VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI
nositel Řádu práce

Fakulta textilní

obor 31 - 12 - 8

Technologie textilu a oděvnictví

zaměření

Textilní materiály, předení

KTMP - 013

SOUDRŽNOST BAVLNĚNÝCH PRAMENŮ PRO ROTOROVÉ PŘEDENÍ

Autor: Ludmila Konečná
Vedoucí práce: Ing. Hana Hejzlarová

Rozsah práce a příloh:
Počet stran: 76
Počet tabulek: 32
Počet obrázků: 8
Počet příloh: 16

Datum: 11. 5. 1987

Vysoká škola: ..... Fakulta: .....

Katedra: textilních materiálů a přádelnictví Školní rok: 1986/1987

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Ludmilu Konečnou

obor 31 - 12 - 8 technologie textilu a oděvnictví

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

Název tématu: Soudržnost bavlněných pramenů pro rotorové předení.

Zásady pro vypracování:

1. Navrhněte otočnou nastavitelnou čelist k dynamometru Instron k měření soudržnosti délkových poloproduktů.
2. Proměřte soudržnosti pramenů odebraných z 1. a 2. posuku v n.p. Tiba Smidary v rozmezí 0 - 2,5 zákrutů.
3. Na modelovém přístroji na KPM proměřte koeficienty tření.
4. Zhodnoťte naměřené výsledky.

V 251 /87 T

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSČ 461 17

OBSAH

I. VŠEOBECNÁ ČÁST

1. Úvod 8

1.1 Vztah této práce k potřebám praxe 9

II. TEORETICKÁ ČÁST

2. Vývoj surovinové základny textilního průmyslu 10

2.1 Bavlna 11

2.1.1 Struktura bavlněných vláken 11

2.1.2 Chemické složení bavlny 12

2.1.3 Pěstované odrůdy a délky bavln, pěstitelské oblasti 12

2.1.4 Vlastnosti bavlněných vláken 13

3. Spřádací postupy v bavlnářských přádelnách .. 14

3.1 Základní pracovní procesy při výrobě bavlnářské příze rotorovým způsobem 15

3.1.1 Rozvolňování 15

3.1.2 Míchání 15

3.1.3 Čištění 15

3.1.4 Mykání 16

3.1.5 Protahování /posukování/ 17

3.1.6 Dopřádání 17

3.2 Blokové schema výroby bavlnářské příze v n.p. Tiba závod 04 Smidary 18

4. Tření a soudržnost 19

4.1 Vliv povrchových a geometrických vlastností na zpracovatelnost 19

4.2 Význam tření pro zpracovatelnost 20

4.3 Základní poznatky o tření 21

4.3.1 Statický a dynamický koeficient tření 22

4.4 Soudržnost přádelnických polopro duktů 23

5. Pokyny pro zpracování vláken 24

6. Příčiny chyb přízí 25

6.1 Příčiny chyb vznikající surovinou 25

6.2 Chyby vznikající postupem 28

III. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

7. Návrh otočné nastavitelné čelisti k dynamometru Instron 30

7.1 Popis čelisti 30
7.2 Příprava vzorku 33
7.3 Metodika měření 33
7.4 Vyhodnocení měření 35
7.5 Zjištění soudržné délky 36
7.6 Vztahy pro výpočet 37
7.7 Zhodnocení výsledků měření 53
8. Stanovení koeficientů tření 53
8.1 Popis přístroje 53
8.2 Příprava vzorku 55
8.3 Metodika měření 55
8.4 Odvození vztahů pro výpočet koeficientů tření 55
8.5 Vyhodnocení měření 57
8.6 Výhody a nevýhody měřící metody 57
8.7 Měření koeficientů tření u bavlněného pramene 58
8.8 Zhodnocení výsledků měření 58
9. Modelování soudržnosti pramenů pomocí regrese 62
10. Závěr 75
POUŽITÁ LITERATURA
PŘÍLOHA

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

T_f - třecí síla /N/
N - normálová síla /N/
f - koeficient tření /1/
f_s - koeficient tření statický /1/
f_D - koeficient tření dynamický /1/
T_1 - tahová síla před dotykem s opásaným elementem /N/
T_{f2} - tahová síla na výstupu za opásaným elementem /N/
φ - úhel opásání
α_s - úhel sklonění / /
S - styčná plocha /m^2/
G - modul pružnosti ve smyku /Nm^{-2}/
A - plocha kontaktu /m^2/
P - tlak /Nm^{-2}/
A_s - práce soudržná /mm^2/
A_k - práce kluzná /mm^2/
F_{max} - maximální síla soudržnosti /N/
T_j - délková hmotnost j - tého vzorku /tex/
m_j - hmotnost j - tého vzorku /g/
l - upínací délka /m/
g - gravitační zrychlení /$msec^{-2}$/
K_z - koeficient zpracovatelnosti /1/
s_α - směrodatná odchylka měřeného úhlu / /
v_α - variační koeficient měřeného úhlu /%/
t - čas /s/
s_t - směrodatná odchylka měřeného času /s/
v_t - variační koeficient měřeného času /%/
L_s - soudržná délka /m/
z - zákrut /1/m/
F_s - třecí síla
m - hmotnost tělíska /kg/
v_1, v_2 - rychlost pohybu tělíska /ms^{-1}/
a - zrychlení /ms^{-2}/
$\overline{Y}$ - model regresní funkce
y_i - experimentální funkce
Q - minimalizovaná funkce
b_o, b_1, b_{11} - koeficienty regrese

D - determinant soustavy

D_o, D_1, D_{11} - subdeterminanty soustavy

H_o - nulová hypotéza

H_1 - alternativní hypotéza

$\underline{F}$ - matice funkcí

$\underline{F}^T$ - transponovaná matice funkcí

F_{oo}, F_{11}, F_{22} - doplňky

- parametr koeficientu regrese

s_R^2 - reziduální rozptyl

s_{bo}^2, s_{b1}^2, s_{b11}^2 - rozptyl koeficientů regrese

E - střední hodnota

α - hladina významnosti

t_o, t_1, t_{11} - testové charakteristiky

t_α - kritická hodnota Studentova rozdělení

ν - stupeň volnosti

I. VŠEOBECNÁ ČÁST

1. ÚVOD

Naše společnost se nachází v období rozvinutého socialismu, a právě toto období přináší stále nové požadavky na rozvoj národního hospodářství.

V Politické zprávě ÚV KSČ, přednesené generálním tajemníkem soudruhem Gustavem Husákem na XVII. sjezdu KSČ, i v návrhu Hlavních směrů hospodářského a sociálního rozvoje jsou obsaženy nejdůležitější národohospodářské cíle a záměry pro léta 1986 - 1990 a výhled do roku 2000. Tento dokument odpovídá požadavku politiky strany na urychlení dynamiky hospodářského a sociálního rozvoje společnosti cestou všestranné intenzifikace našeho národního hospodářství na základě vědeckotechnického pokroku a mezinárodní spolupráce s členskými zeměmi RVHP.

Koncepce 8. pětiletého plánu je zaměřena na urychlení zavádění nejnovějších výsledků vědeckotechnického rozvoje do výrobní i společenské praxe, na snížení materiálové a energetické náročnosti národního hospodářství, na zlepšení využívání kapacit a základních prostředků, na trvalé zdokonalování soustavy plánování a řízení národního hospodářství, na zvýšení účasti pracujících na řízení a další rozvoj životní úrovně lidu.

Uspokojování rostoucích potřeb národního hospodářství i obyvatelstva a zvyšování efektivnosti v 8. pětiletce bude rozhodujícím způsobem určováno rozvojem průmyslové výroby, k erá se má do roku 1990 zvýšit o 15 - - 18 %. Toho lze dosáhnout dokonalejším řízením výroby, rychlejším zaváděním výsledků vědy a výzkumu do praxe, lepším využitím výrobních kapacit, modernizací, automatizací a elektronizací výrobních provozů a technologií, prohlubováním mezinárodní spolupráce. (13)

Na V. zasedání ÚV KSČ bylo zdůrazněno, že sebelepší výsledky vědy a techniky nás nemohou uspokojit, pokud se rychle nepřemění v nové výrobky, v progresivní zařízení a technologii, v efektivní formy organizace práce a řízení. Vědeckotechnický pokrok a jeho uplatnění v praxi je prvořadý revoluční úkol, bez něhož není možné realizovat strategii urychlení sociálně ekonomického rozvoje naší socialistické společnosti. (14)

1.1 Vztah této práce k potřebám praxe

Na XII. sjezdu KSČ bylo zdůrazněno, že rozvoj lehkého průmyslu je třeba zaměřit na modernizaci, automatizaci a elektronizaci výrobně technické základny, uplatňovat progresivní technologie, zajistit efektivní využívání tuzemské surovinové základny a snižování energetické a surovinové náročnosti. (13)

Technický rozvoj a aplikace vědeckých poznatků v průmyslu přinášejí problémy týkající se technologie, strojů i výsledné produkce. V souvislosti se zavedením rotorové technologie do bavlnářských přádelen se změnila i jakost příze. Hodnocení jakosti příze přímo souvisí se zpracováním a dalším použitím. V jakosti příze se odráží i surovinová skladba.

Vlastnosti příze vyplývají z její vnitřní struktury. Uspořádání vláken v přízi je determinováno tvorbou příze a podmínkami při výrobě. Je všeobecně známo, že princip převedení ovlivňuje nejpodstatněji vnitřní strukturu a vnější vzhled příze, a tím zasahuje do její kvality. (8)

Materiál k provedení experimentálních zkoušek dodal n. p. TIBA závod 04 Smidary. V posledních letech se věnuje pozornost těm faktorům, které ovlivňují spřadatelnost - t. j. geometrické a povrchové vlastnosti vláken.

Z těchto vlastností se považuje pro zjištění spřadatelnosti za nejdůležitejší koeficient tření a s ním spojená soudržnost pramene.

Cílem této práce bylo stanovit koeficienty tření a soudržnosti u bavlněných pramenů odebraných po 1. a 2. pasáži protahování (posukování).

Stanovení soudržnosti má pro praxi velký význam, protože pomocí této veličiny mohou být sledované vlivy technologických a konstrukčních faktorů. Jestliže v přádelně vzniknou při zpracování těžkosti, je možné s jistotou říci, že také soudržná délka pramene se odchyluje od bezvadného pramene.

II. TEORETICKÁ ČÁST

2. Vývoj surovinové základny textilního průmyslu

K nejstarším a nejvíce používaným materiálům patřily vlna, len, bavlna a přírodní hedvábí, které jsou dodnes tzv. klasickými materiály pro výrobu textilií.

Sortiment vláken, který poskytuje pro textilní zpracování příroda, byl v tomto století obohacen o řadu chemických vláken různých vlastností. Výroba se v průběhu poslední doby stala naléhavou nutností. Se stále zvyšujícím se počtem obyvatelstva stoupá i potřeba vláken. V dnešní době si musíme uvědomit, že spotřeba textilních vláken se nedá krýt pouze textilními vlákny. Stoupající potřeba vláken musí být zajištěna výrobou chemických vláken. Po nástupu chemických vláken byla spotřeba přírodních vláken 59 % celkové spotřeby (v tom 51 % bavlny) a chemických vláken 41 %. Do roku 2000 má být spotřeba přírodních vláken již jen 26 % (v tom 22,2 % bavlny) z celkového množství textilních vláken.

Světový vývoj se promítá i do procentního složení surovinové základny textilního průmyslu v ČSSR. Spotřeba bavlny v ČSSR v roce 1970 byla 39,1 % a prognoza spotřeby na rok 1990 je 28,3 %. Československo je téměř plně odkázáno na dovoz přírodních vláken, a je tedy nutné závislost na dovozu snížit. ČSSR se svým vyspělým textilním průmyslem, zaměřeným z velké části na vývoz textilních výrobků, zpracovává všechny druhy přírodních vláken a v současné době i všechny významné druhy vláken chemických. (1)

2.1 Bavlna

Bavlna je hlavním představitelem přírodních vláken rostlinných vyrůstajících ze semene tropické rostliny botanicky zařazené mezi rostliny slézovité. (2)

Bavlnou se rozumějí velmi jemné jednobuněčné útvary (vlákna) barvy bílé, nažloutlé až zmavě krémové, oddělené po dozrání od semen rostliny bavlníku. (1)

2.1.1 Struktura bavlněných vláken

Bavlněné vlákno vyrůstající z pokožky semen bavlníků je jednobuněčný útvar. Pod mikroskopem se jeví jako tenká stužka se zesílenými oblými okraji, mírně stočená kolem své podélné osy. Vlákno je zúženo do tupé špičky. Na druhém konci jsou znatelné stopy po odtržení od semena. V příčném řezu mají vlákna eliptický až kruhový průřez, nejčastěji však fazolovitý tvar. (1, 18)

Vlákno je tvořeno primární stěnou - kutikulou o tloušťce 0,1 μm, která obsahuje tuky, vosky, pektin a celulozu.

Vnitřní - sekundární stěna je soustava prstenců - lamel z mřížkovitě uspořádaných útvarů celulozy. U zralého vlákna dosahuje tloušťky až 4 μm. Terciální vrstva odděluje sekundární stěnu od dutiny - lumenu. Lumen během růstu vlákna obsahuje protoplazmu k výživě. Po dozrání postupně vysychá a lumen obsahuje vzduch a zbytky protoplazmy, vlákna se zplošťují. (2)

2.1.2 Chemické složení bavlny

Chemické složení bavlny je závislé na druhu, stupni zralosti, půdních a jiných podmínkách. Za průměrné složení se považuje:

94,0 %	celulozy
1,3 %	proteinu
1,2 %	pektinu
1,2 %	popele
0,6 %	vosků
0,3 %	cukrů, stopy pigmentu
1,4 %	ostatních látek (2)

2.1.3 Pěstované odrůdy a délky bavln, pěstitelské oblasti

Pro posouzení možností praktického využití jednotlivých druhů a odrůd bavln pro výrobu příze a textilií je důležitá zejména délka, i když ani její ostatní vlastnosti nejsou bez významu a berou se při klasifikaci v úvahu. Délka bavlny se uvádí buď v milimetrech nebo v anglických palcích a jeho zlomcích (anglický palec = 25,4 mm).

Bavlna se podle délky dělí na:

a) krátkovlákné - obchodní označení délky 7/8" (= 22,2 mm), pěstuje se v Indii, Pákistánu, Barmě, Thajsku, Číně a Malé Asii; do ČSSR se nedováží

b) středněvlákné - obchodní označení délky od 7/8" do 1 1/8" (22 - 28,58 mm), pěstuje se v Řecku, Pákistánu , Iráku, Iránu, Turecku, Sýrii, Číně, Mexiku, Brazílii a hlavně USA a SSSR

c) dlouhovlákné - obchodní označení délky od 1 1/8" do 1 3/8" (29 - 35 mm), pěstuje se v Egyptě, Súdánu, Peru, Brazílii, Ugandě, USA a SSSR

d) zvlášť dlouhé _ délka vlákna nad 1 3/8" (35 mm), pěstuje se v Indii, Egyptě, Peru, USA.(1)

2.1.4 Vlastnosti bavlněných vláken

Délka vláken	12 - 55 mm
Jemnost vláken	0,8 - 2,85 dtex
Měrná pevnost za sucha	297 - 470 mN tex^{-1}
Pevnost za mokra	100-110 % pevnosti za sucha
Poměrné prodloužení za sucha	6 - 10 %
Poměrné prodloužení za mokra	7 - 11 %
Měrná hmotnost	1,52 . 10^3 - 1,54 . 10^3 kg . m^{-3}
Obsah vlhkosti za normálních klimatických podmínek	7,5 - 8,5 %
Navlhavost při 95 % relativní vlhkosti ovzduší a 25 °C	24 - 27 %

Bavlna při teplotě 120 °C pozvolna žloutne, při 150 °C hnědne, při 400 °C vzplane. Působením slunečního záření postupně žloutne a ztrácí pevnost.

Má dobré elektroizolační a tepelně izolační vlastnosti.

Působením alkálií bobtná, průřez vlákna se zaobluje lumen se zužuje, stužkovitý tvar se vyrovnává, zvyšuje se lesk.

Působením minerálních kyselin v závislosti na teplotě a koncentraci dochází k hydrolýze. (2)

3. Spřádací postupy v bavlnářských přádelnách

V bavlnářských přádelnách se celosvětově zpracovává největší podíl vlákenných surovin (cca 70 %).

Z hlediska přádelnické technologie jsou základními technologie klasicá - prstencová (česaná a mykaná) a rotorová.

Klasický mykaný postup zahrnuje spřádací procesy, resp. systémy :

- rozvolňování
- míchání
- čištění
- mykání
- posukování I, II, III
- předpřádání I, II
- dopřádání

Zkrácený technologický postup se vyznačuje sníženým počtem pasáží posukování a předpřádání. Při předení česaných přízí je technoligický postu v podstatě stejný, avšak mezi mykání a posukování je vložena příprava pro česání a česání.

Postup bezvřetenového rotorového předení zahrnuje:

- rozvolňování
- míchání
- čištění
- mykání
- prosukování I, II
- rotorové dopřádání

Z výše uvedeného přehledu spřádacích procesů a systémů výroby pramene pro rotorové dopřádání je zřejmé, že zcela odpadlo předpřádání na předpřádací křídlovce, což je jednou z významných předností této technologie (3)

3.1 Základní pracovní procesy při výrobě bavlnářské příze rotorovým způsobem

3.1.1 Rozvolňování

Vlákenná surovina, která přichází do podniku se nachází v balících v silně slisovaném stavu. Hmotnost balíků se pohybuje průměrně kolem 200 kg. Do n. p. TIBA se dováží bavlna ze Sýrie (třída SM/M) a ze SSSR (třída R II).

Proces rozvolňování členíme na proces čechrání a potěrání. Pro čechrání je typické rozdělování podávané masy vlákenného materiálu soustavou pracovních hrotů na menší vločky. při potěrání dochází k dynamickému působení pracovního orgánu - křídlenu. Kromě rozvolňovacího účinku je typický čistící účinek. (3, 20)

3.1.2 Míchání

Cílem procesu míchání je získat vlákenný materiál s důkladně promíchanými komponenty tak, aby bylo možno vyrábět přízi stabilních vlastností.

V zájmu zrovnoměrnení by bylo potřeba provádět míchání z co největšího počtu balíků. Tato možnost je limitována, avšak počet balíků pro jednu partii by neměl být nižší než 30. Míchat je možno bavlny stejného typu a charakteru s tím, že musí délka a jemnost odpovídat stanovené toleranci (jemnost zralých bavln a bavln vyšších tříd max. 10 - 15 %, střední délka +- 1 mm, u bavln nižších tříd při střední délce vlákna do 28 mm +- 2 mm, nad 29 mm +- 3 mm). Podmínkou je též, aby vlhkost bavlny jednotlivých balíků nebyla vyšší než 10 %. (3)

3.1.3 Čištění

Hlavní úkol, zbavit surovinu nežádoucích příměsí, připadá čistící soupravě.

V případě čištění vlákenného materiálu v bavlnářských čistírnách se jedná o mechanickou formu čištění dynamickým působením pracovních orgánů (čechracích a potěracích) na vlákenný materiál. Výsledným produktem bavlnářské čistírny je stůčka rouna určité jemnosti.

V souvislosti s čištěním bavlny se objevil nový problém související s bezvřetenovým rotorovým předením. Je to otázka odstraňování tzv. mikroprachu z bavlny. Při spřádání bavlny bezvřetenovým rotorovým dopřádacím systémem dochází k usazování mikroskopického prachu v rotoru i intenzitou závisející na druhu bavlny. Žádoucí je snížení mikroskopického prachu cca na 5 - 30 mg/kg příze. Proto je nutné zajistit:

a) rozvolnění vloček téměř na jednotlivá vlákna
b) intenzivní odsávání a odlučování prachu na všech vhodných místech (3, 4)

3.1.4 Mykání

Mykání je jednou z nejdůležitějších operací v přádelně. V bavlnářském předení používáme víčkové mykací stroje.

Víčkový mykací stroj zajišťuje následující funkce:

- rozvlákňování vlákenných materiálů
- urovnání vláken do podélného směru
- vylučování nečistot a krátkých vláken
- tvorba pramene
- vyrovnání hmotné nestejnoměrnosti na krátkých úsečkách a přídavné promíchání vlákenného materiálu

V současné době se piužívají víčkové mykací stroje se stůčkovou předlohou.

Základní zonou mykání je společná oblast povlaku hlavního bubnu a víček. V této zoně nastává konečné sjednocení vláken a odstranění nečistot. (20)

V literatuře (3) se uvádí, že kvalita pavučiny, resp. pramene, je tím lepší, čím je nižší výrobnost mykacích strojů, žádoucí je rovněž nižší zaplnění povlaků, t. j. jemnější pavučina. S rostoucí hmotností rychle vzrůstá počet nopků v pavučině, nopkovitost pramene též závisí na ostrosti potahů, otupené povlaky dávají více nopků.

3.1.5 Protahování (posukování)

Účelem protahování je napřímit a usměrnit vlákna, která v pramenu od mykacího stroje nejsou uložena rovnoběžně s osou pramene, a zjemnit pramen tak, aby na rotorovém dopřádacím stroji mohl být ztenčen na jemnost příze. (3)

Projde-li pramen pouze jedním protahovacím strojem, nedosáhne se žádané stejnoměrnosti, rovnoběžného uložení a napřímení vláken, proto se posukuje na dvou strojích za sebou. (4)

3.1.6 Dopřádání

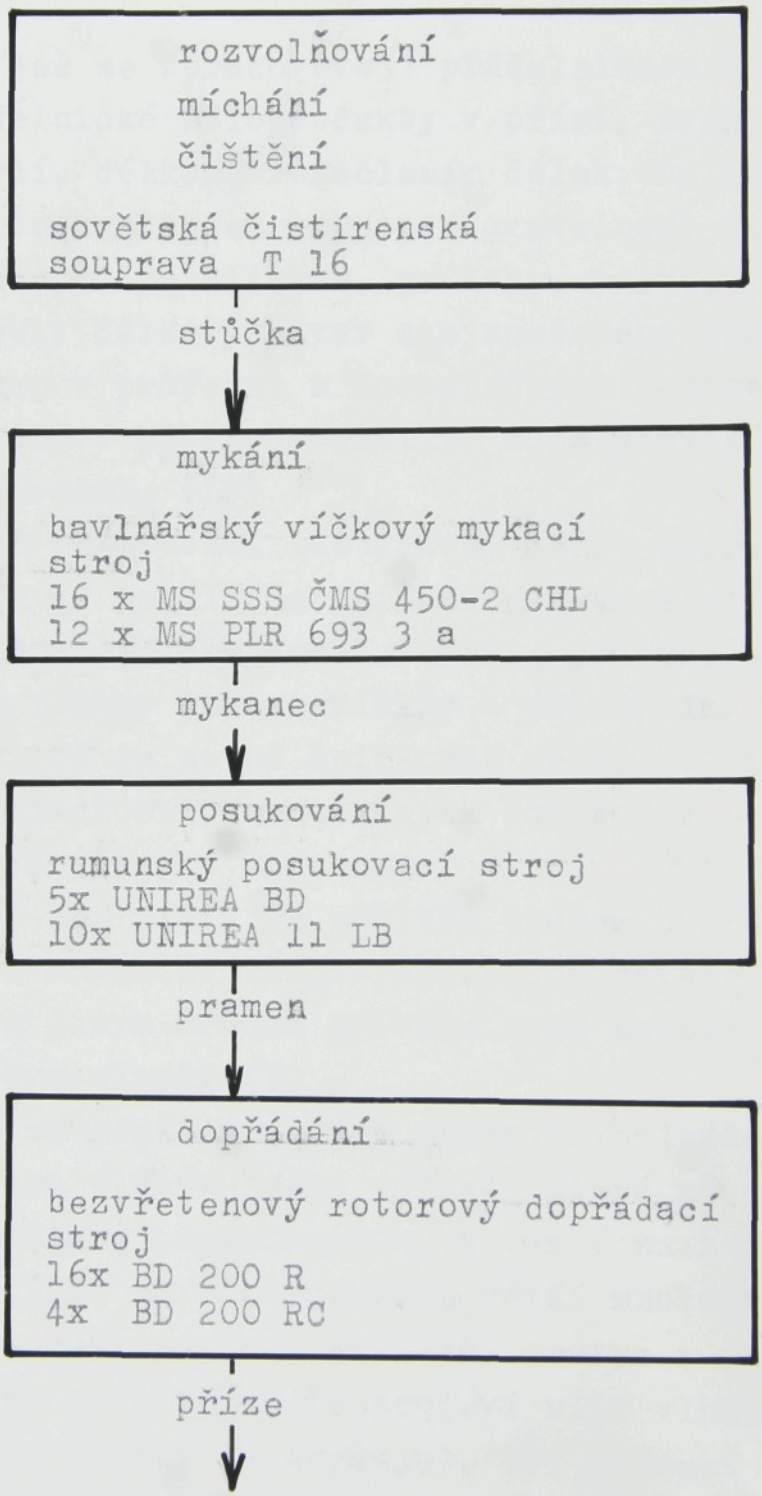
Dopřádání je poslední fází, kdy se pramen předkládaný bezvřetenovému dopřádacímu rotorovému stroji zjemní na jemnost příze.

