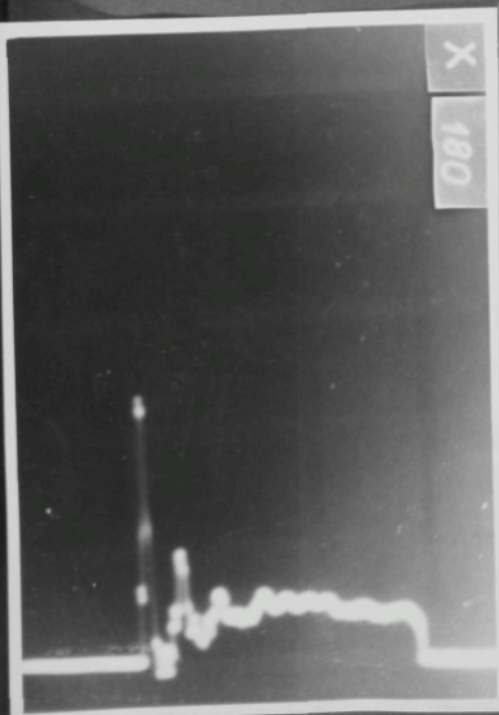
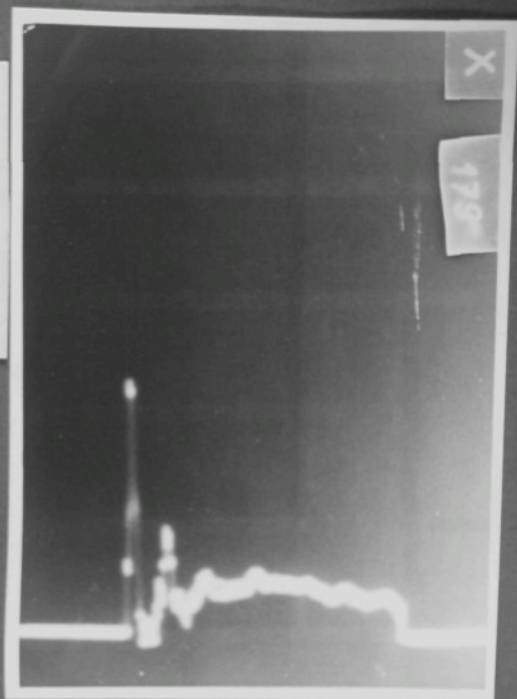
$$\alpha = 50^\circ, v = 0,65 \text{ m/s}$$



Jehla B.

Jehla podbroušená, předpružená,
s normální tuhostí pohybu jeh-
ly v drážce. Její stvol byl
zkroucen doleva.

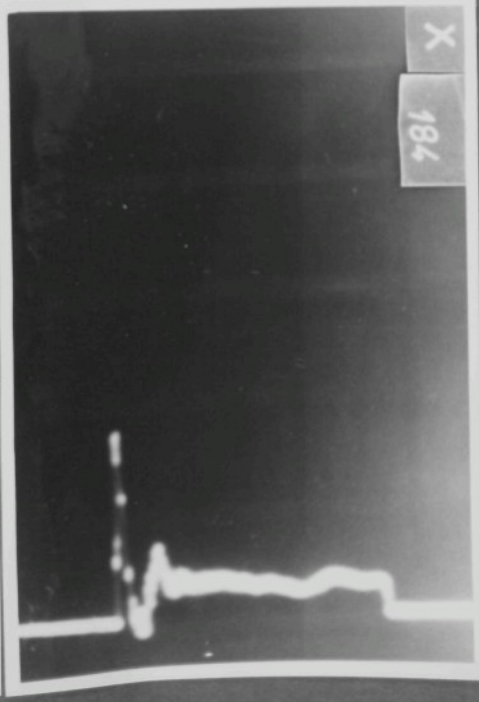
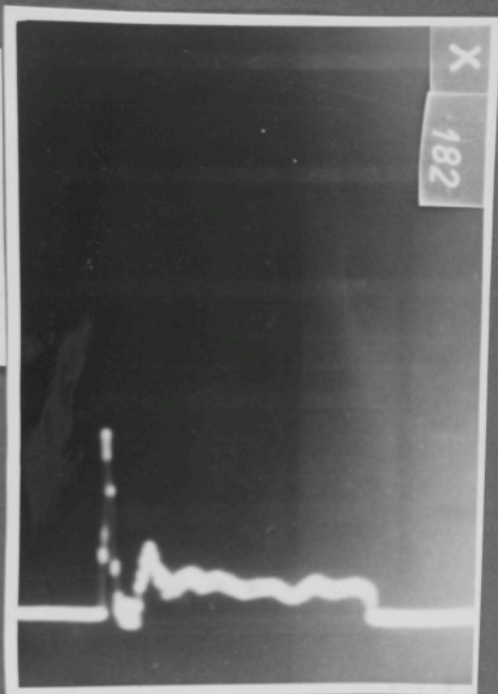
$$\alpha = 50^\circ, v = 0,65 \text{ m/s}$$