Základním znakem je umístění předlohy ve spodní části stroje (pramen v konvi).
Lineární vlákenný produkt (pramen) postupuje tedy odspodu, směrem nahoru a výsledná příze se navíjí na válcovou cívku s křížovým vinutím v horní části stroje. (11)

Princip bezvřetenového rotorového předení je založen na rotujícím konci příze ve spřádací jednotce, který při své rotaci svinuje plynule vlákna ve stužce uložené na vnitřní stěně spřádacího rotoru, takže se nepřetržitě tvoří příze. To předpokládá přerušení plynulého toku vláken, jejich sjednocení a opětné shromáždění na tzv. sběrném povrchu spřádacího rotoru v podobě stužky, která se právě pomocí rotujícího konce přetváří v přízi.

Proto se tomuto principu tvorby příze říká také předení s otevřeným koncem (označené též OE). (4)

3.2 Blokové schema výroby bavlnářské příze v n. p. TIBA závod 04 Smidary



4. Tření a soudržnost

4.1 Vliv povrchových a geometrických vlastností na zpracovatelnost

Výsledky celého procesu rotorového předení mohou podstatným způsobem ovlivnit i různé povrchové vlastnosti. (9)

Vlákna, jež se zpracovávají přádelnickou technologií přes přádelnické poloprodukty v přízi, svým tvarem, t. j. geometrií, délkou, rozdělením délek, ovlivňují jak typ navržené technologie, tak zpracovatelnost vlákenné suroviny. Postupná paralizace, průtahy, posuky - vše má za smysl vyrobit délkový útvar stejnoměrného průřezu (stejný počet vláken v průřezu) s dostatečnými parametry pro další zpracování v plošnou textilii s požadovanými a optimálními vlastnostmi. (10)

Povrchové vlastnosti lze vhodně měnit např. aviváží. Účinky aviváže se podílí na snížení elektrostatického náboje a na zlepšení zpracovatelnosti, protože se snižuje tření mezi vlákny a mezi vlákny a pracovními elementy stroje. Aviváž je nutné aplikovat velmi citlivě, neboť zvýšením hladkosti, nebo naopak dochází k poruchám při zpracování. (7)

Všeobecně lze říci, že určitým druhem aviváže lze jeden a tentýž materiál učinit dobře zpracovatelným stejně tak, jako s jiným druhem aviváže zase naopak obtíže, příp. nezpracovatelným. (9)

Jestliže se použije vhodné množství aviváže vytvoří se na povrchu vláken tenká vrstva, která má za následek snížení počtu styčných ploch, a tím i snížení koeficientu tření. Když se však použije větší množství aviváže, vytváří se mezi povrchy silnější vrstva a na koeficientu tření se ve větší míře projeví vliv vlhkosti použité aviváže (tření se zvyšuje). Při zvýšení vlhkosti se ve vláknech třecí síla obvykle zvětšuje. (7)

Mírou zpracovatelnosti je volena taková charakteristika, která dokonale zobrazuje předpřádací proces - t.j. soudržnost pramenů a přástů, kterou lze vyjádřit numericky. Délka vláken, jejich povrchový relief a z něho odvozené koeficienty tření zde také hrají důležitou úlohu. (10)

4.2 Význam tření pro zpracovatelnost

V textilní výrobě má tření důležitou úlohu, bez něho by textilní výrobky nejen nedržely pohromadě, ale nebylo by možno textilní suroviny vůbec zpracovávat. Tření také určuje chování vláken při zpracování (např. v průtahovém poli, opotřebení vodících elementů a pod.), ovlivňuje pevnost příze, podporuje soudržnost vláken v přízi a podporuje provázání či propletení nitě v látce. Vedle těchto jevů je ještě celá řada dalších vlastností textilií, které jsou určovány třením, jako omak, odolnost proti opotřebení a pod.

U rotorového předení má tření zvlášť velký význam který plyne z principu tvorby příze a její specifické struktury. V jednotlivých etapách spřádání se vyskytují různé požadavky na velikost tření. Vysoké tření o pracovní povrch rotorového dopřádacího stroje způsobuje vzrůst ohnutých, zmotaných a háčkových vláken, což má za následek snížení efektivní délky vlákna v přízi a tím i její pevnosti, snížení tažnosti příze a vzrůst hmotné nestejnoměrnosti příze. Pro správný průběh sjednocení vláken nemá být tření o povrch povlaku vyčesávacího válce příliš malé ani příliš velké, aby se zabránilo na jedné straně trhání vláken zuby povlaku vyčesávacího válce v důsledku velké síly a na druhé straně, aby při příliš vysokém tření a vysoké frekvenci otáček sjednocovacího válce nedocházelo k nadměrnému opotřebení potahu. Z toho vyplývá, že velikost síly by se měla pohybovat v určitém intervalu. (9)

4.3 Základní poznatky o tření

Běžně se tření vysvětluje jako síla, která je nutná k přesunu jednoho povrchu po druhém. Tento klasický zákon je možno vyjádřit známým vztahem

$$T_f = N \cdot f$$

kde: T_f ... třecí síla /N/
N ... normálová síla /N/
f ... koeficient tření /1/

Tření po kruhovém předmětu je možno vyjádřit:

$$T_{f2} = T_1 \cdot e^{f\varphi}$$

kde: φ ... úhel opásání /rad/

Literatura uvádí, že u vláken není dodržován klasický zákon tření. Pro vyjádření empirických údajů uvádí následující vztahy:

$$T_f = f \cdot N + \alpha \cdot S$$

$$T_{f2} = a \cdot N + b \cdot N^c$$

kde: S ... styčná plocha /m^2/
a,b,c. konstanty pro daný materiál

Za nejpřesnější závislost je uveden vztah:

$$T_f = a \cdot N^n$$

kde: a,n .. konstanty pro daný materiál
Hodnota n leží obvykle v intervalu 2/3 a 1. Jestliže n = 1, pak působí zákon tření.

Povrchy většiny materiálů nejsou rovné, proto kontakt dvou povrchů bude v místě výčnělků. V praxi převládají jevy skutečného styku dvou povrchů a narušení oblastí kontaktu při skluzu. Pro uskutečnění skluzu musí být tyto spoje narušeny pomocí posunu. Odpor posunu je také silou tření T_f, která je rovna:

$$T_f = G \cdot A$$

kde: G ... modul pružnosti ve smyku /$N.m^{-2}$/

A ... plocha kontaktu /m^2/

Jestliže A je celková plocha skutečného kontaktu, pak:

$$A = \frac{N}{P}$$

kde: P ... tlak /$N.M^{-2}$/

Dosazením dostaneme:

$$T_f = G \cdot \frac{N}{P} \qquad /9/$$

4.3.1 Statický a dynamický koeficient tření

Má-li se pohybovat jedno těleso po druhém, je k tomu zapotřebí síly. Teprve když vnější síla dostoupí určité hranice, dostane se těleso do pohybu. Tato síla určuje velikost tření v klidu t.j. statického. Také k udržení rovnoměrného pohybu je třeba určité síly, charakteristicující tření za pohybu t.j. dynamické.

Zpravidla je statické tření vyšší než dynamické, tedy síla potřebná k uvedení do pohybu je vyšší než síla potřebná k udržení rovnoměrného pohybu. Velikost dynamického tření je závislá na rychlosti. Zmenšení [illegible]ací síly nastává při nízkých rychlostech a se zvě[illegible]šova[illegible]hlosti třecí síla vzrůstá.

V literatuře se uvádí, že rozdíl ko[illegible]ie statického a dynamického do jedné desetiny [illegible]hu[illegible] rou spřadatelnost.

Statický koeficient tření vypočteme z [illegible]ného úhlu sklonění roviny při rozjezdu tělíska:

$$f_s = tg\,\alpha$$

Dynamický koeficient tření vypočteme z o[illegible]ečteného času.

$$f_D = tg\,\alpha - \frac{a}{g \cdot \cos\alpha}$$

4.4 Soudržnost přádelnických poloproduktů

Soudržnost - kohereze je definovaná jako přitažlivost mezi vlákny a je závislá na povrchu vláken, počtu doteků mezi vlákny, velikosti styčných ploch, tlaku, rychlosti vzájemného pohybu vláken, vlhkosti a pod. (8)

Mají-li vlákna takřka stejné vlastnosti včetně kvality povrchů, budou za daných podmínek mezivlákenné třecí síly, a tím i soudržnost pramene stejné. Taková vlákna budeme nazývat jako konstantní.

Jestliže pramen vláken protahujeme, zmenšuje se jeho průměr, stoupá počet dotyků mezi vlákny a tření roste. Má-li pramen stejné hmotnosti z konstantních vláken různý objem, bude průběh soudržnosti odlišný. Pramen objemnější se bude protahovat snáze.

Vkládáme-li na pramen napětí, pramen se podle daných podmínek protahuje. Tomuto protažení brání tření, jež roste se zmenšující se vzdáleností mezi vlákny a se zvyšujícím se třením mezi vlákny. Pokud je vkládané vnější napětí σ_v stále větší než dynamické síly tření mezi vlákny F_d, vlákna po sobě plynule prokluzují a po přechodu určitým maximem (nejtěsnější uspořádání) se po dalším prodlužování pramene od sebe opět vzdalují, až se pramen rozejde.

Jestliže však v průběhu protahování pramene dosáhnou dynamické síly tření velikosti vnějšího napětí, dojde k rovnováze a protahování se zastaví . Další zvýšení napětí však po zastavení pohybu nemusí překonávat dynamické tření, ale statické, které je vyšší. Jakmile vnější napětí tuto kritickou hodnotu překročí, pramen se opět protahuje. Tomuto napětí brání jen nižší dynamické síly tření a vnější napětí poklesne. (8)

Soudržnost je závislá na hustotě uložení vláken v polotovaru. S rostoucí hustotou se přilnavost zvyšuje, protože se zvětšuje množství bodů, ve kterých se vlákna navzájem dotýkají. Přilnavost, a tím i soudržnost vláken závisí značně na stupni napřímení a rovnoběžnosti vláken. Se zvětšením těchto veli[illegible] soudržnost klesá. (7)

5. Pokyny pro zpracování vláken

Kolísání kvality příze je ovlivňováno surovinou a lze je vyrovnat při míchání a zpracování. Na počátku postupu zpracování je vlákenný materiál v balíku. Je nehomogenní, špinavý, různě zhuštěný a smotaný. Úkolem je vlákna uvolnit, vyčistit, homogenizovat a orientovat. Toto je třeba provést nejpozději do poslední pasáže posukování. Tím se zabrání nerovnoměrnosti příze.

Důležitým prostředkem pro dosažení tohoto cíle je míchání ve všech možných stupních přípravy předení. Začíná to mícháním balíků. Mělo by se míchat 36-40 balíků.

Podle Königa se nehomogenita bavlny rozděluje do 2 druhů:

a) vnitřní nehomogenita

b) vnější nehomogenita

Vnitřní nehomogenita je označena rozptýlením vláken uvnitř jednoho balíku nebo jedné vlákenné vločky.

Vnější nehomogenita je určena rozdílností balíků (velikost balíku, hustota balíku) nebo rozdílnou velikostí vločky.

V čistírně se velikost vločky stále zmenšuje , a to řadou strojů. Stálé zmenšování vločky zároveň znamená zmenšení nehomogenity a zlepšení stejnoměrnosti vlastností vlákna a příze. Čím menší je objem vločky, tím menší je možnost rozptýlení vlastností vláken uvnitř vločky.

Špína a nopky se odstraní lépe z bavlny, jestliže budou ležet na povrchu vločky..

Chceme-li uskutečnit co nejrychlejší sjednocení vlákna musíme mít intenzivní směs:

a) odebíráním velkého množství balíků (min. 36-40)

b) odebíráním malých vloček

c) mísením při odebírání

d) použitím směsové komory

e) dostatečným družením (16)

Pro výslednou jakost příze je rozhodující výběr suroviny. Doporučuje se pro výpřed jemných rotorových přízí bavlna o jemnosti vláken do 4,2 micronaire a nejnižší pevnost 7,82 Pressley, délce 31-32 mm a zralosti 80 %. Experimentálně bylo prověřeno, že lze vyrobit příze odpovídající požadované jakosti s nízkou přetrhovostí a ve vyhovující cenové relaci. Pro přípravu pramene nutno volit kvalitní čistírnu a protahovací stroj s regulací. Po druhé pasáži protahování se pramen předkládá stroji BD 200. Pečlivá údržba strojů, dodržování technologických postupů a kázeň pracovníků je nutná k tomu, aby bylo možné vyrábět z 2x posukovaného pramene kvalitní bavlněnou přízi v rozsahu jemností : 20 tex, 16,5 tex, 14,5 tex a popř. i 12 tex. /6/

6. Příčiny chyb přízí

Rotorové předení dalo výrobě nové impulzy. Výhody nového způsobu předení jsou omezeny tvorbou sedimentu ve zvlákňovacích rotorech. Vzniká prachem a špínou, které jsou v každé bavlně a částmi přetrhů.

Příčiny chyb vznikají:

a/ surovinou

b/ postupem

6.1 Příčiny chyb vznikající surovinou

a/ nezralá a mrtvá bavlna

Stupeň zralosti je zde na prvním místě, protože nejvíce ovlivňuje způsob zpracování bavlny. Nedostatečná zralost bavlny vede v přádelně k následujícím chybám:

- přetrh vláken a zvýšený podíl krátkých vláken
- vysoký podíl odpadu
- tvorba nopků při mykání
- špatná zpracovatelnost

- rostoucí přetrh nití
- špatné výsledky CV
- nízká pevnost příze
- špatný vzhled příze
- různá barevná afinita

b/ redukovaná pevnost vlákna

Pevnost vlákna závisí na druhu resp. jemnosti, na růstových podmínkách a na stavu bavlny. Redukovaná pevnost může také vznikat při přehřátí při vyzrňování. To vede k následujícím problémům:

- poškození vlákna a tvorba prachu
- roste přetrh nitě
- ztráta vláken
- nízká hranice vypředení
- nízká pevnost příze a její následky pro další zpracování.

c/ nadproporcionální podíl krátkých vláken

Následky zvýšeného podílu krátkých vláken jsou:

- růst přetrhu nití
- nízká pevnost příze
- přetrh útku při tkaní
- chyby vznikající na okrouhlých pletacích strojích

Další chyby vznikající "plovoucími" vlákny, které způsobují krátká vlákna:

- chyby přízí jako nopky, plameny
- zhoršená stejnoměrnost příze /variační koeficient roste/
- rostoucí chlupatost

Z toho vyplývá zhoršený vzhled zboží jako např. pruhy v tkanině nebo pruhovitost v pletenině.

Vysoký podíl krátkých vláken ovlivňuje:

- ztrátu vláken
- zvýšenou tvorbu odletků /porucha strojů, zatížení klimatického zařízení/

- zvýšená tvorba sedimentu při rotorovém předení a zhoršení kvality příze

d) podíl špíny a cizích těles

Podíl špíny tvoří částice hrubé špíny v bavlně, především rostlinné zbytky, stonky, části listů, plevel a dřevnaté části tobolky, které jsou částečně spojené s vlákny . Třídy bavlny berou v úvahu podíl špíny tzn., že s ním může být kalkulováno při nákupu. Podle druhu existuje velká šířka kolísání pro jednotlivé části špíny. Moderní metody sklízení a moderní stroje pro sklizeň vedou k narůstání podílu špíny v bavlně.

Cizí tělesa v bavlně:

- dehtové části
- balící materiál (PVC)
- látkové zbytky a zbytky přízí
- zbytky chemických vláken
- kovové části

Čím bude vyšší výkon pří výrobě a požadavek na zvláknění materiálu, tím nižší musí být podíl rušících cizích těles. To platí především pro rotorové předení

Cizí tělesa vždy vedou k přetrhům nití, protože překáží procesu zakroucení vláken v přízi.

Následky zvýšeného podílu špíny a cizích těles jsou:

- vysoký podíl odpadu
- škody na stroji
- přerušení procesu předení a přetrhy nití
- velké náklady na čištění
- chyby v tkanině a pletenině

e) prach

Nežádoucí prach může být mineralického původu. Většinou ale vzniká během zpracování z bavlny nebo částí hrubé špíny. Prach vede, a to především při rotorovém předení, k zhoršení všech hodnot příze a k redukci užitného efektu.

f) lepící látky

Doprovodné látky byvlny, které vedou k lepení:

- houby a bakterie
- rostlinné šťávy
  - cukr rostlinné šťávy
  - listový nektar
  - zvýšený růstový podíl
- olejové zbytky od odsemeňování
- zárodky nemocí
- umělé látky
  - prostředek na odlistování (DEFOLIANTS)
  - prostředek na vyhlazení hmyzu
  - hnojiva
  - olej od sklízecích strojů

Existují ještě další substance v bavlně, které se nedají dokázat cukrovým testem.

g) barevné odlišnosti a škody vznikající počasím

Barevné odlišnosti se berou v úvahu už při třídění. Ukazují redukovanou pevnost vláken nebo nedostatečný stupeň zralosti. Barva bělené bavlny úzce souvisí s barvou surové bavlny. Škody vznikající počasím vedou k redukované pevnosti vláken a ke křehkosti.

6.2 Chyby vznikající postupem

a) chyby vznikající postupem

- nedostatečná směs (balíky)
- nesprávné využití strojů
- špatný úklid
- nedostatečná paraletizace vláken

b) chyby vznikající stroji

- poškozené pracovní elementy strojů
- kolísání výkonů a vysazení strojů
- konstrukční chyby

c) chyby vznikající obsluhou
- nedostatečná kontrola výroby
- chyby vznikající obsluhou (přetížení)
- nedostatečné hlídání
d) klimatické odlišnosti (16)

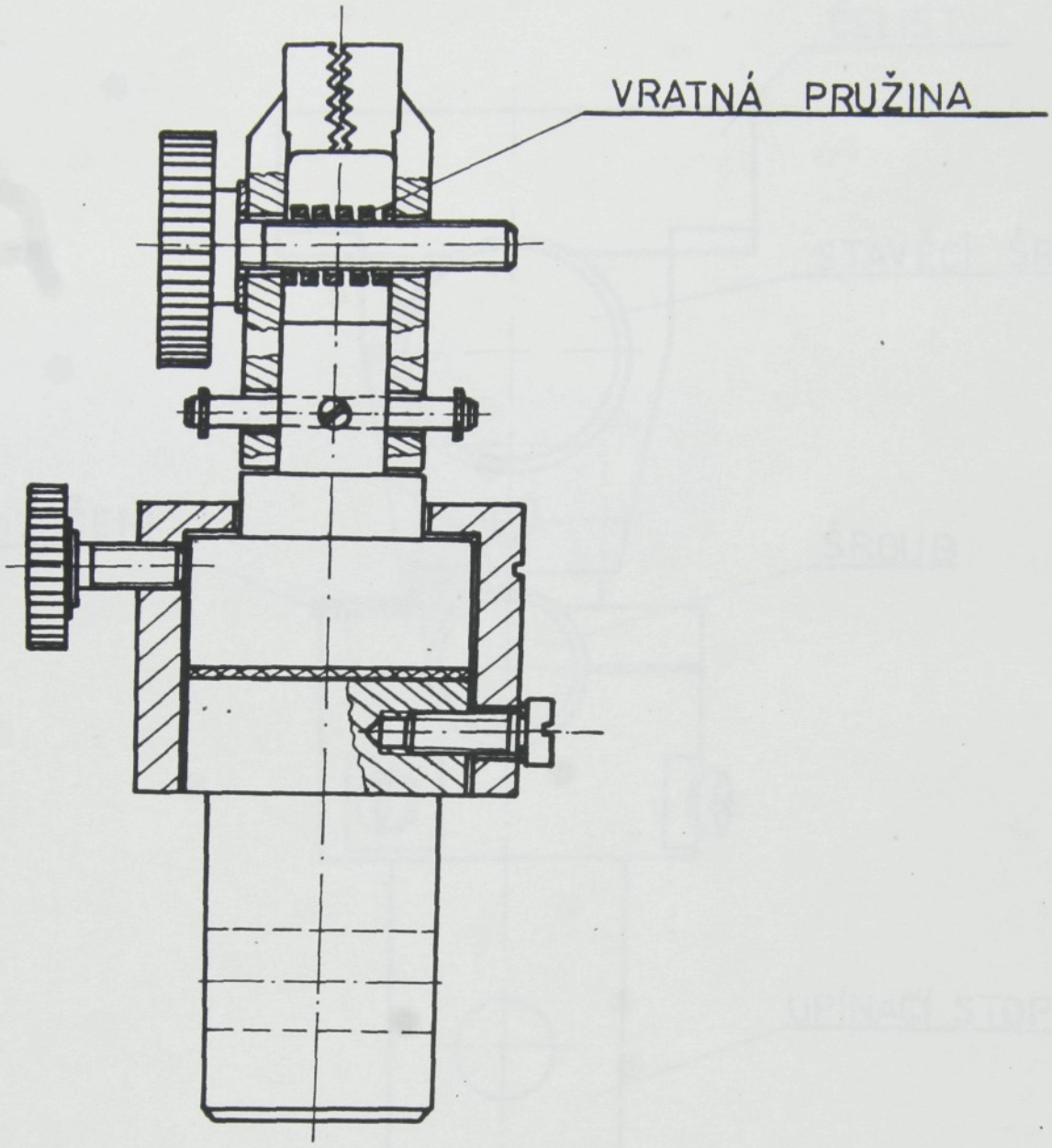
III. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

7. Návrh otočné nastavitelné čelisti k dynamometru Instron

7.1 Popis čelisti

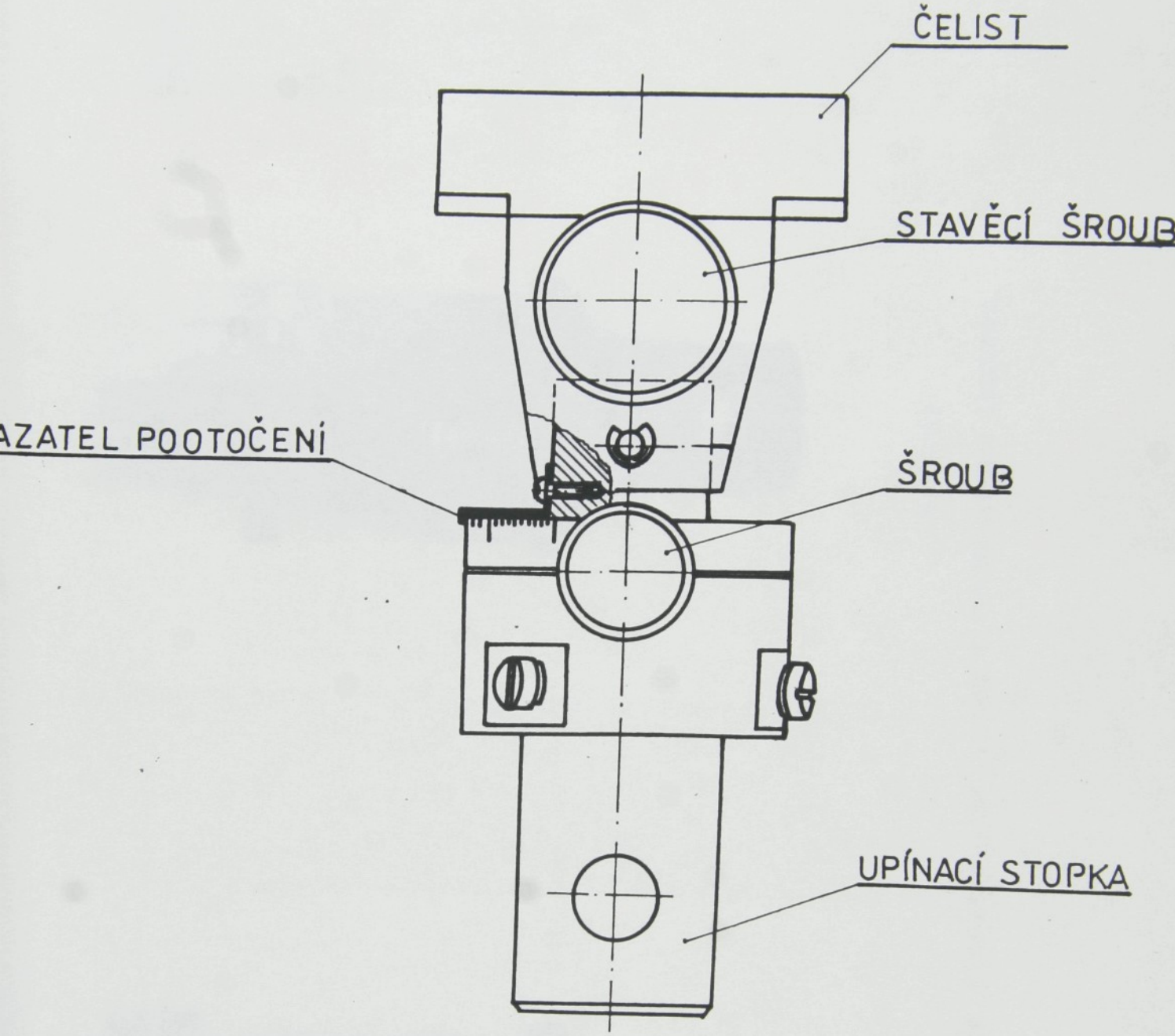
Pro stanovení soudržnosti bavlněných posukovaných pramenů byla navržena otočná nastavitelná čelist k dynamometru Instron. Otočné čelisti bylo třeba proto, že posuzování soudržnosti se provádělo na pramenu bez zákrutu, při polovičním, jednom a jednom a půl, dvou a dvou a půl zákrutech. Otočná nastavitelná čelist se skládá z vlastních čelistí, které lze pomocí stavěcího šroubu od sebe oddalovat a přibližovat. Mezi čelistmi je vratná pružina. K zajištění požadované polohy otočení slouží šroub. Ukazatel pootočení registruje úhel otočení čelisti. Pomocí upínací stopky se čelist upne na pohyblivý příčník dynamometru Instron.

Tvar a velikostje uvedena na obr. 1, 2 (v měřítku 1:1)a na fotografiích na obr. 3, 4.

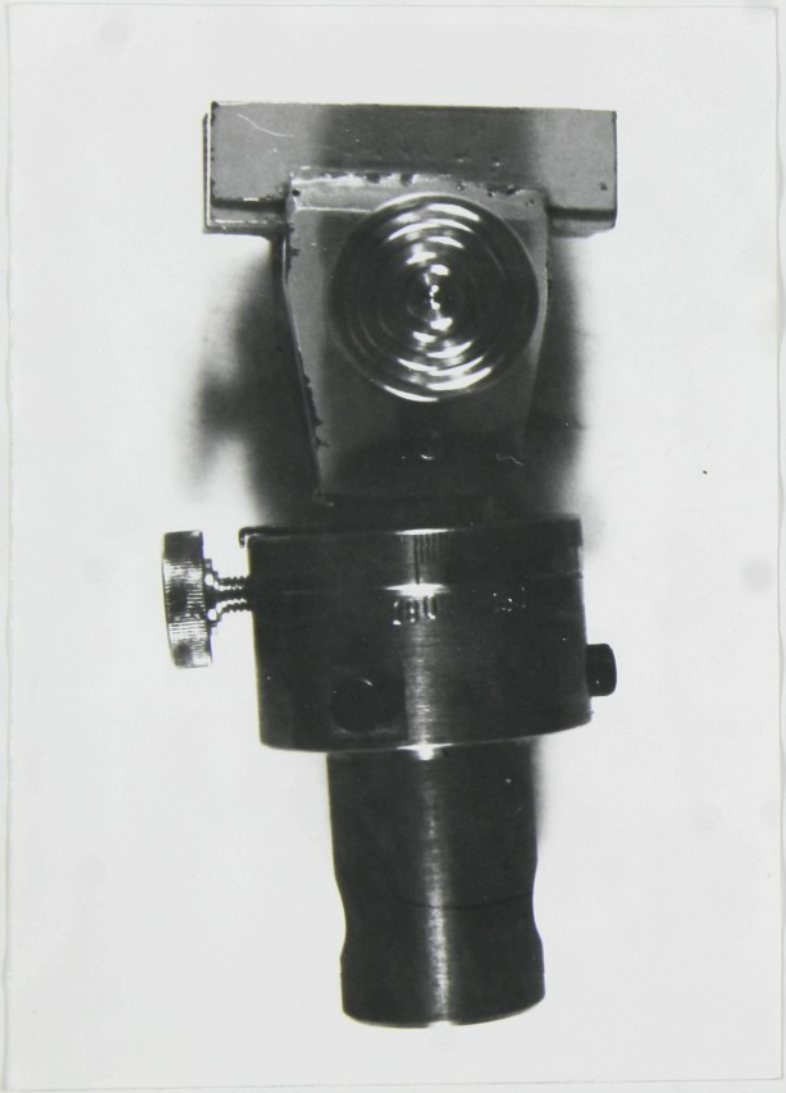


Obrázek č. 2

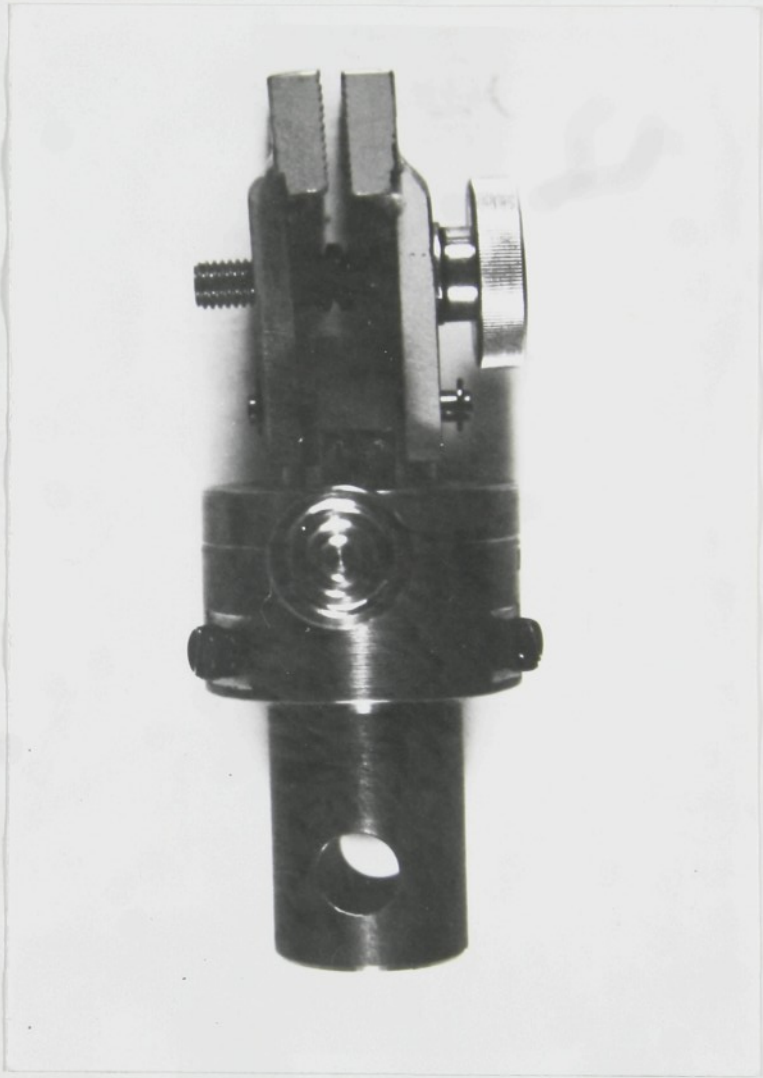
Otočná nastavitelná čelist k dynamometru Instron /bokorys/



Obrázek č. 1
Otočná nastavitelná čelist k dynamometru Instron /nárys/



nárys



bokorys

Obrázek č. 3 a 4 - Otočná nastavitelná čelist k dynamometru Instron

7.2 Příprava vzorku

Vzorky byly zhotoveny z posukovaného bavlněného pramene po 1. pasáži (délková hmotnost3797 tel.) a po 2. pasáži (délková hmotnost 3606 tex.) dodaného z n. p. TIBA závod 04 Smidary.

Upínací délka vzorku byla zvolena na základě zhotovení staplového diagramu, ze kterého určíme maximální délku vláken. Staplový diagram bavlněného posukovaného pramene je uveden v příloze č. 1,2.

Měření bylo provedeno při upínací délce 150 mm (t. j. zhruba čtyřnásobek max. délky vláken) a pro hlubší posouzení při nulové, poloviční, jednom, jednom a půl, dvou, dvou a půl zákrutech.

Upínací délka 50 mm byla zvolena jen jako extrémní hodnota pro posouzení soudržnosti na krátkém úseku bez zákrutu.

Vzorky byly klimatizované 24 hodin při 65 +- 2%. relativní vlhkosti vzduchu a 20 + - 2 °C.

7.3 Metodika měření

Klimatizovaný vzorek upneme nejdříve do horní čelisti, potom do spodní čelisti a podle požadovaného zákrutu čelist pootočíme a zajistíme šroubem. Pak přístroj spolu s grafickým záznamem uvedeme do chodu.

Průbeh síly potřebné až k rozpadnutí vzorku se graficky zaznamenává. Vybrané charakteristické průběhy křivek pevnost, tažnost jsou uvedeny v příloze č. 2 - 15 . Změny, ke kterým dochází při protahování jsou podrobně popsané v kapitole 4.4.

Po rozpadnutí vzorku se materiál těsně u čelistí odstřihne.

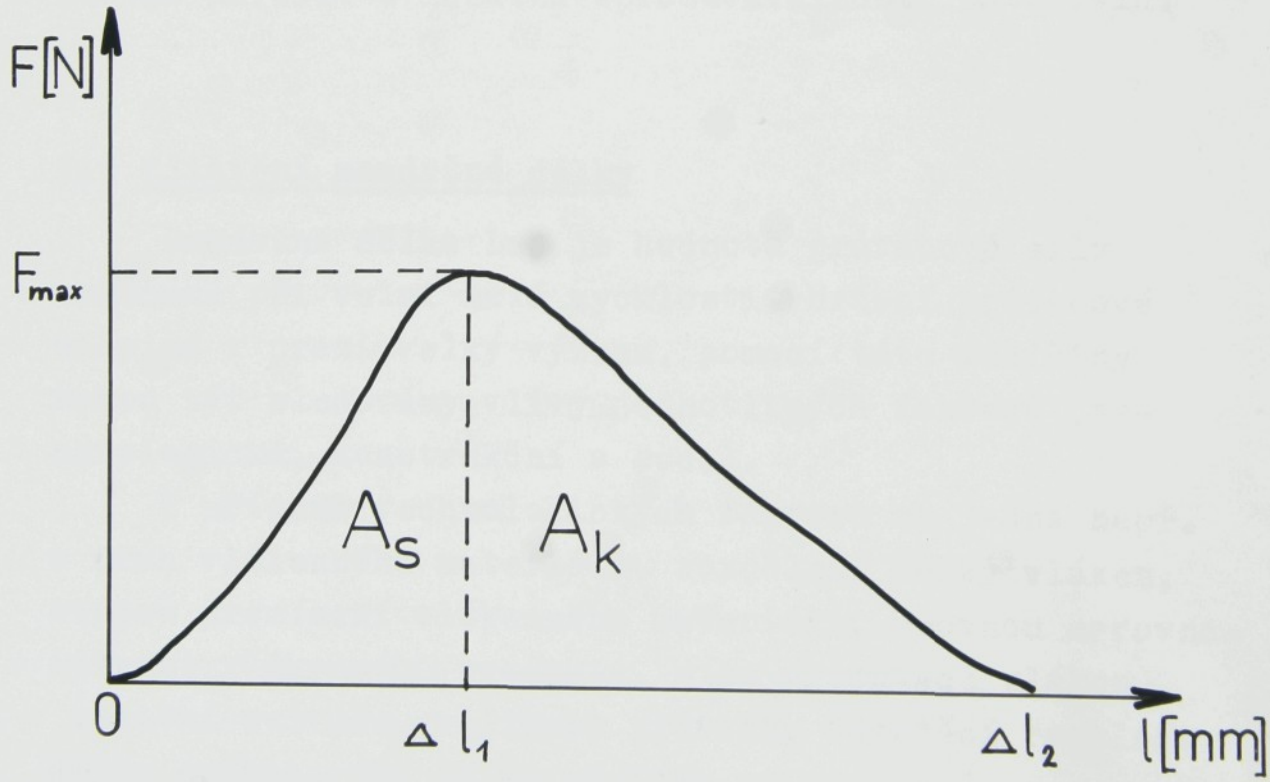
Celkem bylo proměřeno po 25 vzorcích upínací délky 150 mm pro 0 - 2,5 zákrutu na materiálu odebíraném po 1. a 2. pasáži protahování a po 25 vzorcích upínací délky 50 mm na pramenu bez zákrutu po 1. a 2. pasáži protahování.

Podmínky měření:

přístroj	dynamometr Instron
upínací délka	l = 150 mm, 50 mm
rychlost příčníku	5 cm . min^{-1}
rychlost registr. papíru	10 cm . min^{-1}
zákrut	0 - 2,5
rozsah dynamometru	
- do 2 zákrutů	20 N
- pro 2,5 zákrutu	200 N

7.4 Vyhodnocení měření

Odstřihnuté vzorky zvážíme na laboratorních váhách. Z grafického záznamu pevnost - tažnost přádelnického poloproduktu odčítáme maximální sílu soudržnosti F_{max}. Planimetrováním zjistíme plochu znázorňující práci soudržnou a práci kluznou.



Obr. č. 5
Zidealizovaný průběh křivek pevnost - tažnost přádelnického poloproduktu.

Graf můžeme rozdělit na dvě oblasti:

I. oblast $0 - \Delta l_1$

II. oblast $\Delta l_1 - \Delta l_2$

V I. oblasti narůstá soudržná síla, plochu pod křivkou označíme A_S - práce soudržná.

Ve II. oblasti $\Delta l_1 - \Delta l_2$ se uplatňují kluzné síly, vlákna se od sebe oddělují, plochu pod křivkou označíme A_K - práce kluzná.

Koeficient zpracovatelnosti K_Z lze potom určit jako poměr práce soudržné k práci kluzné. V případě, že práce soudržná se rovná práci kluzné, tedy $K_Z = 1$, můžeme hovořit o ideální zpracovatelnosti materiálu.

7.5 Zjištění soudržné délky

Soudržná délka Lsj je hodnota průtahové síly naměřená při velmi malé rychlosti. Určení průtahové síly má v praxi velký význam, pomocí této veličiny mohou být sledovány vlivy jednotlivých faktorů (technologické, konstrukční a pod.).

V případě technologických faktorů se jedná např. o druh vlákenného materiálu, rozdělení délky vláken, stupeň promísení vlákenného materiálu, hmotnou nerovnoměrnost vlákenného produktu, míru orientace vláken, maštění aviváže, velikost průtahu, odváděcí rychlost, délku průtahového pole, přítlak válců, družení.

Ovlivňující faktory z konstrukčního hlediska jsou např. průtahový systém, uložení vrchních a spodních válců, rýhování spodních válců, přesnost provedení.

Tato metoda měření průtahové síly je založena na zjištění příslušných hodnot soudržné síly a prodloužení. Vlákenný materiál se protahuje na dynamometru. Vyskytující se maximální síla F_{max} se definuje jako síla

7.6 Vztahy pro výpočet

Pro výpočet se používají následující vztahy uvedené v literatuře.(15)
Z odvážených hmotností prověřovaných vzorků a upínací délky vypočítáme délkovou hmotnost zkoušeného vzorku:

$$T_j = \frac{mj}{l} \cdot 10^3 \quad /tex/ \qquad (1)$$

kde: T_j .....délková hmotnost zkoušeného vzorku /tex/
mj .....hmotnost zkoušeného vzorku /g/
l .....upínací délka /m/

Soudržnou délku vypočítáme dle vztahu:

$$Lsj = \frac{Fmax. \cdot 10^6}{g \cdot Tj} \quad /m/ \qquad (2)$$

kde: Fmax.....síla soudržnosti jednotlivého vzorku /N/
g .....gravitační zrychlení /$m.sec^{-2}$/
Tj .....délková hmotnost zkoušeného vzorku /tex/

Koeficient zpracovatelnosti zjistíme z podílu planimetrovaných ploch:

$$K_Z = \frac{A_S}{A_K} \quad /1/ \qquad (3)$$

A_S .....práce soudržná /mm^2/

A_K .....práce kluzná /mm^2/

Naměřené a vypočtené hodnoty jsou uvedené v tabulkách č. 1 - 14 a průměrné hodnoty $\overline{F}$ max, $\overline{L}_S$, $\overline{K}_Z$ po 1. a 2. pasáži protahování pro upínací délku 150 mm i 50 mm jsou uvedené v tabulkách 15 - 17.