Jehla B.

Jehla podbroušená, předpružená,
s normální tuhostí pohybu jeh-
ly v drážce. Její stvol byl
zkroucen doprava.

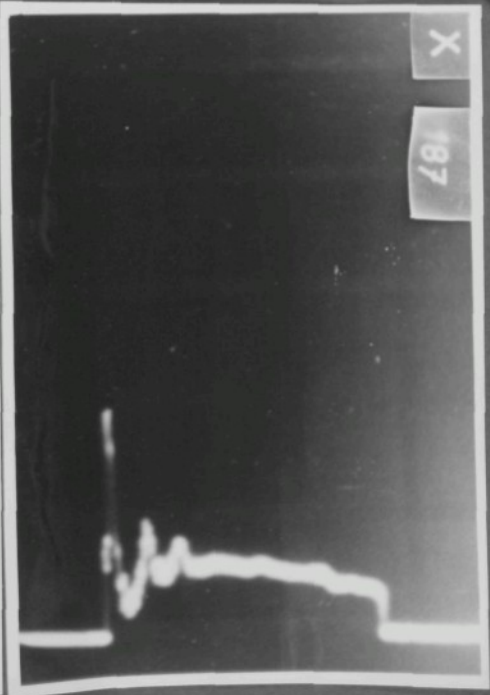
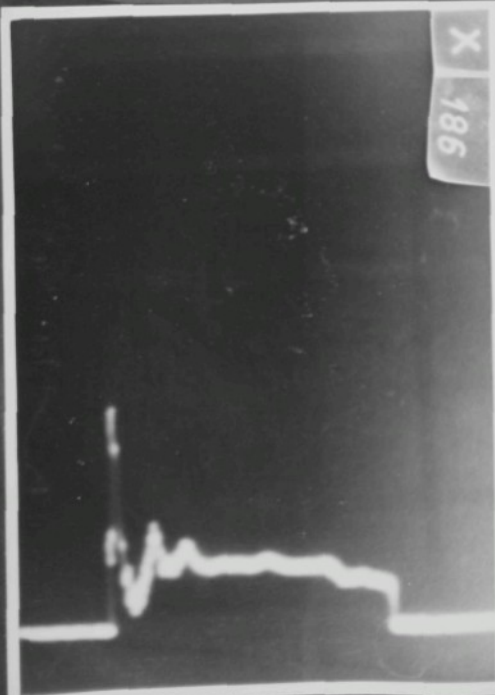
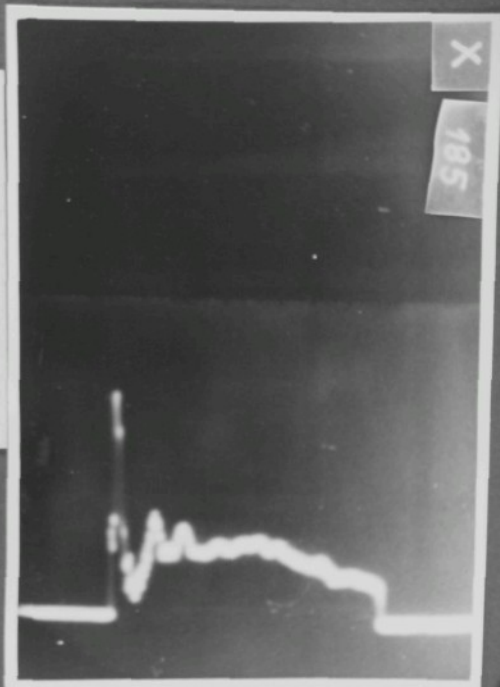
$\alpha = 50^\circ, v = 0,65 \text{ m/s}$