TABULKA č. 1

Pramen po 1. pasáži protahování - 0. zákrutu /150 mm/

j	m_j/g/	T_j/tex/	F_{max}/N/	L_{sj}/m/	A_{sj}/mm^2/	A_{kj}/mm^2/	K_z
1.	0,7381	4920,7	1,1875	24,6001	1370	2590	0,53
2.	0,6994	4662,7	1,2708	27,7825	1780	3070	0,58
3.	0,6787	4524,7	1,0208	22,9976	1050	3020	0,35
4.	0,7210	4806,7	1,1875	25,1835	1600	2920	0,55
5.	0,6997	4664,7	1,1042	24,1298	1480	2080	0,71
6.	0,7236	4824,0	0,9792	20,6916	980	1920	0,51
7.	0,7056	4704,0	1,1667	25,2827	1080	2330	0,46
8.	0,6889	4592,7	1,1250	24,9698	1230	1690	0,73
9.	0,6947	4631,3	1,2292	27,0552	1930	3690	0,52
10.	0,6633	4422,0	1,0417	24,0135	1360	1870	0,73
11.	0,7180	4786,6	1,2708	27,0633	1930	2780	0,69
12.	0,7077	4718,0	1,1667	25,2076	1440	2470	0,58
13.	0,6890	4593,3	1,0208	22,6541	590	1780	0,33
14.	0,7586	5057,3	1,1667	23,5164	1680	2760	0,61
15.	0,7186	4776,0	1,0625	22,6775	1380	2260	0,61
16.	0,7088	4725,3	1,1458	24,7178	1720	2510	0,69
17.	0,7100	4733,3	1,1667	25,1262	1720	2190	0,79
18.	0,7745	5163,3	1,0833	21,3871	1260	2050	0,61
19.	0,7338	4892,0	1,1458	23,8755	1790	2760	0,65
20.	0,7280	4853,0	1,1667	24,5049	1410	2170	0,65
21.	0,7033	4688,7	1,2083	26,2696	1120	2160	0,52
22.	0,6785	4523,3	1,1042	24,8842	1430	2370	0,60
23.	0,6746	4497,3	1,1250	25,4995	1640	2410	0,68
24.	0,6867	4578,0	1,1250	25,0500	1170	2030	0,58
25.	0,7492	4994,7	1,4375	29,3379	2170	2940	0,74
$\bar{x}$			1,1483	24,7391			0,60

TABULKA č. 2

Pramen po 1. pasáži protahování - 0,5 zákrutu /150 mm/

j	m_j/g/	T_j/tex/	F_{max}/N/	L_{sj}/m/	A_{sj}/mm^2/	A_{kj}/mm^2/	K_z
1.	0,6536	4357,3	1,5625	36,5539	2410	2810	0,86
2.	0,6673	4448,7	1,5000	34,3708	1720	2550	0,67
3.	0,6848	4565,3	1,5417	34,4240	1520	2610	0,58
4.	0,7519	5012,7	1,7083	34,7395	2510	3380	0,74
5.	0,7159	4772,7	1,6458	35,1515	2520	3190	0,79
6.	0,7098	4732,0	1,3333	28,7220	1700	2810	0,61
7.	0,6590	4393,3	1,5000	34,8042	1840	2930	0,63
8.	0,6982	4654,7	1,3958	30,5677	2060	3210	0,64
9.	0,7370	4913,3	1,3125	27,2306	1630	2700	0,60
10.	0,7411	4940,7	1,5208	31,3772	2270	3120	0,73
11.	0,6557	4438,0	1,5000	34,4536	2030	3030	0,67
12.	0,6685	4456,7	1,2917	29,5447	1640	2630	0,62
13.	0,7270	4844,7	1,8750	39,4517	2390	3560	0,67
14.	0,6786	4524,0	1,5417	34,7383	2280	2790	0,81
15.	0,6585	4390,0	1,7500	40,6335	2270	3200	0,71
16.	0,6685	4456,6	1,6042	36,6932	2190	3000	0,73
17.	0,6896	4597,3	1,6667	36,9361	2080	3160	0,66
18.	0,6588	4392,0	1,8750	43,5181	2160	3050	0,71
19.	0,6969	4646,0	1,3333	29,2536	1840	2810	0,65
20.	0,6846	4564,0	1,6042	35,8298	2250	2750	0,82
21.	0,6964	4642,7	1,3125	28,8177	1880	2840	0,66
22.	0,7914	5276,0	1,7500	33,8115	2720	3990	0,68
23.	0,7571	5047,3	1,5208	30,7145	2240	3210	0,70
24.	0,7533	5022,0	1,3542	27,4876	1750	3290	0,53
25.	0,6828	4552,0	1,5417	34,5246	2100	2770	0,76
$\bar{x}$			1,5417	33,7748			0,69

TABULKA č. 3

Pramen po 1. pasáži protahování - 1. zákrut /150 mm/

j	m_j/g/	T_j/tex/	F_{max}/N/	L_{sj}/m/	A_{sj}/mm^2/	A_{kj}/mm^2/	K_z
1.	0,6568	4378,7	2,9792	69,3562	4120	5450	0,76
2.	0,7032	4688,0	3,8542	83,8065	5710	7050	0,81
3.	0,6585	4390,0	2,6458	61,4361	4490	4940	0,91
4.	0,6370	4246,7	3,2083	77,0113	4900	5390	0,91
5.	0,6737	4491,3	2,9167	66,1989	4870	5880	0,83
6.	0,6492	4328,0	1,9792	46,6158	3230	4360	0,74
7.	0,6770	4513,3	2,8125	63,5228	3950	5520	0,72
8.	0,6589	4392,7	2,8333	65,7494	3970	5570	0,72
9.	0,6883	4588,7	3,1458	69,8831	4860	5660	0,86
10.	0,7165	4776,7	3,4375	73,3577	5980	6780	0,88
11.	0,6948	4632,0	2,4167	53,1845	3610	4340	0,83
12.	0,7177	4784,7	3,7917	80,7812	7110	8450	0,84
13.	0,7090	4726,7	3,4375	74,1337	5030	7570	0,66
14.	0,6868	4578,7	3,9583	88,1247	5630	8980	0,63
15.	0,6501	4334,0	3,1458	73,9900	4480	6210	0,72
16.	0,7200	4800,0	3,8333	81,4072	6780	7280	0,93
17.	0,6581	4387,3	2,8333	65,8304	3700	4950	0,75
18.	0,7002	4668,0	3,2500	70,9714	4840	6880	0,70
19.	0,6550	4366,7	3,0417	71,0058	4810	6950	0,69
20.	0,7181	4787,3	2,5000	53,2329	3540	4390	0,81
21.	0,7025	4683,3	2,9375	63,9377	4380	6060	0,72
22.	0,6888	4592,0	3,2083	71,2203	4970	7210	0,69
23.	0,6590	4393,3	3,1458	72,9913	4980	7270	0,69
24.	0,6547	4364,7	2,6667	62,2803	3580	5370	0,67
25.	0,6585	4390,0	2,8333	65,7899	4140	5510	0,75
$\bar{x}$			3,0725	69,0328			0,77

TABULKA č. 4

Pramen po 1. pasáži protahování - 1,5 zákrutu /150 mm/

j	m_j/g/	T_j/tex/	F_{max}/N/	L_{sj}/m/	A_{sj}/mm^2/	A_{kj}/mm^2/	K_z
1.	0,7137	4758,0	4,6667	99,9808	2430	5300	0,46
2.	0,6971	4647,3	8,0417	176,3917	6280	8160	0,77
3.	0,6834	4556,0	5,5000	129,0580	3690	5520	0,67
4.	00,6423	4282,0	4,6667	111,0949	3440	4890	0,70
5.	0,6643	4428,7	5,9167	136,1866	4670	6920	0,67
6.	0,6674	4449,3	4,3750	100,2345	2610	4700	0,56
7.	0,6834	4556,0	6,7917	151,9588	5060	6750	0,75
8.	0,6528	4352,0	5,2500	122,9706	3750	5760	0,65
9.	0,6944	4629,3	5,3333	117,4388	4590	6350	0,72
10.	0,6499	4332,7	5,3333	125,4782	3780	5710	0,66
11.	0,6390	4260,0	4,8750	116,6530	4120	5730	0,72
12.	0,6667	4444,7	4,9583	113,7159	3930	5760	0,68
13.	0,6930	4620,0	6,1667	136,0636	5310	6920	0,77
14.	0,6799	4532,7	6,5000	146,1798	5100	6420	0,79
15.	0,7149	4766,0	8,3750	179,1273	4930	9850	0,50
16.	0,6650	4433,3	4,2083	96,7633	3140	4960	0,63
17.	0,7114	4742,7	5,9167	127,1701	5100	6570	0,78
18.	0,6530	4353,3	5,3750	125,8609	3990	3900	1,02
19.	0,6945	4630,0	6,7917	149,5301	4810	7500	0,64
20.	0,7096	4730,7	5,4583	117,6151	4330	5110	0,85
21.	0,6772	4514,7	7,2083	162,7552	5040	7550	0,67
22.	0,6862	4574,7	5,4583	121,6258	3590	6610	0,54
23.	0,7078	4718,7	6,2917	135,9179	5090	8710	0,58
24.	0,7269	4846,0	5,7917	121,8298	3970	7040	0,56
25.	0,7349	4899,3	6,9583	144,7772	5360	9110	0,59
$\bar{x}$			5,8483	130,4151			

TABULKA č. 5

Pramen po 1. pasáži protahování - 2 zákruty /150 mm/

j	m_j/g/	T_j/tex/	F_{max}/N/	L_{sj}/m/	A_{sj}/mm^2/	A_{kj}/mm^2/	K_z
1.	0,7165	4776,7	7,5000	160,0532	4240	5450	0,7
2.	0,7550	5033,3	9,2500	187,3354	2180	6780	0,3
3.	0,7238	4825,3	8,1667	172,5255	2340	7250	0,3
4.	0,7152	4768,0	9,0833	194,1952	2030	6360	0,3
5.	0,7160	4773,3	8,9167	190,4217	2270	6630	0,34
6.	0,7238	4825,3	6,9167	146,1186	1610	5420	0,30
7.	0,7774	5182,7	8,3333	163,9049	2730	4690	0,58
8.	0,7347	4898,0	9,6667	201,1826	2870	4980	0,58
9.	0,7544	5029,3	9,7500	197,6187	3580	5670	0,63
10.	0,7384	4922,6	7,4167	153,5844	1780	6450	0,28
11.	0,7057	4704,6	6,1667	133,6168	1790	4130	0,43
12.	0,6709	4472,7	6,5000	148,1408	2230	3140	0,71
13.	0,6879	4586,0	9,1667	203,7558	2460	6320	0,39
14.	0,7378	4918,7	8,3333	172,7021	2710	4240	0,64
15.	0,7045	4696,7	9,4167	204,3793	2390	5300	0,45
16.	0,7892	5261,3	8,1667	158,2284	2760	5780	0,48
17.	0,7128	4752,0	6,7500	144,7966	1500	67200	0,22
18.	0,7090	4626,7	10,2500	221,0532	3010	5320	0,57
19.	0,6852	4568,0	10,9167	243,6107	2630	7300	0,36
20.	0,7282	4854,7	7,8333	164,4801	2420	4350	0,53
21.	0,7292	4861,3	6,6667	139,7943	1930	3780	0,51
22.	0,7144	4762,7	5,7500	123,0681	1350	5770	0,23
23.	0,6967	4644,7	14,9167	327,3754	4860	7860	0,62
24.	0,6770	4513,3	9,2500	208,9193	2140	5030	0,43
25.	0,6954	4636,0	9,8333	216,2155	2580	4800	0,54
$\bar{x}$			8,5955	183,0831			0,46

TABULKA č. 6

Pramen po 1. pasáži protahování - 2,5 zákrutu /150 mm/

j	m_j/g/	T_j/tex/	F_{max}/N/	L_{sj}/m/	A_{sj}/mm^2/	A_{kj}/mm^2/	K_z
1.	0,7332	4888,0	8,3333	173,7868	580	1450	0,40
2.	0,7141	4760,7	12,9166	276,5721	2650	1240	2,14
3.	0,6774	4516,0	10,8333	244,5332	460	1420	0,32
4.	0,6716	4477,3	11,2500	256,1341	610	900	0,68
5.	0,6767	4511,3	10,4167	235,3745	930	1220	0,76
6.	0,6392	4261,3	9,5833	229,2472	1280	960	1,33
7.	0,6538	4358,7	7,5000	175,4023	640	810	0,79
8.	0,6443	4295,3	8,3333	197,7673	380	1250	0,30
9.	0,6746	4497,3	12,5000	283,3278	670	880	0,77
10.	0,6867	4578,0	12,5000	278,3333	1150	1150	1,00
11.	0,6673	4448,7	13,7500	315,0653	790	1130	0,70
12.	0,6526	4350,7	12,0833	283,1114	540	1430	0,38
13.	0,6352	4234,7	12,5000	300,8973	740	890	0,83
14.	0,6692	4461,3	12,9167	295,1353	1050	910	1,15
15.	0,6747	4498,0	15,8333	358,8252	760	1350	0,56
16.	0,6864	4576,0	14,9999	334,1437	630	1930	0,33
17.	0,7076	4717,3	10,4167	225,0959	520	1210	0,43
18.	0,6440	4293,3	12,0833	296,8965	640	1240	0,52
19.	0,6092	4061,3	9,5833	240,5365	1190	1030	1,16
20.	0,6723	4482,0	14,9999	341,1517	860	1260	0,68
21.	0,6739	4492,7	12,9167	293,0726	1190	930	1,28
22.	0,6530	4353,3	11,2500	263,4298	480	730	0,66
23.	0,6696	4464,0	11,2500	256,8972	1440	1040	1,38
24.	0,6787	4254,7	14,9999	337,9322	910	1640	0,5[illegible]
25.	0,6774	4516,0	10,4167	235,1296	750	122[illegible]	
$\bar{x}$			11,7666	286,7120			0,7

TABULKA č. 7

Pramen po 2. pasáži protahování - 0 zákrutu /150 mm/

j	m_j/g/	T_j/tex/	F_{max}/N/	L_{sj}/m/	A_{sj}/mm^2/	A_{kj}/mm^2/	K_z
1.	0,5237	3491,3	0,7292	21,2907	780	1630	0,48
2.	0,5787	3858,0	0,8125	21,4680	1190	1610	0,74
3.	0,5761	3840,7	0,7083	18,7991	960	1350	0,71
4.	0,5164	3442,7	0,7083	20,9724	700	1220	0,57
5.	0,5454	3636,0	0,8333	23,3619	700	1490	0,47
6.	0,5429	3619,3	0,7083	19,9491	520	1230	0,42
7.	0,5774	3849,3	0,8333	22,0674	790	2040	0,39
8.	0,5651	3767,3	0,6875	18,6026	670	1500	0,45
9.	0,5657	3771,3	1,1875	32,0977	1080	2060	0,52
10.	0,5927	3951,3	0,8750	22,5735	810	1870	0,43
11.	0,5557	3704,7	0,6875	18,9169	750	1450	0,52
12.	0,5776	3850,7	0,8125	21,5087	760	1660	0,46
13.	0,5645	3763,3	0,7083	19,1858	700	1500	0,47
14.	0,5578	3718,3	0,6667	18,2755	610	1430	0,43
15,	0,5719	3812,7	0,6875	18,3811	610	1530	0,40
16.	0,5834	3889,3	0,8333	21,8404	850	1340	0,63
17.	0,5586	3724,0	0,7708	21,0991	670	3630	0,18
18.	0,5851	3834,0	0,7292	19,3878	680	1060	0,64
19.	0,5922	3948,0	1,0000	25,8199	1310	1720	0,76
20.	0,5523	3682,0	0,7083	19,6094	740	940	0,7
21.	0,5686	3790,7	0,9375	25,2106	1120	1690	0,6
22.	0,5778	3352,0	0,7500	19,8475	770	1530	0,5
23.	0,5779	3852,7	0,8125	21,4976	910	1780	0,5
24.	0,5641	3760,7	0,6875	18,6352	670	1230	0,5
25.	0,5989	3992,7	0,7292	18,6171	840	1020	0,8
$\bar{x}$			0,7842	21,1606			0,5

TABULKA č. 8

Pramen po 2. pasáži protahování - 0,5 zákrutu /150 mm/

j	m_j/g/	T_j/tex/	F_{max}/N/	L_{sj}/m/	A_{sj}/mm^2/	A_{kj}/mm^2/	K_z
1.	0,5574	3716,0	1,3333	36,5749	1640	2570	0,64
2.	0,5645	3763,3	0,6775	18,6224	880	1260	0,70
3.	0,5279	3519,3	0,8542	24,7420	720	1350	0,53
4.	0,5341	3560,7	1,4167	40,5577	1450	2970	0,49
5.	0,5473	3648,7	1,1458	32,0111	1210	1810	0,67
6.	0,5360	3573,3	0,9167	26,1510	790	1630	0,48
7.	0,5443	3628,7	1,1667	32,7747	1370	1960	0,70
8.	0,5351	3567,3	1,3333	38,0995	1040	2100	0,50
9.	0,5437	3624,7	0,7500	21,0921	810	1390	0,58
10.	0,5934	3926,0	0,8333	21,4722	770	1730	0,45
11.	0,5193	3462,0	0,7083	20,8555	610	1320	0,46
12.	0,5332	3554,7	1,6875	48,3918	1700	2420	0,70
13.	0,5272	3514,7	0,9792	28,3997	810	1440	0,56
14.	0,5388	3592,0	1,2917	36,6569	1630	2130	0,77
15.	0,5785	3856,7	0,9792	25,8813	990	1720	0,58
16.	0,5724	3816,0	1,0208	27,2686	1070	1830	0,58
17.	0,5636	3757,3	1,0208	27,6946	910	1760	0,52
18.	0,5642	3761,3	1,1250	30,4892	990	2070	0,48
19.	0,5570	3713,3	0,8750	24,0203	900	1530	0,59
20.	0,5629	3752,7	1,1458	31,1240	1120	1990	0,56
21.	0,5636	3757,3	1,0625	28,8260	980	1690	0,58
22.	0,5561	3707.3	0,8125	22,3407	740	1510	0,49
23.	0,5663	3775,3	1,1260	30,3761	1010	1730	0,58
24.	0,5570	3713,3	1,5625	42,8935	1390	2760	0,50
25.	0,5843	3895,3	1,3958	36,5269	1540	2650	0,5[illegible]
$\bar{x}$			1,0892	30,1537			

TABULKA č. 9

Pramen po 2. pasáži protahování - 1 zákrut /150 mm/

j	m_j/g/	T_j/tex/	F_{max}/N/	L_{sj}/m/	A_{sj}/mm^2/	A_{kj}/mm^2/	K_z
1.	0,5687	3791,3	1,7083	45,9311	1720	2580	0,67
2.	0,5266	3510,7	1,4167	41,1353	1380	2280	0,61
3.	0,5331	3554,0	2,2292	63,9385	2540	4520	0,56
4.	0,5794	3862,7	1,8225	47,8319	1690	2710	0,62
5.	0,5848	3898,7	1,3125	34,3171	1490	2090	0,71
6.	0,5744	3829,3	1,8125	48,2491	1990	3260	0,61
7.	0,5573	3715,3	1,7083	46,8707	1820	2800	0,65
8.	0,5585	3723,3	2,4375	66,7341	2420	3690	0,66
9.	0,5655	3770,0	2,0000	54,0779	2120	3140	0,68
10.	0,5188	3458,7	2,1042	62,0162	1980	3180	0,62
11.	0,5065	3376,6	2,6042	78,6187	2560	5130	0,50
12.	0,5326	3550,7	1,8542	53,2321	1340	3140	0,43
13.	0,5238	3492,0	1,5417	45,0046	1430	2590	0,55
14.	0,5833	3888,7	2,3333	61,1642	2560	3440	0,74
15.	0,5682	3788,0	2,1042	56,6250	2270	3220	0,71
16.	0,5547	3698,0	3,0833	84,9924	2610	5470	0,48
17.	0,5523	3682,0	1,9167	53,0642	2050	3520	0,58
18.	0,5286	3524,0	1,5000	43,3897	1470	2350	0,63
19.	0,5224	3482,7	1,9792	57,9301	2060	3480	0,59
20.	0,5323	3548,7	2,0000	57,4502	2250	3030	0,74
21.	0,5737	3824,7	1,8542	49,4186	1750	2770	0,63
22.	0,5577	3718,0	1,4375	39,4121	1430	2490	0,57
23.	0,5844	3896,0	2,5833	67,5907	2860	4160	0,69
24.	0,5640	3760,0	2,0417	55,3522	2440	3400	0,72
25.	0,5774	3849,3	1,3333	35,3083	1390	2410	0,5[illegible]
$\bar{x}$			1,9483	53,9862			

TABULKA č. 10

Pramen po 2. pasáži protahování - 1,5 zákrutu /150 mm/

j	m_j/g/	T_j/tex/	F_{max}/N/	L_{sj}/m/	A_{sj}/mm^2/	A_{kj}/mm^2/	K_z
1.	0,5738	3825,3	2,5000	66,6201	1310	2560	0,51
2.	0,5734	3822,7	2,8333	75,5533	1480	2920	0,51
3.	0,5204	3469,3	2,8333	83,2495	1370	2650	0,51
4.	0,5140	3426,7	2,8333	84,2845	1480	2340	0,63
5.	0,5830	3886,7	3,0000	78,6812	1250	2420	0,51
6.	0,5661	3774,0	3,9167	105,7912	1810	3780	0,48
7.	0,5772	3848,0	3,0417	80,5772	1740	2360	0,74
8.	0,5547	3698,0	5,2500	144,7183	1990	5130	0,39
9.	0,5265	3510,0	3,2500	94,3859	1620	2700	0,60
10.	0,5433	3622,0	3,7917	106,7128	2020	3170	0,64
11.	0,5228	3485,3	3,1250	91,3989	1530	2600	0,59
12.	0,5437	3624,7	3,2500	91,3992	2050	2810	0,73
13.	0,5450	3633,3	2,3750	66,6336	1320	1820	0,73
14.	0,5433	3622,0	4,7083	132,5094	2070	4870	0,43
15.	0,5723	3815,3	4,1250	110,2113	2330	3480	0,67
16.	0,5156	3437,3	3,1667	93,9119	1450	2470	0,59
17.	0,5333	3555,3	2,5833	74,0678	1220	2160	0,56
18.	0,5682	3788,0	3,4583	93,0644	1860	2530	0,74
19.	0,5674	3782,7	2,7083	72,9837	1290	2130	0,61
20.	0,5564	3709,3	3,5833	98,4741	1850	3670	0,50
21.	0,5147	3431,3	2,0417	60,6547	970	1730	0,56
22.	0,5836	3890,7	2,9167	76,4779	1560	2190	0,71
23.	0,5680	3786,7	3,7917	101,0714	1460	3060	0,48
24.	0,5549	3699,3	4,7083	129,7405	2620	4140	[illegible]
25.	0,5232	3488,0	3,0417	88,8937	[illegible]	[illegible]	0,08
$\bar{x}$			3,3133	92,1203	[illegible]	[illegible]	0,59

TABULKA č. 11

Pramen po 2. pasáži protahování - 2 zákruty /150 mm/

j	m_j/g/	T_j/tex/	F_{max}/N/	L_{sj}/m/	A_{sj}/mm^2/	A_{kj}/mm^2/	K_z
1.	0,5834	3889,3	4,9167	128,8645	700	2930	0,24
2.	0,5530	3686,7	3,3333	92,1653	610	2030	0,30
3.	0,5746	3830,7	5,5000	146,3577	1360	2330	0,58
4.	0,5577	3718,0	5,3333	146,2237	950	2760	0,34
5.	0,5555	3703,3	5,1667	142,2183	1110	2470	0,45
6.	0,5667	3778,0	5,7500	155,1447	1270	2320	0,55
7.	0,5657	3771,3	4,0000	108,1185	1030	1730	0,60
8.	0,5697	3798,0	5,7500	154,3277	1060	3840	0,28
9.	0,6061	4040,7	4,9167	124,0361	1000	2750	0,36
10.	0,5747	3832,0	6,6667	177,3440	1610	2530	0,64
11.	0,5669	3779,3	6,0833	164,0812	1360	1970	0,69
12.	0,5233	3490,0	4,5833	133,8702	1210	1990	0,61
13.	0,5370	3580,0	4,3333	123,3862	740	2500	0,30
14.	0,5030	3353,3	5,4167	164,6620	980	3270	0,30
15.	0,5133	3422,0	5,4167	161,3562	860	3330	0,26
16.	0,5723	3815,3	4,8333	129,1356	1210	2750	0,44
17.	0,5572	3714,7	5,5000	150,9280	930	1780	0,52
18.	0,5682	3788,0	5,2500	141,2799	850	2630	0,32
19.	0,5516	3677,3	5,5833	154,7722	1510	1820	0,83
20.	0,5595	3730,0	4,4167	120,7036	820	1940	0,42
21.	0,5243	3495,3	6,0833	177,4131	1520	3390	0,45
22.	0,5291	3527,3	5,9167	170,9890	980	3020	0,32
23.	0,5428	3618,7	6,8333	192,4903	1510	3000	0,50
24.	0,5773	3848,7	4,0833	108,1504	870	2520	0,35
25.	0,5591	3727,3	4,7500	129,9063	750	3430	[illegible]
$\bar{x}$			5,2167	143,9170			

TABULKA č. 12

Pramen po 2. pasáži protahování - 2,5 zákrutu /150 mm/

j	m_j/g/	T_j/tex/	F_{max}/N/	L_{sj}/m/	A_{sj}/mm^2/	A_{kj}/mm^2/	K_z
1.	0,5220	3680,0	8,3333	230,8342	390	710	0,55
2.	0,5660	3773,3	8,3333	225,1265	300	770	0,39
3.	0,5261	3507,3	5,8333	169,5400	280	420	0,67
4.	0,5357	3571,3	10,0000	285,4333	750	780	0,96
5.	0,5444	3629,3	7,0833	198,9499	230	830	0,28
6.	0,5244	3496,0	9,1667	267,2838	410	850	0,48
7.	0,5366	3577,3	7,9167	225,5899	730	590	1,24
8.	0,5364	3576,0	11,6667	332,5688	380	1270	0,30
9.	0,5431	3620,7	11,2500	316,7313	410	970	0,42
10.	0,5284	3522,7	7,0833	204,9703	250	810	0,31
11.	0,5760	3840,0	8,7500	232,2779	170	960	0,18
12.	0,5526	3684,0	5,4167	149,8809	180	640	0,28
13.	0,5931	3954,0	8,3333	214,8381	780	720	1,08
14.	0,5670	3780,0	9,1667	247,2021	530	730	0,73
15.	0,5260	3506,7	8,3333	242,2420	360	760	0,47
16.	0,5800	3866,7	6,6667	175,7525	330	540	0,61
17.	0,5715	3810,0	8,3333	222,9580	180	640	0,28
18.	0,5643	3762,0	6,6667	180,6438	530	590	0,90
19.	0,5546	3697,3	5,0000	137,8530	450	410	1,10
20.	0,5573	3715,3	5,4167	148,6182	210	780	0,30
21.	0,5745	3830,0	8,3333	221,7937	270	1050	0,26
22.	0,5741	3827,3	9,1667	244,1471	790	590	1,34
23.	0,5648	3765,3	6,2500	169,2043	150	810	0,
24.	0,5521	3680,7	7,0833	196,1716	630	650	0,97
25.	0,5620	3746,7	5,4167	147,[illegible]726	560	480	1,17
$\bar{x}$			7,8000	21[illegible]			0,6[illegible]

TABULKA č. 13

Pramen po 1. pasáži protahování - 0 zákrutu /50 mm/

j	m_j/g/	T_j/tex/	F_{max}/N/	L_{sj}/m/	A_{sj}/mm^2/	A_{kj}/mm^2/	K_z
1.	0,2158	4316,0	2,3452	55,6023	1270	3120	0,41
2.	0,2134	4268,0	2,7917	66,6769	1340	3590	0,37
3.	0,2172	4344,0	3,1667	74,3101	1560	3670	0,43
4.	0,2000	4000,0	2,1458	54,6840	1110	2520	0,44
5.	0,2043	4086,0	2,4167	60,2914	1110	2800	0,40
6.	0,2146	4292,0	2,6458	62,8389	1130	3120	0,36
7.	0,2036	4072,0	2,4167	60,4987	1120	2910	0,38
8.	0,1971	3942,0	2,5625	66,2641	1360	2740	0,49
9.	0,2050	4100,0	2,5833	64,2276	1150	2940	0,39
10.	0,2034	4068,0	2,4792	62,1243	1290	3040	0,42
11.	0,2033	4066,0	2,5833	64,7647	1260	2830	0,45
12.	0,1853	3706,0	2,5833	71,0559	1290	2760	0,47
13.	0,2146	4292,0	2,4167	57,3976	1200	2800	0,43
14.	0,2085	4170,0	2,6250	64,1688	1430	1860	0,77
15.	0,2067	4134,0	2,5833	63,6994	1090	2860	0,38
16.	0,1989	3978,0	2,2708	58.1896	1090	2950	0,37
17.	0,2355	4710,0	2,8750	62,2226	1610	2900	0,56
18.	0,2058	4116,0	2,0625	51,0798	1210	2980	0,41
19.	0,2084	4168,0	2,5833	63,1798	1460	2920	0,50
20.	0,2056	4112,0	2,9167	72,3052	1440	3150	0,46
21.	0,1919	3838,0	2,3750	63,0797	1020	2630	0,39
22.	0,2103	4206,0	2,9167	70,6893	1400	3460	0,40
23.	0,2153	4306,0	2,3125	54,7443	1060	2790	0,38
24.	0,1986	3972,0	2,4792	63,6358	1140	2900	0,3[illegible]
25.	0,2075	4150,0	2,5000	61,4077	1080	2830	0,38
$\bar{x}$		4136	2,5458	62,7651			0,43

TABULKA č. 14

Pramen po 2. pasáži protahování - 0 zákrutu /50 mm/

j	m_j/g/	T_j/tex/	F_{max}/N/	L_{sj}/m/	A_{sj}/mm^2/	A_{kj}/mm^2/	K_z
1.	0,1859	3718,0	1,7500	47,9799	760	2070	0,37
2.	0,1641	3282,0	1,3333	41,4114	450	1420	0,32
3.	0,1702	3404,0	1,7083	51,1571	610	1570	0,39
4.	0,1760	3520,0	1,8125	52,4888	480	1810	0,32
5.	0,1739	3478,0	1,6250	47,6272	650	1570	0,41
6.	0,1671	3342,0	1,4792	45,1182	640	1500	0,43
7.	0,1791	3582,0	1,7083	48,6149	610	1890	0,32
8.	0,1799	3598,0	2,2500	63,7459	940	2260	0,42
9.	0,1732	3464,0	1,9792	58,2429	840	1970	0,43
10.	0,1842	3684,0	2,0833	57,6452	750	2160	0,35
11.	0,1774	3548,0	1,8750	53,8702	680	1890	0,36
12.	0,1874	3748,0	2,5625	69,6940	890	2430	0,37
13.	0,1822	3644,0	2,2708	63,5231	650	2490	0,26
14.	0,1727	3454,0	2,0625	60,8699	670	1800	0,37
15.	0,1638	3276,0	1,5625	48,6191	560	1750	0,32
16.	0,1930	3860,0	1,7708	46,7642	740	2210	0,33
17.	0,1760	3520,0	1,7292	50,0765	700	1970	0,36
18.	0,1895	3790,0	1,7917	48,1900	700	1880	0,37
19.	0,1753	3506,0	2,0208	58,7547	770	2130	0,36
20.	0,1747	3494,0	1,7708	51,6628	640	1810	0,35
21.	0,1900	3800,0	1,8542	49,7398	770	2170	0,35
22.	0,1664	3328,0	1,5208	46,5822	1060	1560	0,68
23.	0,1755	3510,0	1,5625	45,3778	530	1770	0,30
24.	0,1910	3820,0	2,2083	58,9285	830	2070	0,40
25.	0,1732	3464,0	2,1667	63,7605	610	2050	0,30
$\bar{x}$		3553	1,8583	53,2178			0,37

Tab. 15

Průměrné hodnoty $\overline{F}_{max}$, $\overline{L}_s$, $\overline{K}_z$ při 0 - 2,5 zákrutu u materiálu po 1. pasáži protahování /150 mm/

počet zákrutů	$\overline{F}_{max}$/N/	$\overline{L}_s$/m/	$\overline{K}_z$/1/
0 zákrutu	1,1483	24,7391	0,60
0,5 zákrutu	1,5417	33,7748	0,69
1 zákrut	3,0725	69,0328	0,77
1,5 zákrutu	5,8483	130,4151	0,68
2 zákruty	8,5955	183,0831	0,46
2,5 zákrutu	11,7666	268,7120	0,79

Tab. 16

Průměrné hodnoty $\overline{F}_{max}$, $\overline{L}_s$, $\overline{K}_z$ při 0 - 2,5 zákrutu u materiálu po 2. pasáži protahování /150 mm/

počet zákrutů	$\overline{F}_{max}$/N/	$\overline{L}_s$/m/	$\overline{K}_z$/1/
0 zákrutu	0,7842	21,1606	0,54
0,5 zákrutu	1,0892	30,1537	0,57
1 zákrut	1,9483	53,9862	0,62
1,5 zákrutu	3,3133	92,1203	0,59
2 zákruty	5,2167	143,9170	0,43
2,5 zákrutu	7,8000	215,5194	0,62

Tab. 17

Průměrné hodnoty $\overline{F}_{max}$, $\overline{L}_s$, $\overline{K}_z$ u materiálu po 1. a 2. pasáži protahování na vzorcích bez zákrutu /50 mm/

pasáž protahování	$\overline{F}_{max}$/N/	$\overline{L}_s$/m/	$\overline{K}_z$/1/
1.	2,5458	62,7651	0,43
2.	1,8583	53,2178	0,37

7.7 Zhodnocení výsledků měření

Bylo provedeno měření parametrů soudržnosti u pramene po 1. a 2. pasáži protahování na dynamometru Instron.

Naměřené i vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tab. č. 1 - 14 a průměrné hodnoty v tabulkách č. 15 až 17 pro lepší porovnání.

Při určení soudržné maximální síly $\overline{F}$ max. se její hodnoty zvyšovaly se zvyšujícím se počtem zákrutů na vzorku. Při porovnání pramenů po 1. a 2. pasáži protahování byly hodnoty u pramene po 2. pasáži nižší.

Soudržná délka $\overline{L}_s$ se rovněž se zvyšujícím se počtem zákrutů zvyšovala a byla nižší u pramene po druhé pasáži protahování.

Koeficient zpracovatelnosti $\overline{K}_Z$ pro pra men po 1. pasáži protahování se zvyšoval až do 1,5 zákrutu, potom klesal a nejlepší hodnota se vyskytla u pramene s 2,5 zákruty. Koeficient zpracovatelnosti pro pramen po 2. pasáži protahování se zvyšoval pouze do 1.zákrutu, potom klesal a nejlepší hodnota se vyskytla u 1. a 2,5 zákrutu. Obě hodnoty byly úplně stejné. Pro pramen po 1. pasáži protahování byly hodnoty koeficientu zpracovatelnosti vyšší než po 2. pasáži. Toto platilo pro vzorky s upínací délkou 150 mm.

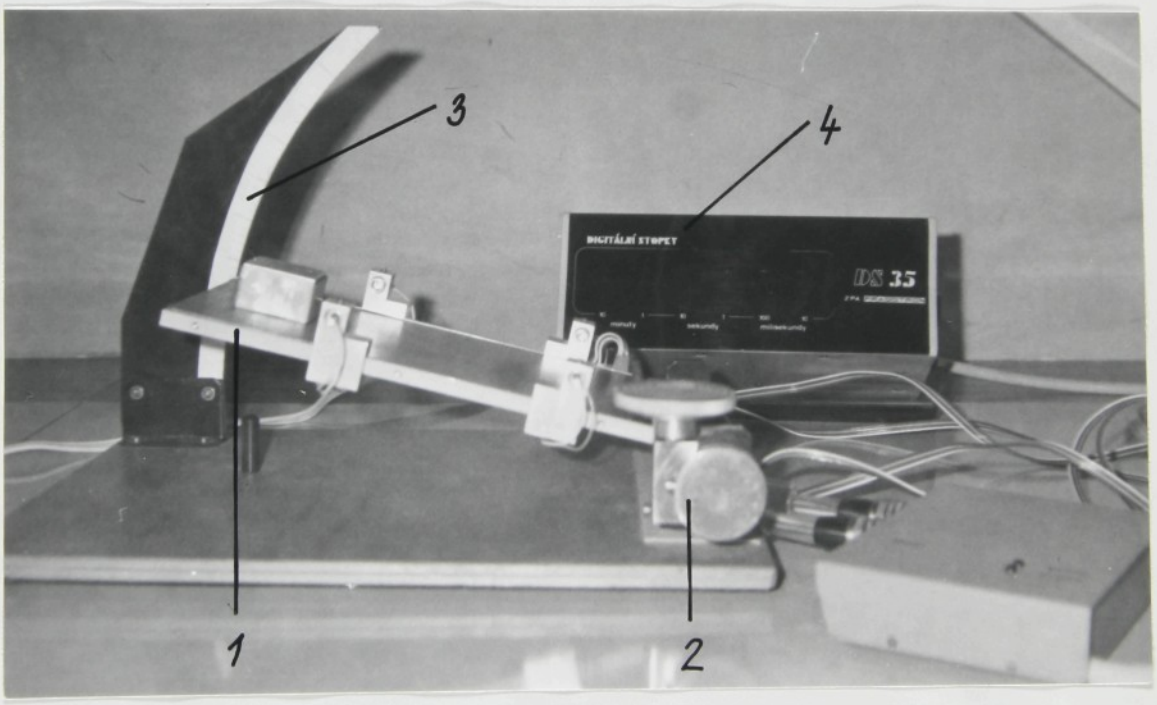
Porovnáme-li vzorky s 50 mm upínací delkou zjistíme, že hodnoty $\overline{F}$ max, $\overline{L}_S$ a $\overline{K}_Z$ byly u pramene po druhé pasáži protahování nižší než po 1. pasáži.

8. Stanovení koeficientů tření

8.1 Popis přístroje

Ke stanovení koeficientů tření, statického a dynamického bylo použito modelového přístroje na katedře KTNP.

Přístroj je konstruován na principu pohybu třecího elementu po nakloněné rovině. Na obr. 3 je jeho provedení i s příslušenstvím. Hlavní částí je naklápěcí deska (1) do níž se zasunují kovové podložky s různou drsností. Naklápění desky umožňuje šnekový převod (2). K zadní straně naklápěné roviny je postavena stupnice (3) pro odečítání úhlu skloněné roviny při rozjezdu třecího tělíska. Na naklápěcí desce jsou umístěny dva páry fotometrických čidel. Jejich vzdálenost je 10 cm. K nim patří spínač digitálních stopek (4).



Obr. č. 6
Modelový přístroj na měření koeficientů tření

8.2 Příprava vzorku

Ze zkoumaného vlákenného materiálu (pramen po 1. a 2. pasáži protahování) odstřhneme úsek asi 70 mm. Pramen položíme na větší stranu kovového kvádru, jehož hrany jsou zaobleny. Shora lehce přiložíme sponu, nasuneme a uzavřeme ji.

8.3 Metodika měření

Třecí tělísko se vzorkem zkoumaného materiálu položíme na konce naklápěcí roviny tak, aby byla zadní hrana roviny i tělíska v jedné úrovni. Úhel nakloněné roviny je nulový. Pomalým plynulým otáčením kolečka šnekového převodu ve směru šipky se úhel sklonění roviny mění. Pozorujeme třecí tělísko a v okamžiku jeho rozjezdu přestaneme úhel sklonění zvětšovat. Třecí tělísko projede nejprve 1. dvojicí fotometrických čidel, která signalizují změnu stavu spínače a ten uvede do chodu digitální stopky. Pak tělísko projede i 2. dvojicí čidel a snímací zařízení zastaví měření času. Na stupnici odečteme úhel sklonění a na displeji stopek časovou hodnotu. Tlačítkem RESET displej stopek vynulujeme, vrátíme naklápěcí rovinu do původní polohy a postup opakujeme. Je vhodné při prvních třech až pět měření nezaznamenávat, protože se vlákna ještě usazují. Měříme zvlášť po směru a proti směru uchycení vláken a po 30 měřeních kovovou destičku očistíme lihem.

8.4 Odvození vztahů pro výpočet koeficientů tření

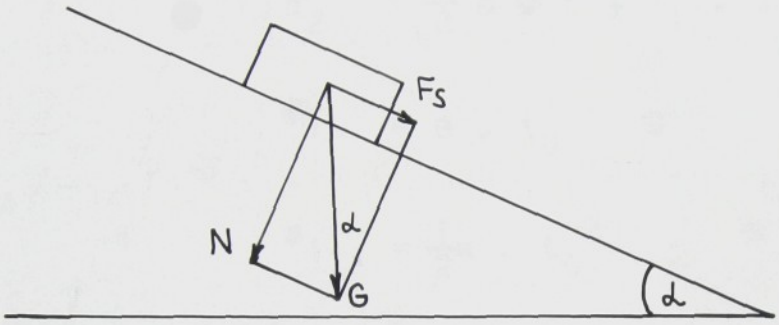
Statický koeficient tření vypočteme z odečteného úhlu sklonení roviny při rozjezdu tělíska podle vztahu:

$$f_S = \operatorname{tg} \alpha \qquad (1)$$

Dynamický koeficient tření vypočteme z odečteného častu podle vztahu:

$$f_D = tg\,\alpha - \frac{a}{g \cdot \cos\alpha} \qquad (2)$$

Odvození tohoto vztahu:



$F_S = N \cdot f_D$

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

$G = m \cdot g$

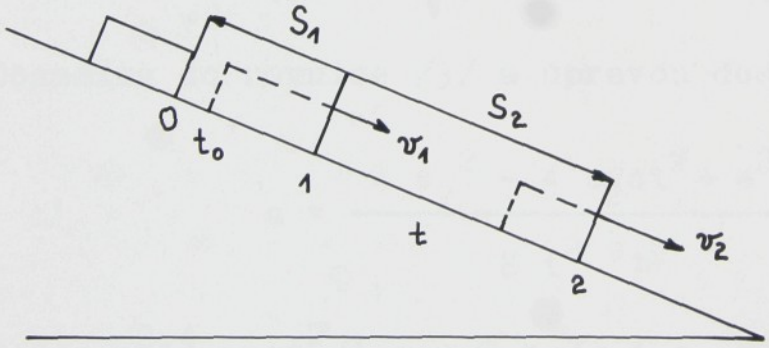
$F_S = m \cdot g \cdot \sin\alpha$

Pohybová rovnice ve směru pohybu:

$m \cdot a = m \cdot g \cdot \sin\alpha - m \cdot g \cdot f_D \cdot \cos\alpha \;/\cdot \frac{1}{m}$

Po úpravě :

$f_D = tg\,\alpha - \frac{a}{g \cdot \cos\alpha}$



kde: t_0 ... doba rozjezdu třecího tělíska do začátku měření času fotometrickým snímačem (neznáme)

t ..... měřený čas průběhu úseku mezi snímači

s_1..... dráha od výchozí polohy třecího elementu k 1. snímači /0,036 m/

s_2..... dráha mezi dvojicemi snímačů, po které měříme čas /0,1 m/

Známe vztahy pro rovnoměrně zrychlený pohyb:

$$s_2 = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_1 \cdot t \qquad /3/$$

$$v_1 = a \cdot t_0 \qquad /4/$$

$$s_1 = \frac{1}{2} a \cdot t_0^2 \qquad /5/$$

Úprava vztahů:

Z rovnice /5/

$$t_0 = \sqrt{\frac{2 s_1}{a}}$$ dosadíme do rovnice /4/

$$v_1 = a \sqrt{\frac{2 s_1}{a}}$$ a dostaneme

$$v_1 = \sqrt{2 s_1 \cdot a}$$

Dosadíme do rovnice /3/ a úpravou dostaneme:

$$a = \frac{4 s_2^2 - 4 s_2 a t^2 + a^2 t^4}{8 t^2 s_1}$$

Tedy: $a^2 t^4 - a t^2 / 4 s_2 + 8 s_1 / + 4 s_2 = 0$

Pro přehlednost zápisu uvedeme označení:

$$k_1 = t^4$$

$$k_2 = - t^2 / 4 s_2 + 8 s_1 /$$

$$k_3 = 4 s_2^2$$

pak

$$a = \frac{- k_2 + \sqrt{k_2^2 - 4 k_1 k_3}}{2 k_1}$$

Podle tohoto vztahu vypočítáme zrychlení, jehož hodnotu potřebujeme znát do vztahu /2/. /9/

8.5 Vyhodnocení měření

Naměřené hodnoty úhlu ičasu zařadíme zvlášť do 7 - 20 tříd. Počet měření pro statický i dynamický koeficient byl zvolen stejný - 30 měření, přičemž po deseti měřeních se vzorek materiálu mění. Použité vztahy pro vyhodnocení:

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{k} \alpha_j n_j \; [°]$$

$$s_\alpha = \sqrt{\frac{1}{n-1}\left[\sum_{j=1}^{k} \alpha_j^2 n_j - n\bar{\alpha}^2\right]} \; [°]$$

$$v_\alpha = \frac{s_\alpha}{\bar{\alpha}} 10^2 \; [\%]$$

$$\bar{t} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{k} t_j n_j \; [s]$$

$$s_t = \sqrt{\frac{1}{n-1}\left[\sum_{j=1}^{k} t_j^2 n_j - n\bar{t}^2\right]} \; [s]$$

$$v_t = \frac{s_t}{\bar{t}} 10^2 \; [\%]$$

8.6 Výhody a nevýhody měřící metody

Výhodou je jednoduchost měření tření vláken - kov a výsledné hodnoty jsou srovnatelné.

Nevýhodou je subjektivnost posouzení správné přípravy vzorku a není dostatečně zajištěno plynulé zvedání roviny při každém měření.

Měření je omezeno i tím, že fotometrická čidla mohou být blokována při příliš intenzivním osvětlení. Doporučuje se také zvolit takovou drsnost desky, aby úhel rozjezdu byl maximálně 25. /9/

8.7 Měření koeficientu tření u bavlnářského pramene po 1. a 2. pasáži protahování

Na modelovém přístroji na Katedře RTMP byly odzkoušeny vzorky získané z pramenů dodaných z n. p. TIBA po 1. a 2. pasáži protahování.

V tabulkách 18 - 27 jsou uvedené naměřené hodnoty, vypočtené koeficienty tření, směrodatné odchylky a variační koeficienty času a úhlu sklonění. Metodika měření je uvedena v kap. 8.3. Měření bylo prováděno na kovové podložce s drsností $R_A = 1,44$

8.8 Zhodnocení výsledků měření

Hodnoty statického i dynamického koeficientu tření jsou přehledně uvedeny v tab. 26.

Koeficienty tření kolmo měřené ke směru upnutí vláken jsou vždy vyšší než koeficienty tření měřené po směru upnutí vláken. Také koeficienty zjištěné po 2. pasáži protahování jsou větší. Je to způsobeno tím, že vlákna v pramenu už jsou dostatečně paraletizována a zvýší se i množství bodů, ve kterých se vlákna navzájem dotýkají.

Rozdíl statického a dynamického koeficientu je ve všech případech do jedné desetiny, což ukazuje dle kap. 4.3.1 na dobrou spřadatelnost.