Jehla C.

Jehla podbroušená, předpružená,
s normální tuhostí pohybu jeh-
ly v drážce. Předpružení bylo
provedeno v místech podbrouše-
ní na patě jehly.

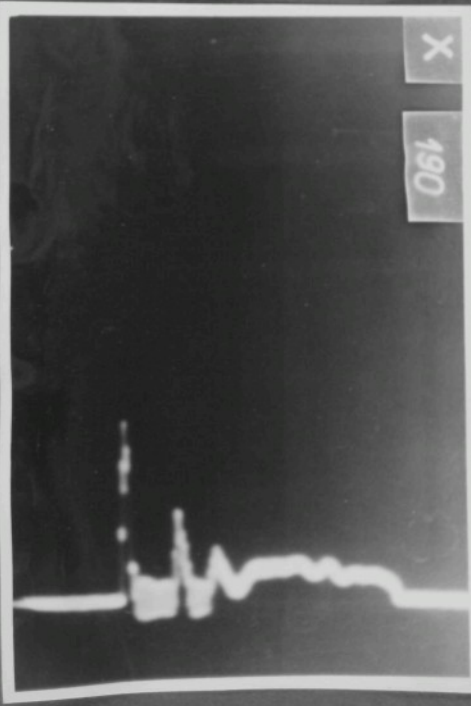
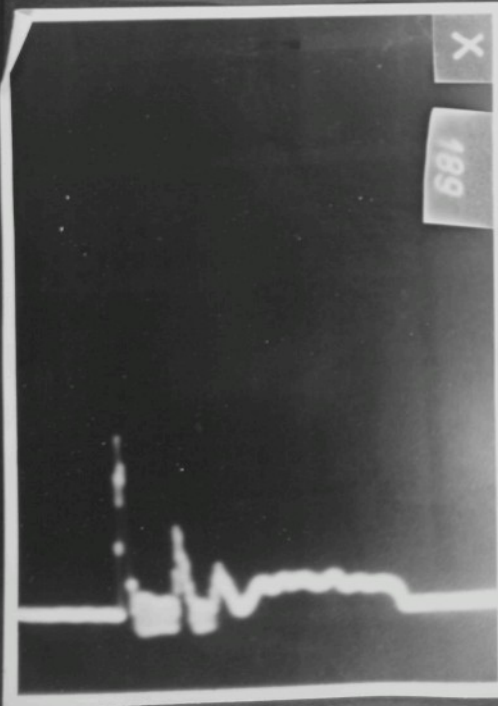
$\alpha = 50^\circ$, $v = 0,65$ m/s



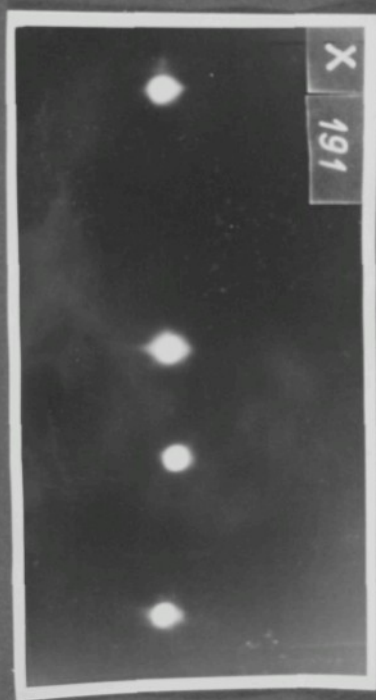
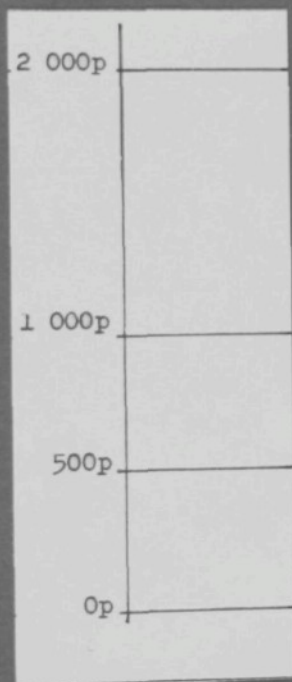
Jehla C.

Jehla podbroušená, předpružená,
s normální tuhostí pohybu jeh-
ly v drážce. Předpružení bylo
provedeno v místě podbroušené-
ho kolénka.

$\alpha = 50^\circ$, $v = 0,65 \text{ m/s}$



Snímek cejchu pro záznamy měření č. 161 - 190.



1

2

3

4

5

6

7

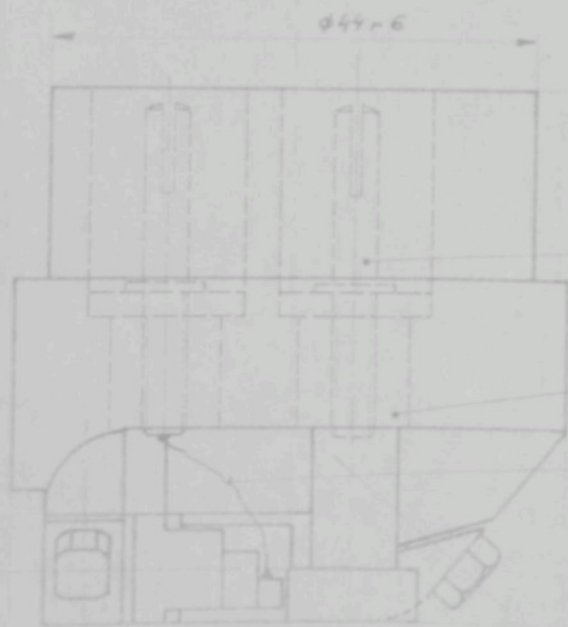
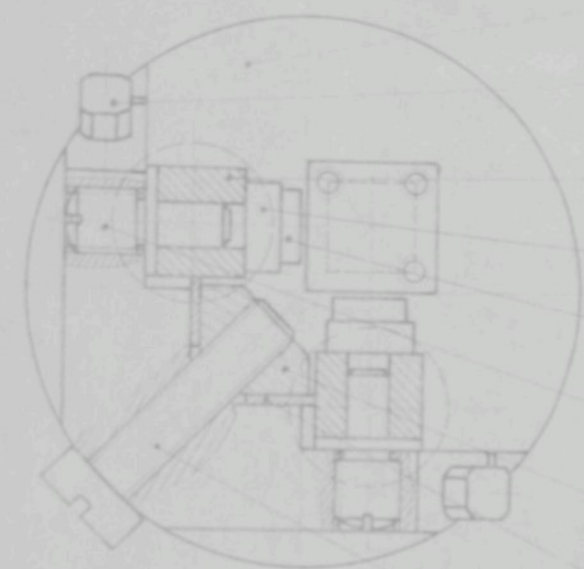
8