HODNOTY ÚHLU α_s PŘI MĚŘENÍ PO SMĚRU VLÁKEN

Tab. 18

Materiál po 1. pasáži protahování

j	α_{sjd} - α_{sjh}	α_{sj}	n_j
1	12,2 - 13,2	12,7	8
2	13,2 - 14,2	13,7	71
3	14,2 - 15,2	14,7	118
4	15,2 - 16,2	15,7	213
5	16,2 - 17,2	16,7	71
6	17,2 - 18,2	17,7	7
7	18,2 - 19,2	18,7	6
8	19,2 - 20,2	19,7	4
9	20,2 - 21,2	20,7	1
10	21,2 - 22,2	21,7	1

Tab. 19

Materiál po 2. pasáži protahování

j	α_{sjd} - α_{sjh}	α_{sj}	n_j
1	11,7 - 12,2	11,95	2
2	12,2 - 12,7	12,45	36
3	12,7 - 13,2	12,95	231
4	13,2 - 13,7	13,45	129
5	13,7 - 14,2	13,95	87
6	14,2 - 14,7	14,45	8
7	14,7 - 15,2	14,95	7

HODNOTY ÚHLU α_s PŘI MĚŘENÍ KOLMO KE SMĚRU VLÁKEN

Tab. 20

Materiál po 1. pasáži protahování

j	α_{sjd} - α_{sjh}	α_{sj}	n_j
1	13,2 - 14,2	13,7	5
2	14,2 - 15,2	14,7	45
3	15,2 - 16,2	15,7	88
4	16,2 - 17,2	16,7	113
5	17,2 - 18,2	17,7	159
6	18,2 - 19,2	18,7	77
7	19,2 - 20,2	19,7	8
8	20,2 - 21,2	20,7	3
9	21,2 - 22,2	21,7	2

Tab. 21

Materiál po 2. pasáži protahování

j	α_{sjd} - α_{sjh}	α_{sj}	n_j
1	13,2 - 13,7	13,45	7
2	13,7 - 14,2	13,95	195
3	14,2 - 14,7	14,45	110
4	14,7 - 15,2	14,95	173
5	15,2 - 15,7	15,45	13
6	15,7 - 16,2	15,95	1
7	16,2 - 16,7	16,95	1

HODNOTY ČASU t PŘI MĚŘENÍ PO SMĚRU VLÁKEN

Tab. 22

Materiál po 1. pasáži protahování

j	$t_{jd} - t_{jh}$	t_j	n_j
1	0,44 - 0,49	0,465	2
2	0,49 - 0,54	0,515	8
3	0,54 - 0,59	0,565	18
4	0,59 - 0,64	0,615	47
5	0,64 - 0,69	0,665	67
6	0,69 - 0,74	0,715	101
7	0,74 - 0,79	0,765	87
8	0,79 - 0,84	0,815	66
9	0,84 - 0,89	0,865	48
10	0,89 - 0,94	0,915	34
11	0,94 - 0,99	0,965	14
12	0,99 - 1,04	1,015	6
13	1,04 - 1, 09	1,065	2

Tab. 23

Materiál po 2. pasáži protahování

j	$t_{jd} - t_{jh}$	t_j	n_j
1	0,34 - 0,39	0,365	4
2	0,39 - 0,44	0,415	15
3	0,44 - 0,49	0,465	51
4	0,49 - 0,54	0,515	89
5	0,54 - 0,59	0,565	126
6	0,59 - 0,64	0,615	77
7	0,64 - 0,69	0,665	61
8	0,69 - 0,74	0,715	31
9	0,74 - 0,79	0,765	25
10	0,79 - 0,84	0,815	11
11	0,84 - 0,89	0,865	4
12	0,89 - 0,94	0,915	4
13	0,94 - 0,99	0,965	2

HODNOTY ČASU t PŘI MĚŘENÍ KOLMO KE SMĚRU VLÁKEN

Tab. 24

Materiál po 1. pasáži protahování

j	$t_{jd} - t_{jh}$	t_j	n_j
1	0,49 - 0,54	0,515	17
2	0,54 - 0,59	0,565	[illegible]
3	0,59 - 0,64	0,615	[illegible]
4	0,64 - 0,69	0,665	[illegible]
5	0,69 - 0,74	0,715	[illegible]
6	0,74 - 0,79	0,765	[illegible]
7	0,79 - 0,84	0,815	61
8	0,84 - 0,8[illegible]	[illegible]	26
9	0,89 - 0,94	[illegible]	[illegible]
10	0,94 - 0,99	0,	[illegible]

Tab. 25

Materiál po 2. pasáži protahování

j	$t_{jd} - t_{jh}$	t_j	n_j
1	0,34 - 0,39	0,365	5
2	0,39 - 0,44	0,415	71
2	[illegible] 44 - 0,49	0,465	130
3	0, [illegible] 0,54	0,515	112
4	0,49 - 0, [illegible]	0,565	61
5	0,54 - 0,59	[illegible]	[illegible]
6	0,59 - 0,64	0, [illegible]	66
[illegible]	0,64 - 0,69	0,665	[illegible]
[illegible]	[illegible] 59 - 0 [illegible] 4	0, [illegible]	11
9	0, [illegible] - 0, [illegible]	0,765	8
10	0,79 - 0,84	0,815	1

TABULKA č. 26

Statický a dynamický koeficient tření

	po směru vláken		kolmo ke směru vláken	
	f_S	f_D	f_S	f_D
Materiál po 1. pasáži protahování	0,23	0,24	0,25	0,26
Materiál po 2. pasáži protahování	0,27	0,32	0,31	0,33

TABULKA č. 27

Směrodatné odchylky a variační koeficienty úhlu a času

		po 1. pasáži		po 2. pasáži	
		s	v	s	v
směr ∥	úhel 13° 15′ 54″	0,622	4,69	1,188	7,718
	čas 0,75 s	0,108	14,377	0,102	17,250
směr ⊥	úhel 14° 26′ 49″	0,487	3,37	1,339	7,862
	čas 0,71 s	0,011	1,546	0,086	16,378

9. Modelování soudržnosti pramenů pomocí regrese

Vycházíme-li při řešení daného úkolu z experimentu, musíme nejprve proměřit dostatečný počet vzorků, chceme-li potom postupovat s pomocí statistických metod.

Pak si graficky můžeme znázornit závislost soudržnosti na zákrutu. Křivku budeme modelovat regresním polynomem. Dle charakteru průběhu křivky jsme vybrali jako dostačující polynom 2. stupně.

Regresní funkce bude mít tvar:

$$\bar{Y} = b_o + b_1 x + b_{11} x^2 \qquad (1($$

kde: b_o, b_1, b_{11} .....koeficienty regrese.

Minimaluzujeme potom součet kvadratických odchylek:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \bar{Y} \right)^2 = min \qquad (2)$$

jehož parciální derivace podle koeficientu b_o, b_1, b_{11} se musejí rovnat nule:

$$\frac{\partial Q}{\partial b_{11}} = 2 \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - b_o - b_1 x_i - b_{11} x_i^2 \right) \cdot \left(- x_i \right)^2 = 0 \qquad (3)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial b_1} = 2 \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - b_o - b_1 x_i - b_{11} x_i^2 \right) \cdot \left(- x_i \right) = 0 \qquad (4)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial b_o} = 2 \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - b_o - b_1 x_i - b_{11} x_i^2 \right) \cdot \left(- 1 \right) = 0 \qquad (5)$$

Tak dostaneme následující soustavu 3 rovnic o 3 neznámých b_o, b_1, b_{11}

$$b_{11} \sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_1 \sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_o \sum_{i=1}^{n} x_i^2 = \sum_{i=1}^{n} y_i x_i^2 \qquad (6)$$

$$b_{11}\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_0\sum_{i=1}^{n} x_i = \sum_{i=1}^{n} y_i x_i \qquad (7)$$

$$b_{11}\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i + b_0 \cdot n = \sum_{i=1}^{n} y_i \qquad (8)$$

Použitím Cramerova pravidla získáme následující vztahy:

$$b_{11} = \frac{D_{11}}{D} \qquad (9)$$

$$b_1 = \frac{D_1}{D} \qquad (10)$$

$$b_0 = \frac{D_0}{D} \qquad (11)$$

kde

$$D = (n_0^2)^3 \begin{vmatrix} n & ; \sum_{i=1}^{n} x_i & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \end{vmatrix} \qquad (12)$$

$$D_0 = (n_0^2)^3 \begin{vmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i & ; \sum_{i=1}^{n} x_i & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \end{vmatrix} \qquad (13)$$

$$D_1 = (n_0^2)^3 \begin{vmatrix} n & ; \sum_{i=1}^{n} y_i & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & ; \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i \end{vmatrix} \qquad (14)$$

$$D_{11} = (n_0 2)^3 \begin{vmatrix} n & ; \sum_{i=1}^{n} x_i & ; \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & ; \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & ; \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i \end{vmatrix} \qquad (15)$$

Determinanty D, D_o, D_1, D_{11} se určí následujícím způsobem:

$$D = \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \cdot n + 2 \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \sum_{i=1}^{n} x_i - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2\right)^3 - n \left(\sum_{i=1}^{n} x_i^3\right)^2 - \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2 \tag{16}$$

$$D_o = \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \sum_{i=1}^{n} y_i + \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \sum_{i=1}^{n} y_i x_i + \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i x_i^2 - \sum_{i=1}^{n} y_i x_i^2 \left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2\right)^2 - \sum_{i=1}^{n} y_i \left(\sum_{i=1}^{n} x_i^3\right)^2 - \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \tag{17}$$

$$D_1 = n \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \sum_{i=1}^{n} x_i y_i + \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i + \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \sum_{i=1}^{n} y_i - \sum_{i=1}^{n} y_i x_i \left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2\right)^2 - n \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \sum_{i=1}^{n} y_i x_i^2 - \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i \tag{18}$$

$$D_{11} = \sum_{i=1}^{n} y_i x_i^2 \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \cdot n + \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i + \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i x_i - \sum_{i=1}^{n} y_i \left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2\right)^2 - n \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \sum_{i=1}^{n} y_i x_i - \sum_{i=1}^{n} y_i x_i^2 \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2 \tag{19}$$

Vypočtené koeficienty regrese b_o, b_1, b_{11} dosadíme do vztahu (1), čímž získáme regresní funkci pro grafickou závislost.

Výpočet koeficientů regrese a určení regresní funkce prohodnoty získané z měření po 1. pasáži protahování:

$$D = 61{,}1875 \cdot 13{,}75 \cdot 6 + 2 \cdot 28{,}125 \cdot 13{,}75 \cdot 7{,}5 - (13{,}75)^3 - 6 \cdot (28{,}125)^2 - 61{,}1875 \cdot (7{,}5)^2 = 61{,}2495$$

$$D_o = 61{,}1875 \cdot 13{,}75 \cdot 709{,}7569 + 28{,}125 \cdot 13{,}75 \cdot 1319{,}489 + 28{,}125 \cdot 7{,}5 \cdot 2782{,}6928 - 2782{,}6928 \cdot (13{,}75)^2 - 709{,}7569 \cdot (28{,}125)^2 - 61{,}1875 \cdot 1319{,}489 = 1330{,}46$$

$$D_1 = 6 \cdot 61{,}1875 \cdot 1319{,}489 + 13{,}75 \cdot 7{,}5 \cdot 2782{,}6928 + 28{,}125 \cdot 13{,}75 \cdot 709{,}7569 - 1319{,}489 \cdot (13{,}75)^2 - 6 \cdot 28{,}125 \cdot 2782{,}6928 - 61{,}1875 \cdot 7{,}5 \cdot 709{,}7569 = 1101{,}72$$

$$D_{11} = 2782,6928 \cdot 13,75 \cdot 6 + 28,125 \cdot 7,5 \cdot 709,7569 + 13,75 \cdot 7,5 \cdot 1319,489 - 709,7569 \cdot (13,75)^2 - 6 \cdot 28,125 \cdot 1319,489 - 2782,6928 \cdot (7,5)^2 = 1980,15$$

Dosadíme-li vypočtené hodnoty do vztahů 9, 10, 11, dostaneme koeficienty regrese:

$b_{11} = 32,3292$

$b_1 = 17,9874$

$b_o = 21,7219$

Dosadíme-li vypočtené koeficienty regrese do rovnice 1, dostáváme model regresní funkce soudržnosti pramenů po 1. pasáži:

$$\bar{Y}_1 = 21,7219 + 17,9874\ x + 32,3292\ x^2$$

Výpočet koeficientů regrese a určení regresní funkce pro hodnoty záskané z měření po 2. pasáži protahování

$$D = 61,1875 \cdot 13,75 \cdot 6 + 2 \cdot 28,125 \cdot 13,75 \cdot 7,5 - (13,75)^3 - 6 \cdot (28,125)^2 - 61,1875 \cdot (7,5)^2 = 61,2495$$

$$D_o = 61,1875 \cdot 13,75 \cdot 556,8572 + 28,125 \cdot 13,75 \cdot 1033,88 + 28,125 \cdot 7,5 \cdot 2191,4595 - 2191,4595 \cdot (13,75)^2 - 556,8572 \cdot (28,125)^2 - 61,1875 \cdot 7,5 \cdot 1033,88 = 1321,77$$

$$D_1 = 6.61,1875 \cdot 1033,88 + 13,75 \cdot 7,5 \cdot 2191,4595 + 28,125 \cdot 13,75 \cdot 556,8572 - 1033,88\ (13,75(^2 - 6.\ 28,125 \cdot 2191,4595 - 61,1875 \cdot 7,5 \cdot 556,8572 = 82,61$$

$$D_{11} = 2191,4595 \cdot 13,75 \cdot 6 + 28,125 \cdot 7,5 - 556.8572 + 13,75 \cdot 7,5 \cdot 1033,88 - 556,8572 \cdot (13,75)^2 - 6, 28,125 \cdot 1033,88 - 2191,4595 \cdot (7,5)^2 = 1858,68$$

Koeficienty regrese dle vztahů 9, 10, 11 se rovnají:

$b_{11} = 30,3460$

$b_1 = 1,3487$

$b_0 = 21,58$

Model regresní funkce soudržnosti pramenů po druhé pasáži protahování

$$\bar{Y}_2 = 21,58 + 1,3487\,x + 30,3460\,x^2$$

Dalším krokem je ověření koeficientů regrese, které jsme vypočítali testem významnosti.

Nulová hypotéze H_0

$$\beta_0 = 0 \qquad \beta_1 = 0 \qquad \beta_{11} = 0 \tag{20}$$

Aletrnativní hypotéza H_1

$$\beta_0 \neq 0 \qquad \beta_1 \neq 0 \qquad \beta_{11} = 0 \tag{21}$$

Jestliže platí H_1 ve všech případech, z toho vyplývá, že všechny koeficienty jako odhady β bereme v úvahu.

Jestliže některá H_0 bude přijata, vypočtený koeficient regrese vypouštíme.

Stanovíme absolutní hodnotu součinu matice funkcí a transponované matice funkcí:

$$|(\underline{F}^T\underline{F})| = n_0^2 \begin{vmatrix} n & ; \sum_{(i)} x_i & ; \sum_{(i)} x_i^2 \\ \sum_{(i)} x_i & ; \sum_{(i)} x_i^2 & ; \sum_{(i)} x_i^3 \\ \sum_{(i)} x_i^2 & ; \sum_{(i)} x_i^3 & ; \sum_{(i)} x_i^4 \end{vmatrix} \tag{22}$$

kde matice funkcí (23)

$$\underline{F} = n_0 \begin{vmatrix} 1 & , x_1 & , x_1^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & , x_i & , x_i^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & , x_n & , x_n^2 \end{vmatrix}$$

a transponovaná matice funkcí (24)

$$\underline{F}^T = n_0 \begin{vmatrix} 1 & ,\dots 1, \dots ,1 \\ x_1 & ,\dots x_i, \dots x_n \\ x_1^2 & ,\dots x_i^2, \dots x_n^2 \end{vmatrix}$$

určíme doplňky:

$$F_{00} = n_0^4 \begin{vmatrix} n_0^2 \cdot \sum_{(i)} x_i^2 & ; n_0^2 \sum_{(i)} x_i^3 \\ n_0^2 \cdot \sum_{(i)} x_i^3 & ; n_0^2 \sum_{(i)} x_i^4 \end{vmatrix} \tag{25}$$

$$F_{11} = n_0^4 \begin{vmatrix} n & ; \sum_{(i)} x_i^2 \\ \sum_{(i)} x_i^2 & ; \sum_{(i)} x_i^4 \end{vmatrix} \tag{26}$$

$$F_{22} = n_0^4 \begin{vmatrix} n & ; \sum_{(i)} x_i \\ \sum_{(i)} x_i & ; \sum_{(i)} x_i^2 \end{vmatrix} \tag{27}$$

$$f_{00} = \frac{F_{00}}{|(\underline{F}^T \cdot \underline{F})|} \tag{28}$$

$$f_{11} = \frac{F_{11}}{|(\underline{F}^T \cdot \underline{F})|} \tag{29}$$

$$f_{22} = \frac{F_{22}}{|(\underline{F}^T \cdot \underline{F})|} \tag{30}$$

Určíme reziduální rozptyl

$$S_R^2 = \frac{n_o^2}{n \cdot n_o - 3} \left(\sum_{(i)} y_i^2 - b_o \sum_{(i)} y_i - b_1 \sum_{(i)} x_i y_i - b_{11} \sum_{(i)} x_i^2 y_i \right) \tag{31}$$

Nyní lze určit rozptyl koeficientů regrese:

$$s^2_{bo} = s^2_R \cdot f\ oo \tag{32}$$

$$s^2_{b1} = s^2_R \cdot f\ 11 \tag{33}$$

$$s^2_{b\ 11} = s^2_R \cdot f\ 22 \tag{34}$$

Pak si stanovíme testové charakteristiky (rovnice, které nabývají hodnot Studentova rozdělení):

$$t_o = \frac{b_o}{s_{b_o}} \tag{35}$$

$$t_1 = \frac{b_1}{s_{b_1}} \tag{36}$$

$$t_{11} = \frac{b_{11}}{s_{b_1}} \tag{37}$$

Testové charakteristiky t_o, t_1, t_{11} srovnáváme s kritickou hodnotou $t_\alpha(\nu)$
pro $\alpha = 0{,}05$ a $\nu = n \cdot n_o - 3$

$/t_o/ > t_\alpha(\nu)$

$/t_1/ > t_\alpha(\nu)$

$/t_{11}/ > t_\alpha(\nu)$

Jestliže toto platí, pak zamítáme H_o a přijímáme H_1, což znamená, že v základním souboru koeficienty regrese $\beta \neq 0$.

Tab. č. 28

Vypočtené hodnoty k testování pro hodnoty získané z měření po 1. a po 2. pasáži protahování.

	1. pasáž protahování	2. pasáž protahování
$\lvert(\underline{F}^T \cdot F)\rvert$	61,2495	61,2495
F_{oo}	50,3125	50,3125
F_{11}	178,0625	178,0625
F_{22}	26,25	26,25
f_{oo}	0,8214	0,8214
f_{11}	2,9072	2,9072
f_{22}	0,4286	0,4286
s^2_R	46,0827	1,6597
s^2_{bo}	6,1524	1,1676
s^2_{b1}	11,5746	2,1966
s^2_{b11}	4,4442	0,8434
t_o	3,5306	18,4824
t_1	1,5540	0,6140
t_{11}	7,2745	35,9806

Jestliže textové charakteristiky srovnáváme s kritickou hodnotou $t_{0,05}$ (3) = 3,182, zjistíme, že v obou případech (po 1. i 2. pasáži protahování) je textová charakteristika t_1 menší než kritická hodnota.

Z toho plyne, že koeficienty regrese b_1 zamítneme,

Posledním úkolem je stanovení konfidenčního intervalu (vyjadřuje oblast, ve které budou kolísat hodnoty modelu s danou pravděpodobností)
Zvolíme si bod x_0, pro něj spočítáme hodnotu modelu podle rovnice $\bar{Y} = b_0 + b_1 x_0 + b_{11} x_0^2$.

vypočítáme rozptyl:

$$s^2(\bar{Y}_0) = s_R^2 \left(\frac{1}{n \cdot n_0} + \frac{F_{11}(x_0 - \bar{x})^2 + F_{22}(x_0^2 - \bar{x}^2)}{|(\underline{F}^T \cdot \underline{F})|} \right)$$

kde

$$\bar{x} = \frac{\sum_{(i)} x_i}{n} \qquad \bar{x}^2 = \frac{\sum_{(i)} x_i^2}{n}$$

Skutečná hodnota modelu leží v intervalu:

$$\bar{Y}_0 - t_\alpha(\nu)\, s(\bar{Y}_0) < E(Y/x_0) < \bar{Y}_0 + t_\alpha(\nu)\, s(\bar{Y}_0)$$

Dolní a horní meze konfidenčního intervalu jsou zaznamenány v následující tabulce č. 29,30.

Tab. č. 29 - 1. pasáž protahování

$\bar{Y}_0 - t_\alpha(\nu)\, s(\bar{Y}_0)$	$<$	$E(Y/x_0)$	$<$	$\bar{Y}_0 + t_\alpha(\nu)\, s(\bar{Y}_0)$
- 35,23	<	E (Y/0)	<	78,68
- 2,09	<	E (Y/0,5)	<	79,68
49,79	<	E (Y/1)	<	94,28
108,68	<	E (Y/1,5)	<	134,19
149,27	<	E (Y/2)	<	224,75
195,71	<	E (Y/2,5)	<	341,77

Tab. č. 30 - 2. pasáž protahování

$\bar{Y}_0 - t_\alpha(\nu)\, s(\bar{Y}_0)$	$<$	$E(Y/x_0)$	$<$	$\bar{Y}_0 + t_\alpha(\nu)\, s(\bar{Y}_0)$
10,87	<	E (Y/0)	<	32,29
22,08	<	E (Y/0,5)	<	37,6
49,04	<	E (Y/1)	<	57,49
89,46	<	E (Y/1,5)	<	94,3
138,49	<	E (Y/2)	<	152,83
200,75	<	E (Y/2,5)	<	228,47

Tab. 31

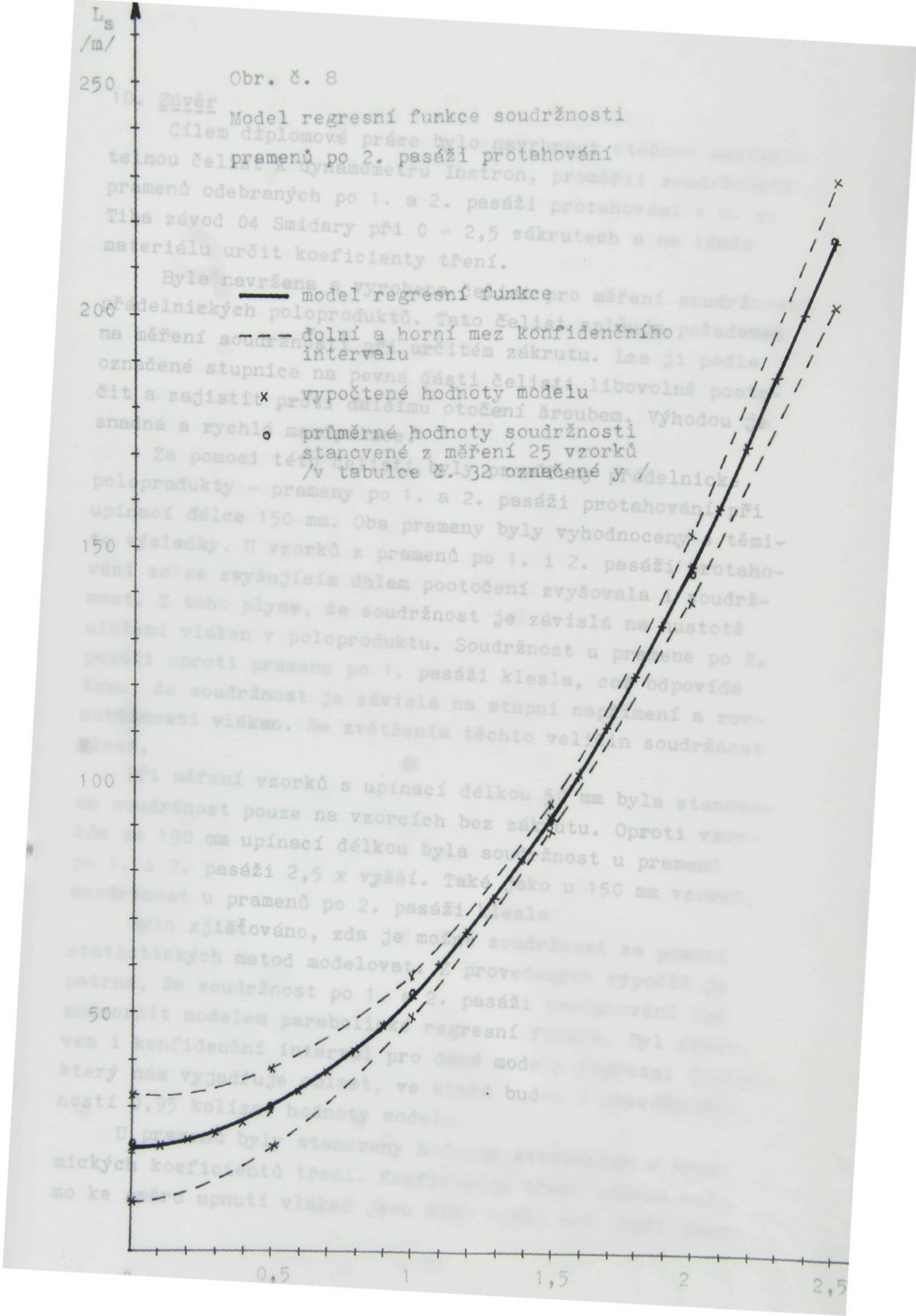
i	y_i	x_i	x_i^2	x_i^3	x_i^4	$y_i x_i^2$	$y_i x_i$	y_i^2
1	24,7391	0	0	0	0	0	0	612,0231
2	33,7748	0,5	0,25	0,125	0,0625	8,4437	16,8874	1140,7371
3	69,0328	1	1	1	1	69,0328	69,0328	4765,5274
4	130,4151	1,5	2,25	3,375	5,0625	293,4339	195,6227	17008,098
5	183,0831	2	4	8	16	732,3324	366,1662	35519,421
6	268,7120	2,5	6,25	15,625	39,0625	1679,4500	671,7800	72206,138
	709,7569	7,5	13,75	28,125	61,1875	2782,6928	1319,4890	129251,91