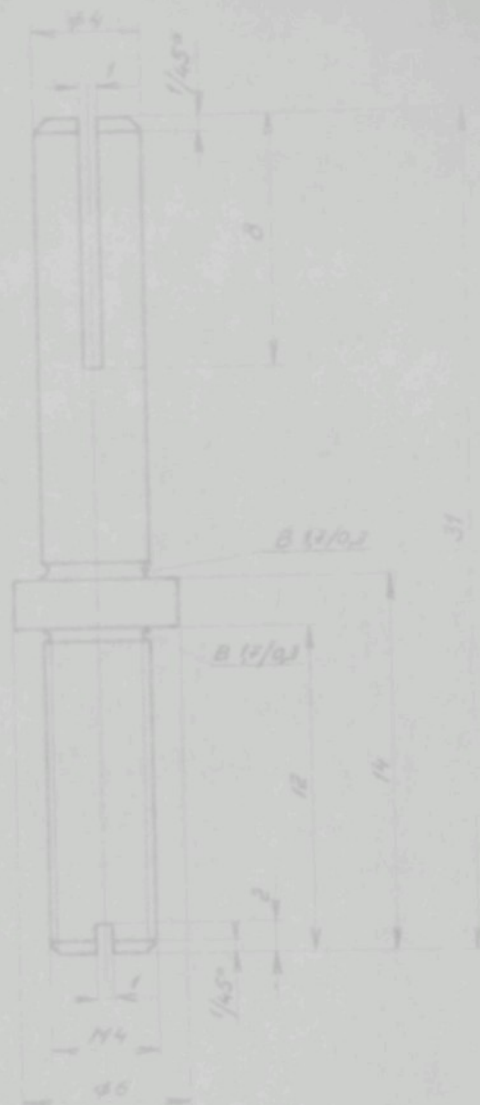
9

10

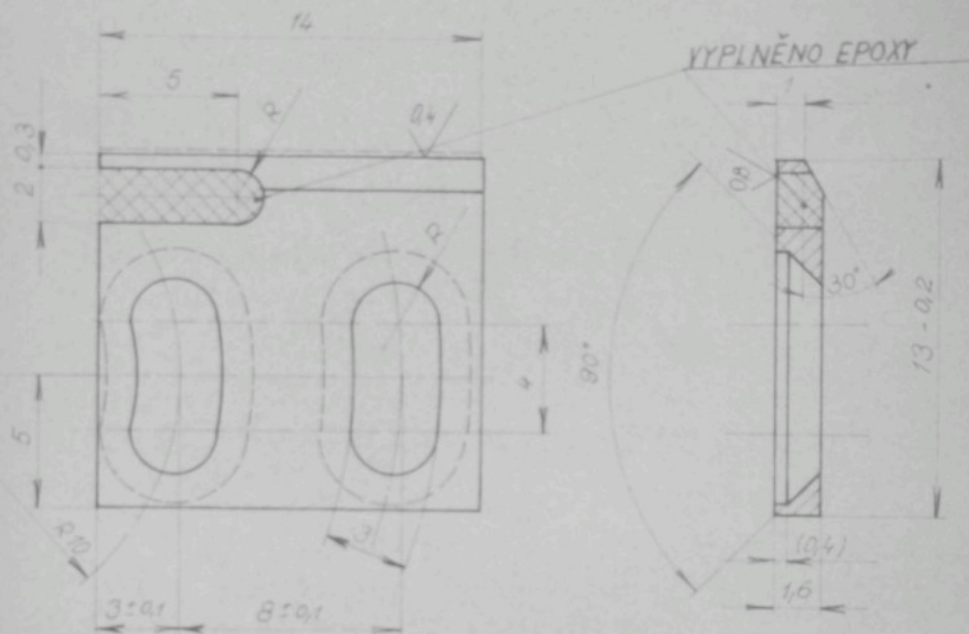
11

12



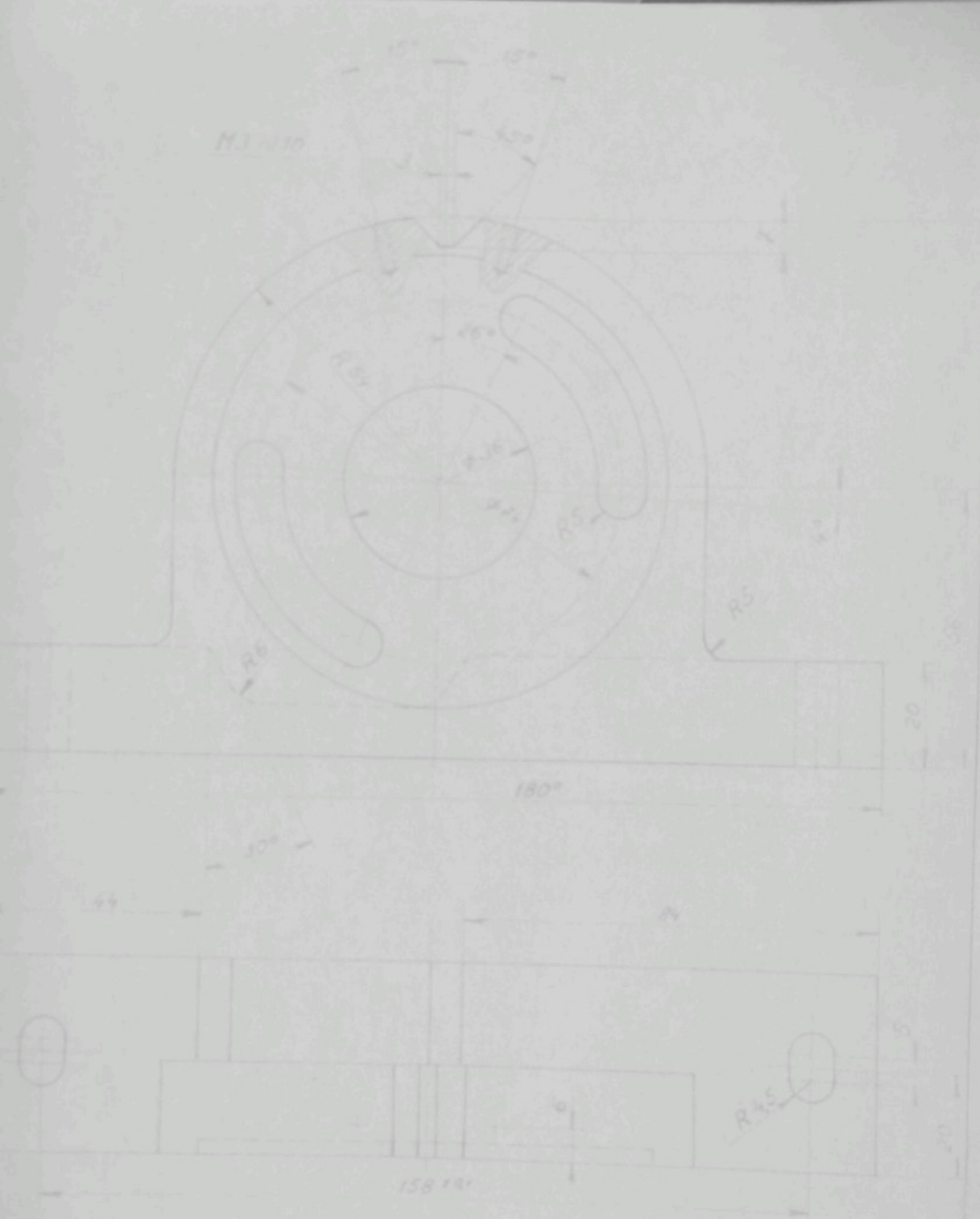


2		ČSN 42 862 02	42 3005.4					10
3	Material	Aluminum	Al 6061	Al 6061	Al 6061	Al 6061	Al 6061	
4	Surface	Polished						
5	Finish	Polished						
6	Quantity	10						
7	Unit	mm						
8	Notes							
9	Author	KOLÍK						
10	Check							
11	3-11							