Tab. 32

i	y_i	x_i	x_i^2	x_i^3	x_i^4	$y_i x_i^2$	$y_i x_i$	y_i^2
1	21,1606	0	0	0	0	0	0	447,7710
2	30,1537	0,5	0,25	0,125	0,0625	7,5384	15,0769	909,2456
3	53,9862	1	1	1	1	53,9862	53,9862	2914,5097
4	92,1203	1,5	2,25	3,375	5,0625	207,2707	138,1875	8486,1496
5	143,9170	2	4	8	16	575,6680	287,8340	20712,1020
6	215,5194	2,5	6,25	15,625	39,0625	1346,9962	538,7985	46448,6110
	556,8572	7,5	13,75	28,125	61,1875	2191,4595	1033,8800	79918,3880

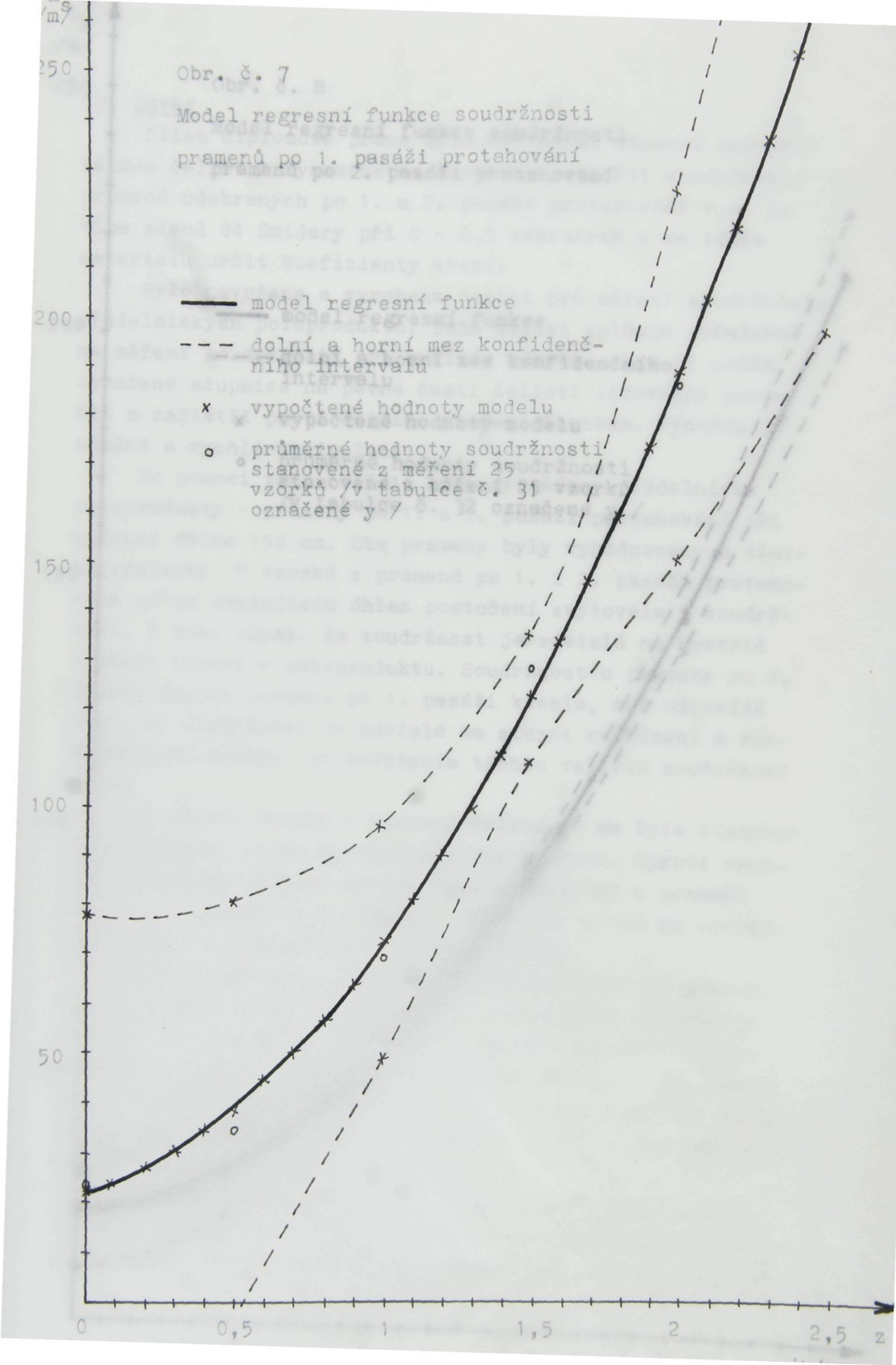
Modely regresní funkce soudržnosti pramenů po 1. a 2. pasáži protahování jsou znázorněny na obrázku č. 7, 8. Společně s vyznačenými dolními a horními mezemi konfidenčního intervalu.

Soudržnost je možné pomocí statistických metod modelovat parabolickou regresní funkcí. Byl stanoven konfidenční interval, který je kolem modelu regresní funkce souměrný. V oblasti, ohraničené dolní a horní mezí konfidenčního intervalu, mohu s pravděpodobností 0,95 očekávat výskyt hodnot modelové regresní funkce.



Obr. č. 8

Model regresní funkce soudržnosti pramenů po 2. pasáži protahování



Obr. č. 7

Model regresní funkce soudržnosti pramenů po 1. pasáži protahování

10. Závěr

Cílem diplomové práce bylo navrhnout otočnou nastavitelnou čelist k dynamometru Instron, proměřit soudržnosti pramenů odebraných po 1. a 2. pasáži protahování v n. p. Tiba závod 04 Smidary při 0 - 2,5 zákrutech a na témže materiálu určit koeficienty tření.

Byla navržena a vyrobena čelist pro měření soudržnosti přádelnických poloproduktů. Tato čelist splňuje požadavek na měření soudržnosti při určitém zákrutu. Lze ji podle označené stupnice na pevné části čelisti libovolně pootočit a zajistit proti dalšímu otočení šroubem. Výhodou je snadná a rychlá manipulace.

Za pomoci této čelisti byly proměřeny přádelnické poloprodukty - prameny po 1. a 2. pasáži protahování při upínací délce 150 mm. Oba prameny byly vyhodnoceny s těmito výsledky. U vzorků z pramenů po 1. i 2. pasáži protahování se se zvyšujícím úhlem pootočení zvyšovala i soudržnost. Z toho plyne, že soudržnost je závislá na hustotě uložení vláken v poloproduktu. Soudržnost u pramene po 2. pasáži oproti pramenu po 1. pasáži klesla, což odpovídá tomu, že soudržnost je závislá na stupni napřímení a rovnoběžnosti vláken. Se zvětšením těchto veličin soudržnost klesá.

Při měření vzorků s upínací délkou 50 mm byla stanovena soudržnost pouze na vzorcích bez zákrutu. Oproti vzorkům se 150 mm upínací délkou byla soudržnost u pramenů po 1. i 2. pasáži 2,5 x vyšší. Také jako u 150 mm vzorků, soudržnost u pramenů po 2. pasáži klesla

Bylo zjišťováno, zda je možné soudržnost za pomoci statistických metod modelovat. Z provedených výpočtů je patrné, že soudržnost po 1. a 2. pasáži protahování lze znázornit modelem parabolické regresní funkce. Byl stanoven i konfidenční interval pro dané modely regresní funkce, který nám vyjadřuje oblast, ve které budou s pravděpodobností 0,95 kolísat hodnoty modelu.

U pramenů byly stanoveny hodnoty statických a dynamických koeficientů tření. Koeficienty tření měřené kolmo ke směru upnutí vláken jsou vždy vyšší než koeficienty

tření měřené po směru upnutí vláken. Také koeficienty tření zjištěné po 2. pasáži protahování jsou vyšší. Je to způsobeno tím, že u dostatečně paralelizovaných pramenů se zvýší množství dotykových bodů uložených vláken v pramenu. Rozdíl statického a dynamického koeficientu tření je ve všech případech do jedné desetiny, což ukazuje na dobrou spřadatelnost.

Stanovení koeficientu zpracovatelnost ukazuje v obou případech na lepší zpracovatelnost pramenů po 1. pasáži protahování.

Z hlediska stanovených zpracovatelských faktorů je předpoklad pro dobrou spřadatelnost bavlněných posukovaných pramenů při rotorovém předení.

Vzhledem k tomu, že jsem při zpracování narazila na možnost modelování soudržnosti pomocí statistických metod, bylo by vhodné pro další zkoumání provést větší počet měření např. i při různých rychlostech posuvu, aby se zjistila přesná reprodukovatelnost měření pro daný pramen z daného materiálu, stanovily se modely zjištěných funkcí, a dále zda je možné najít určitou relaci mezi třením a soudržností. To by mohlo být náplní některé z dalších diplomových prací.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

/1/ Hladík,V. a kol.: Textilní materiály. SNTL Praha, 1984

/2/ Staněk,J. a kol.: Nauka o textilních materiálech. VŠST Liberec, 1986

/3/ Ursíny,P.: Spřádání bavlnářským způsobem. VŠST Liberec, 1985

/4/ Rohlena,V. a kol.: Bezvřetenové předení. SNTL Praha, 1984

/5/ Kašpárek,J., Solík,Z.: Rotorové předení a změny struktury československého bavlnářského průmyslu. Textil č. 9,10, 1981

/6/ Kašpárek,J.: Pojem jakosti rotorové příze v současné produkci a budoucím využití. Textil č. 7, 1984

/7/ Tóthová,K.: Stanovení soudržnosti přádelnických poloproduktů. Dipl. práce 1981

/8/ Hladík,V.: Soudržnost pramene a spřadatelnost na strojích BD. Textil č. 5, 1981

/9/ Kašáková,L.: Analýza vztahu vybraných parametrů vláken POP BDV a zpracovatelnost těchto vláken. Dipl. práce 1986

/10/ Staněk,J. a kol.: Nauka o textilních materiálech. VŠST Liberec, 1985

/11/ Ursíny,P.: Stroje a technologie dopřádání. VŠST Liberec, 1984

/12/ Eisenbruk,L.: Příspěvek k měření soudržnosti pramenů na přístroji Instron. Textil č. 7, 1970

/13/ Sborník hlavních dokumentů XVII. sjezdu KSČ. Svoboda Praha, 1986

/14/ 5. zasedání ÚV KSČ. Rudé právo, březen 1987

/15/ Hejzlarová,H.: Zpracovatelské vlastnosti vláken. Přednášky VŠST 1986

/16/ Schenek,A.: Masnahmen zur Vermeidung von Reklamationen bei der Verarbeitung von Baumwolle. Textil Praxis International č. 6, 1984

/17/ Ehler,P., Schreiber,O.: Simulationsprufverfahren - ein Weg zur Erfassung technologischer Kenngrosen bei komplexer Material beanspruchung. Textil Praxis International č. 4, 1984

/18/ Pospíšil,Z. a kol.: Příručka textilního odborníka. SNTL Praha, 1981

/19/ Černý,J.: Teorie spolehlivosti a řízení jakosti. Přednášky VŠST 1986

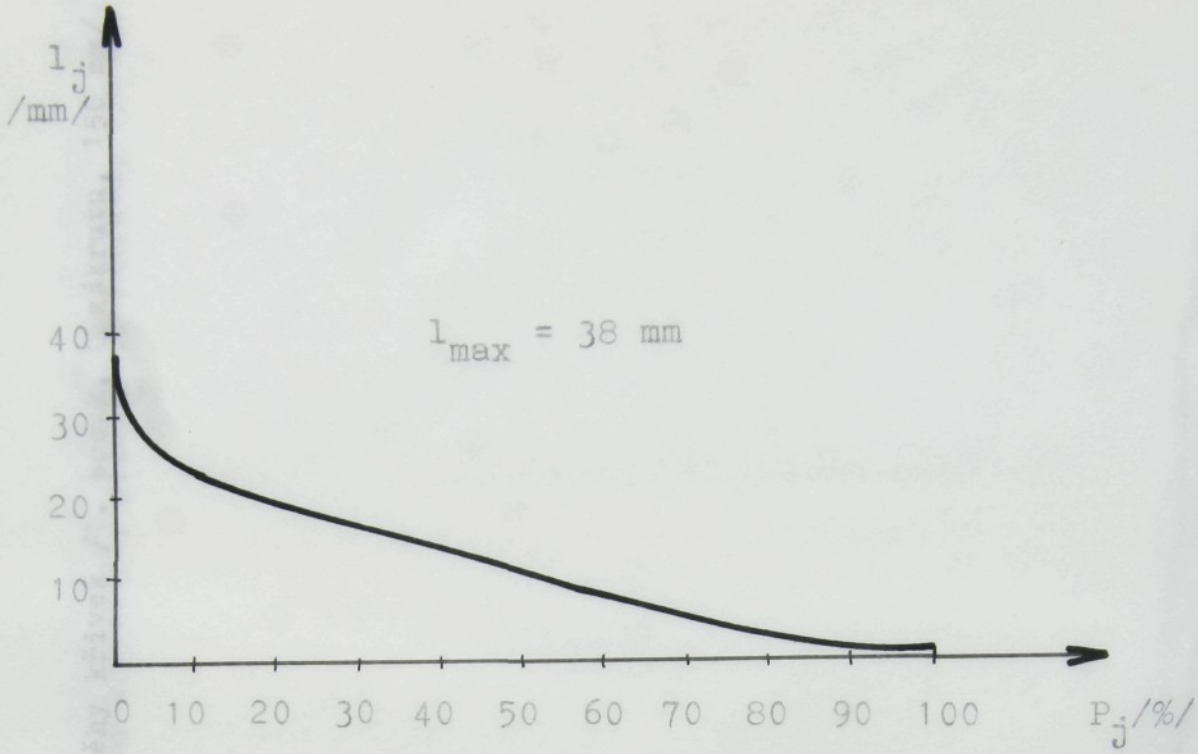
/20/ Ursíny,P.: Teorie předení. VŠST Liberec, 1980

PŘÍLOHA

1 Staplový diagram - pramen po 2. pasáži protahování

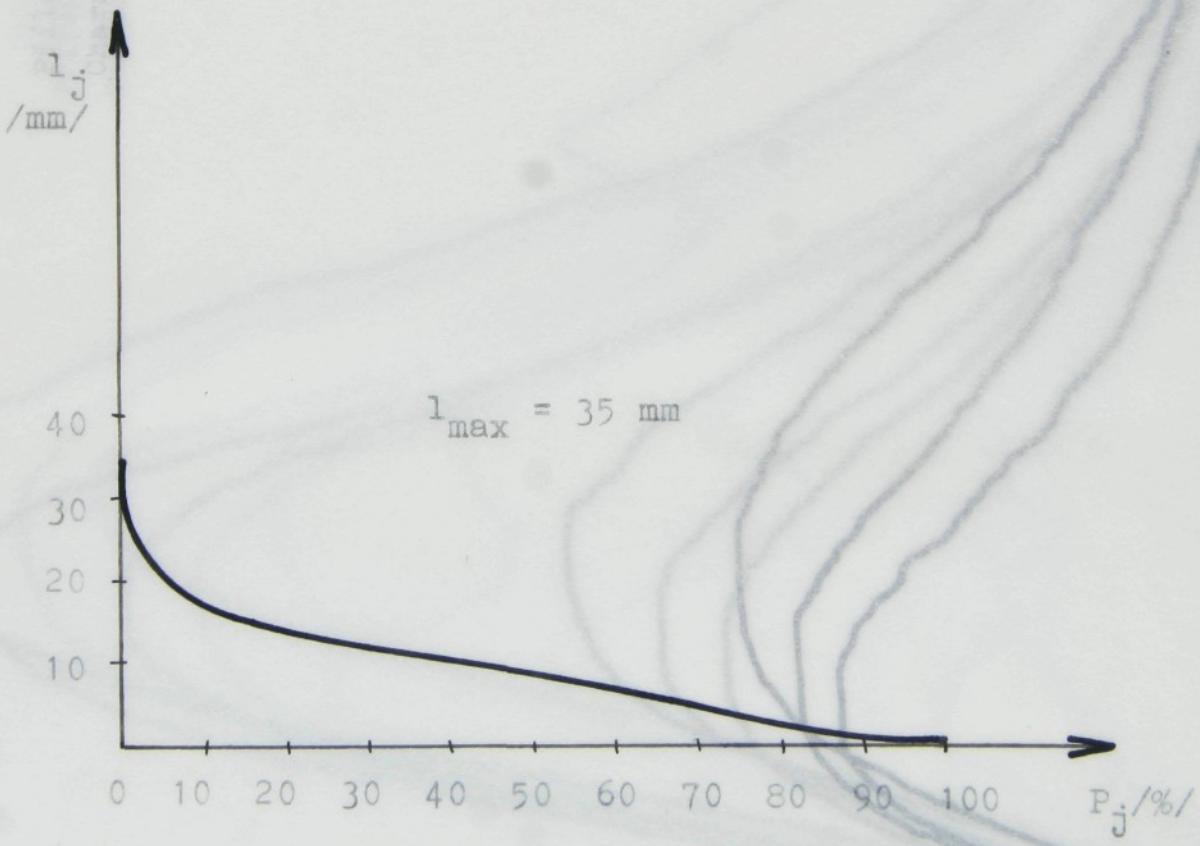
2 Staplový diagram - pramen po 1. pasáži protahování