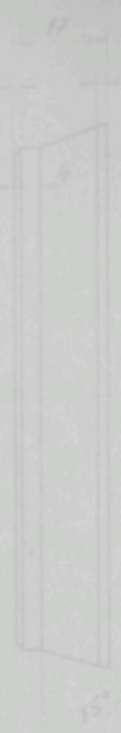
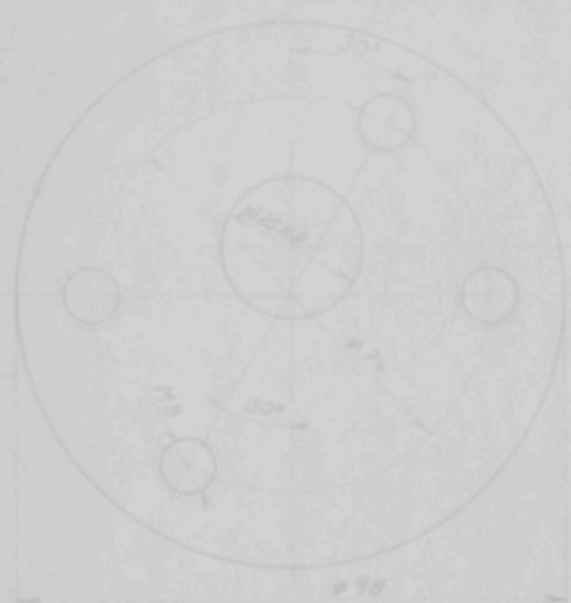


KALENO, POPUŠTĚNO HRC 60

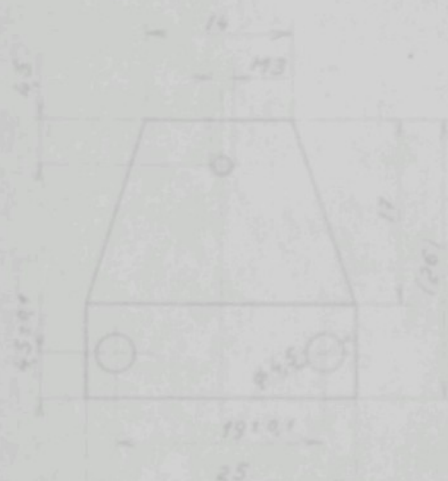
[illegible]



VYRYTA STUPNICE 0°-360° 1/45°

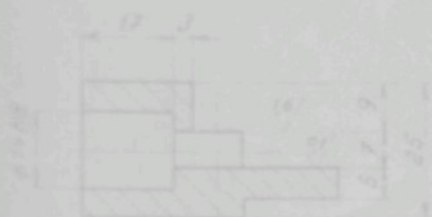


1	11.500	3
Kopie		
1.1	Číslo	
TOČNA		
1-04		

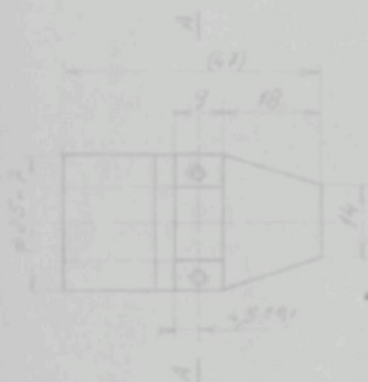


11500

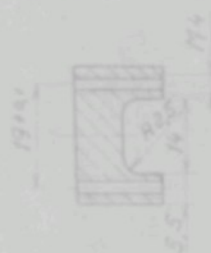
Kód		Název		Materiál		Množství		Jednotka		Poznámka	
1		STAHOVACÍ DESKA		11500		1		1		1-05	



M3 M6



ŘEZ A-A



11 500

15

Kopie

TELEFONNÍMAČE

1-11