3 - 16 Charakteristické průběhy křivek pro prameny po 1. a 2. pasáži protahování



Příloha č. 1

Staplový diagram - pramen po 2. pasáži protahování

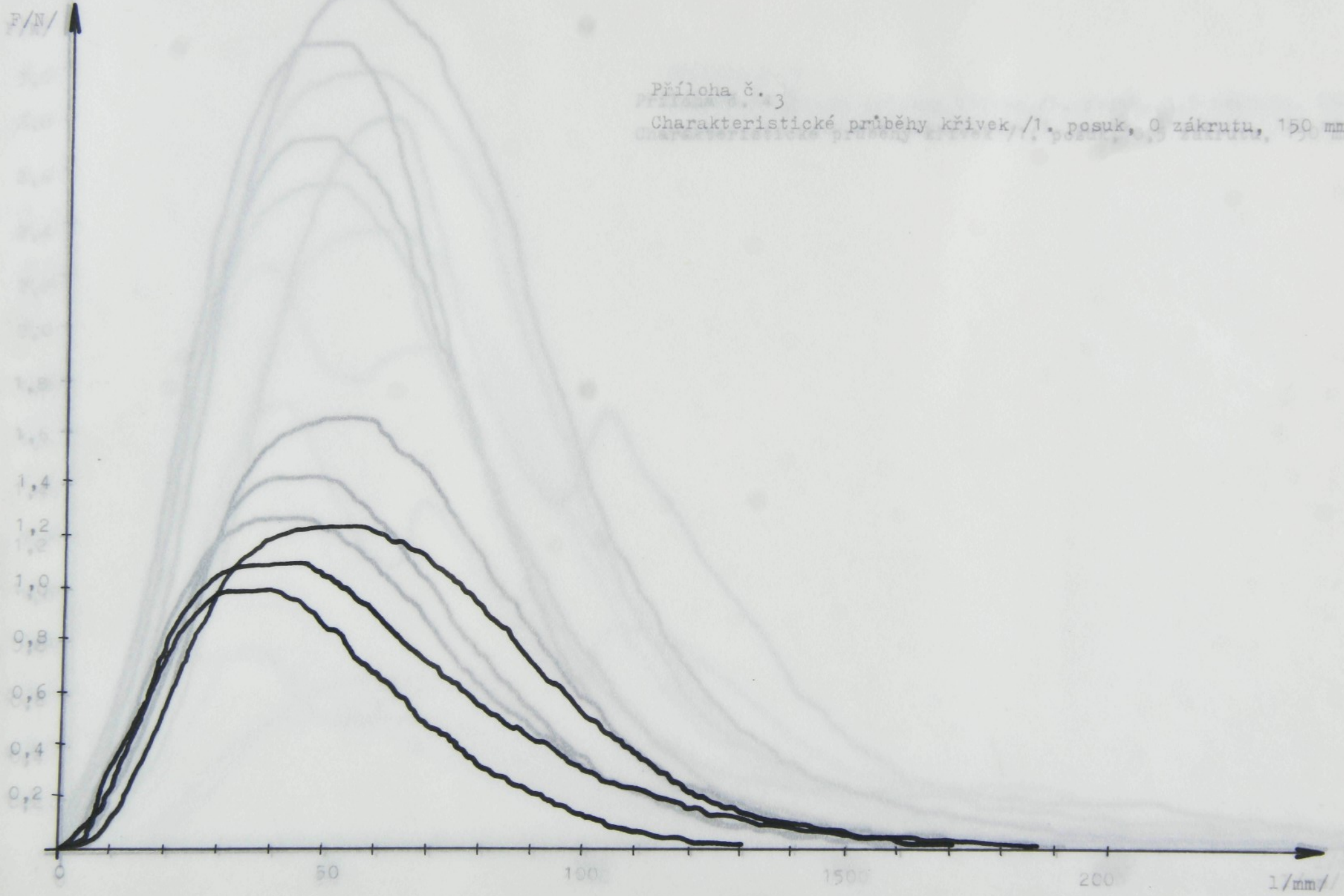


Příloha č. 2

Staplový diagram - pramen po 1. pasáži protahování

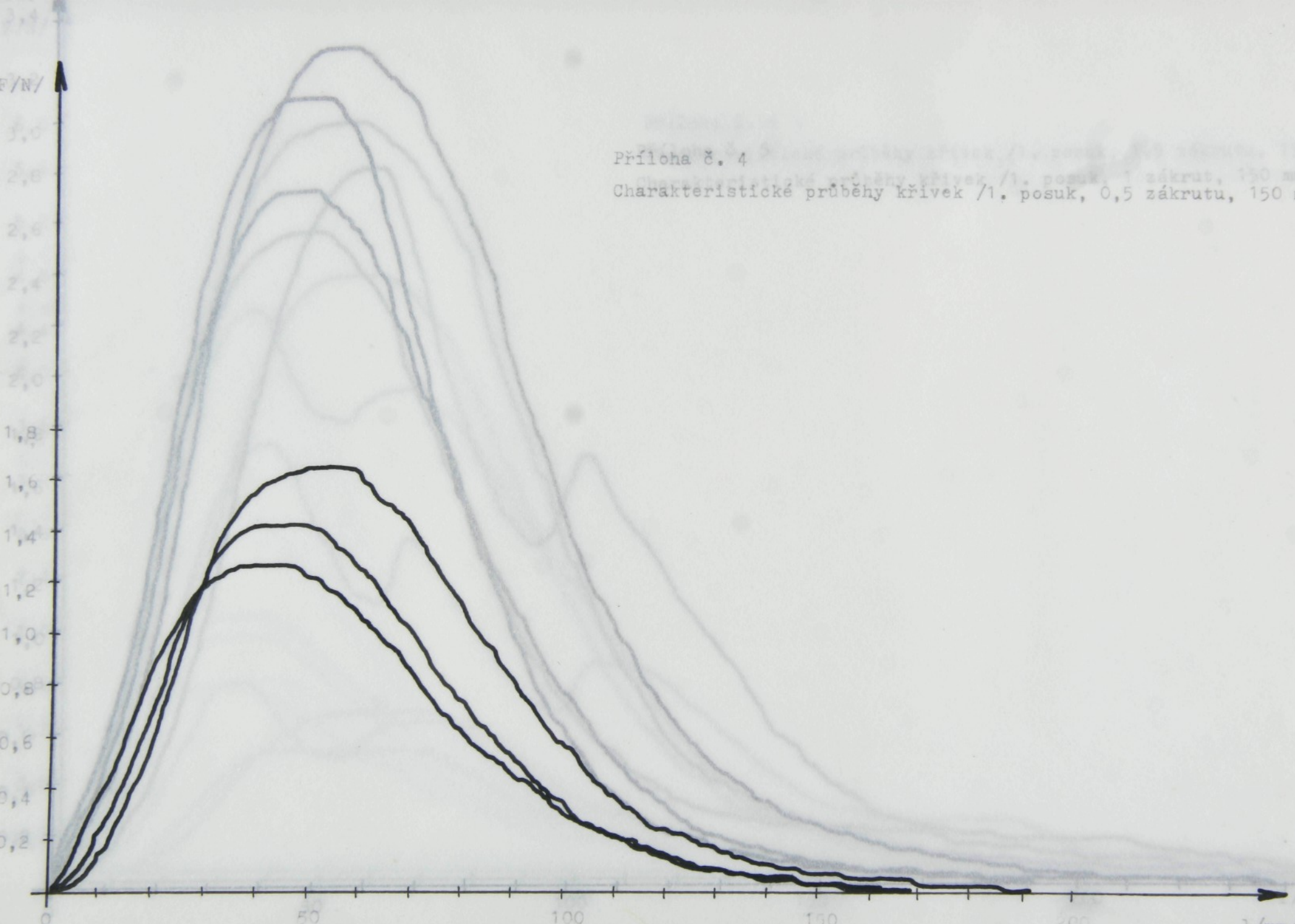
Příloha č. 3

Charakteristické průběhy křivek /1. posuk, 0 zákrutu, 150 mm/



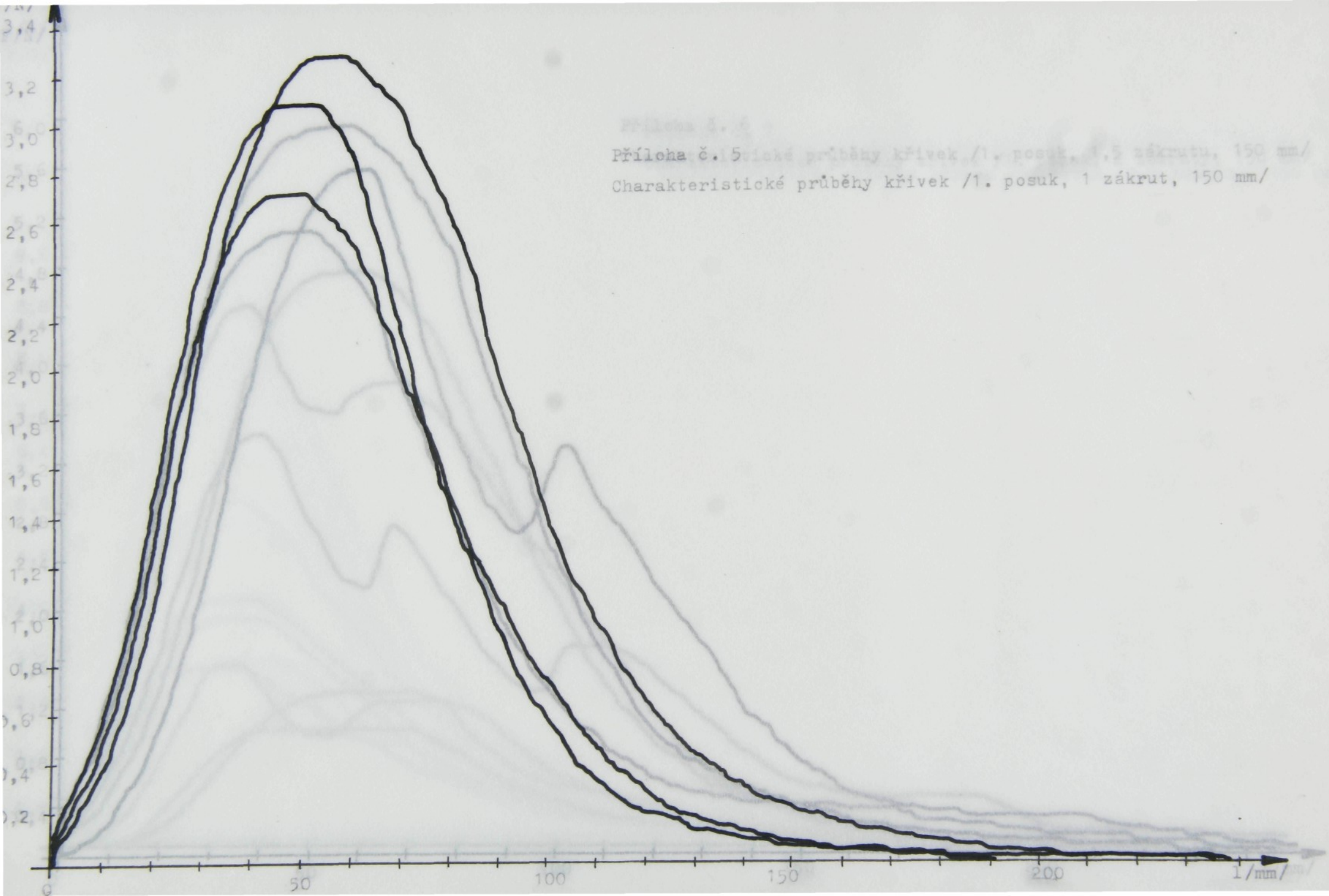
Příloha č. 4

Charakteristické průběhy křivek /1. posuk, 0,5 zákrutu, 150 mm/



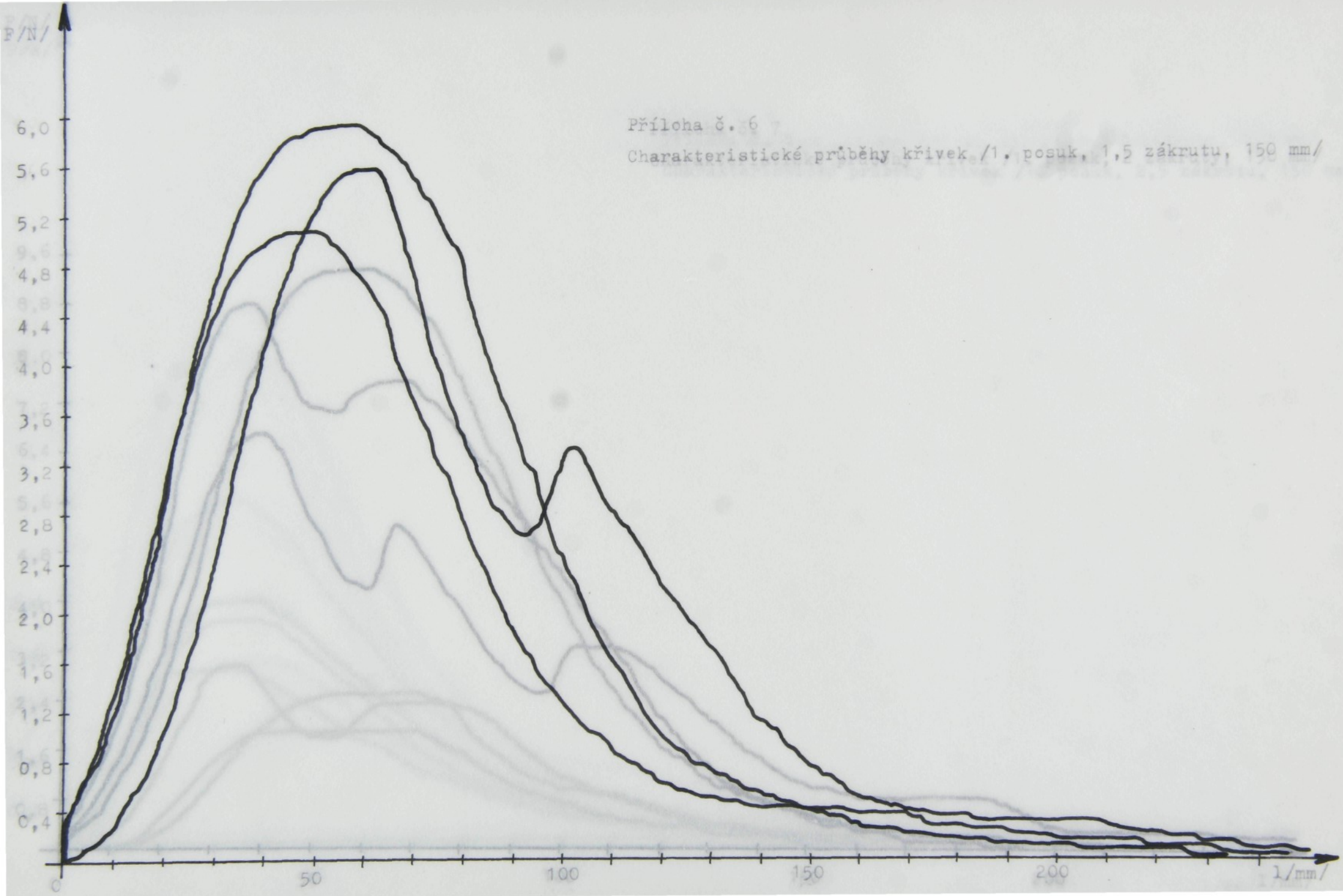
Příloha č. 5

Charakteristické průběhy křivek /1. posuk, 1 zákrut, 150 mm/



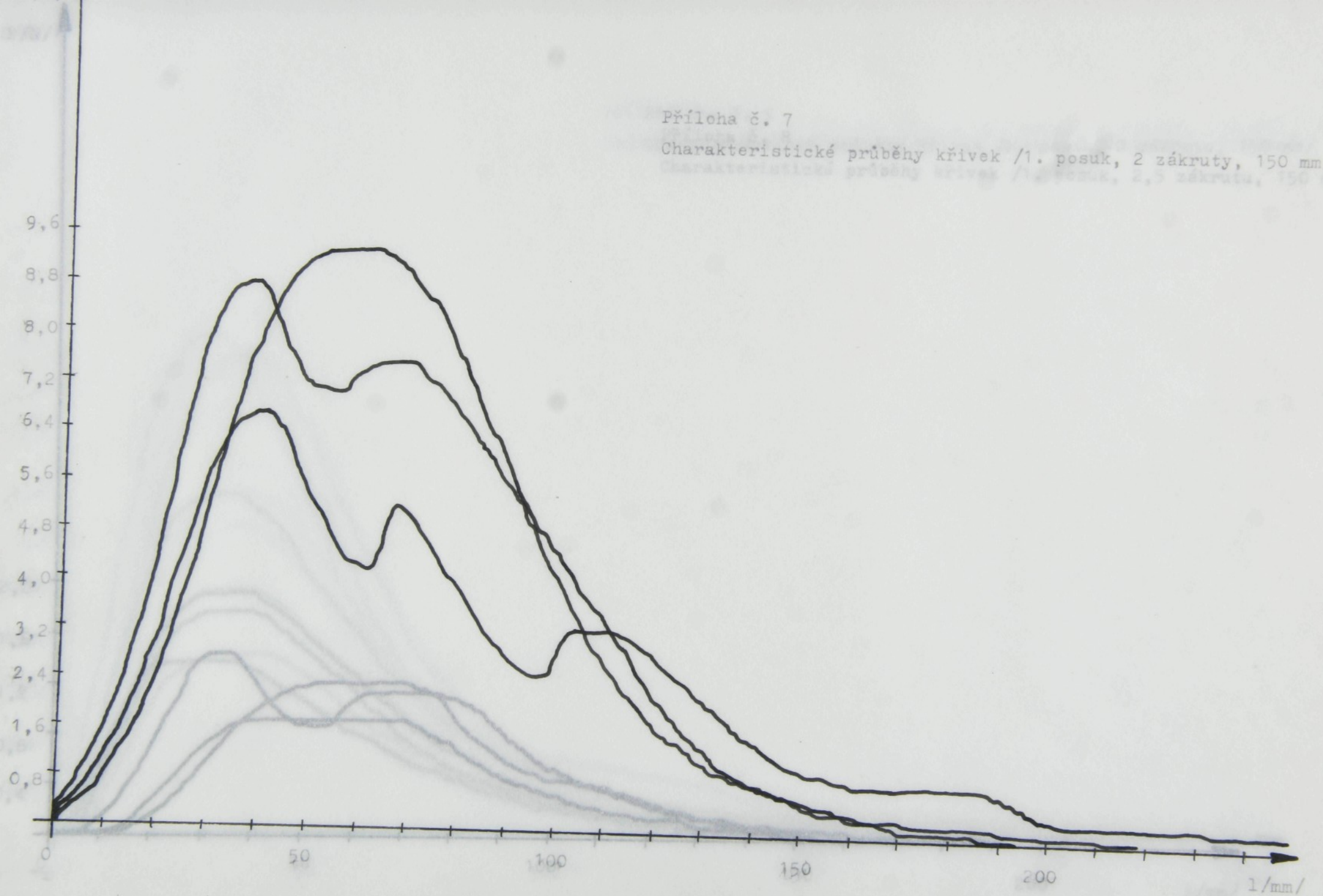
Příloha č. 6

Charakteristické průběhy křivek /1. posuk, 1,5 zákrutu, 150 mm/



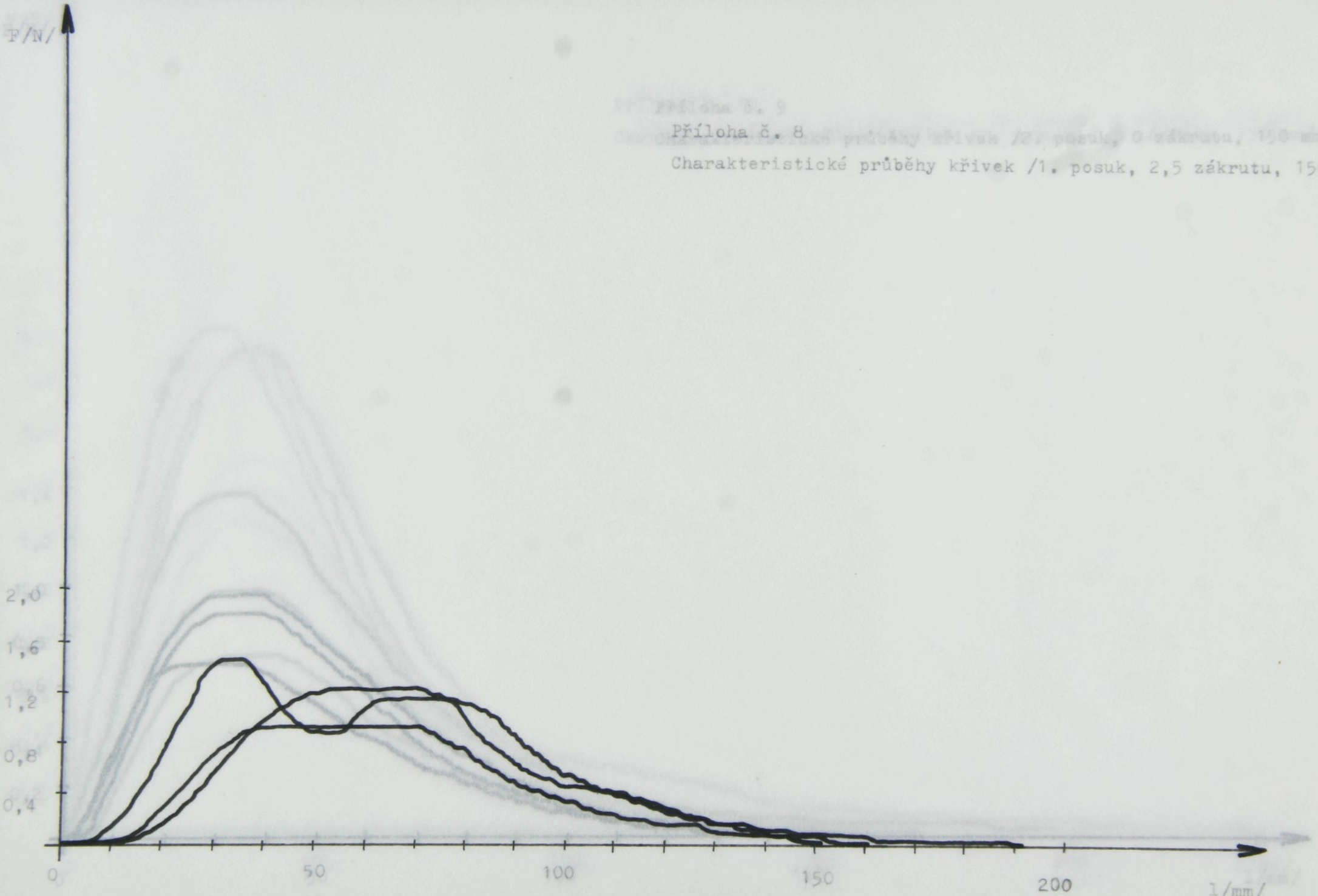
Příloha č. 7

Charakteristické průběhy křivek /1. posuk, 2 zákruty, 150 mm/



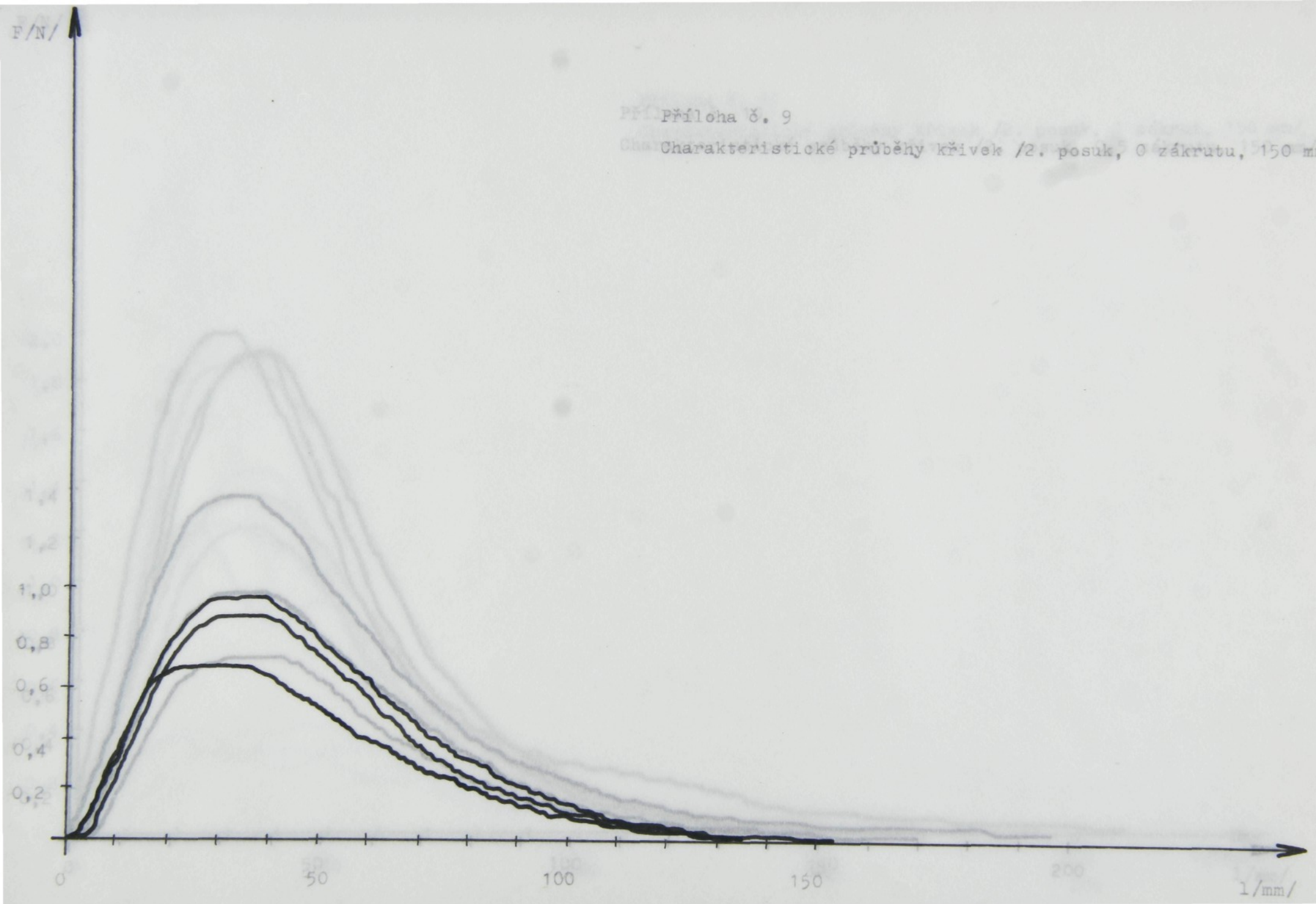
Příloha č. 8

Charakteristické průběhy křivek /1. posuk, 2,5 zákrutu, 150 mm



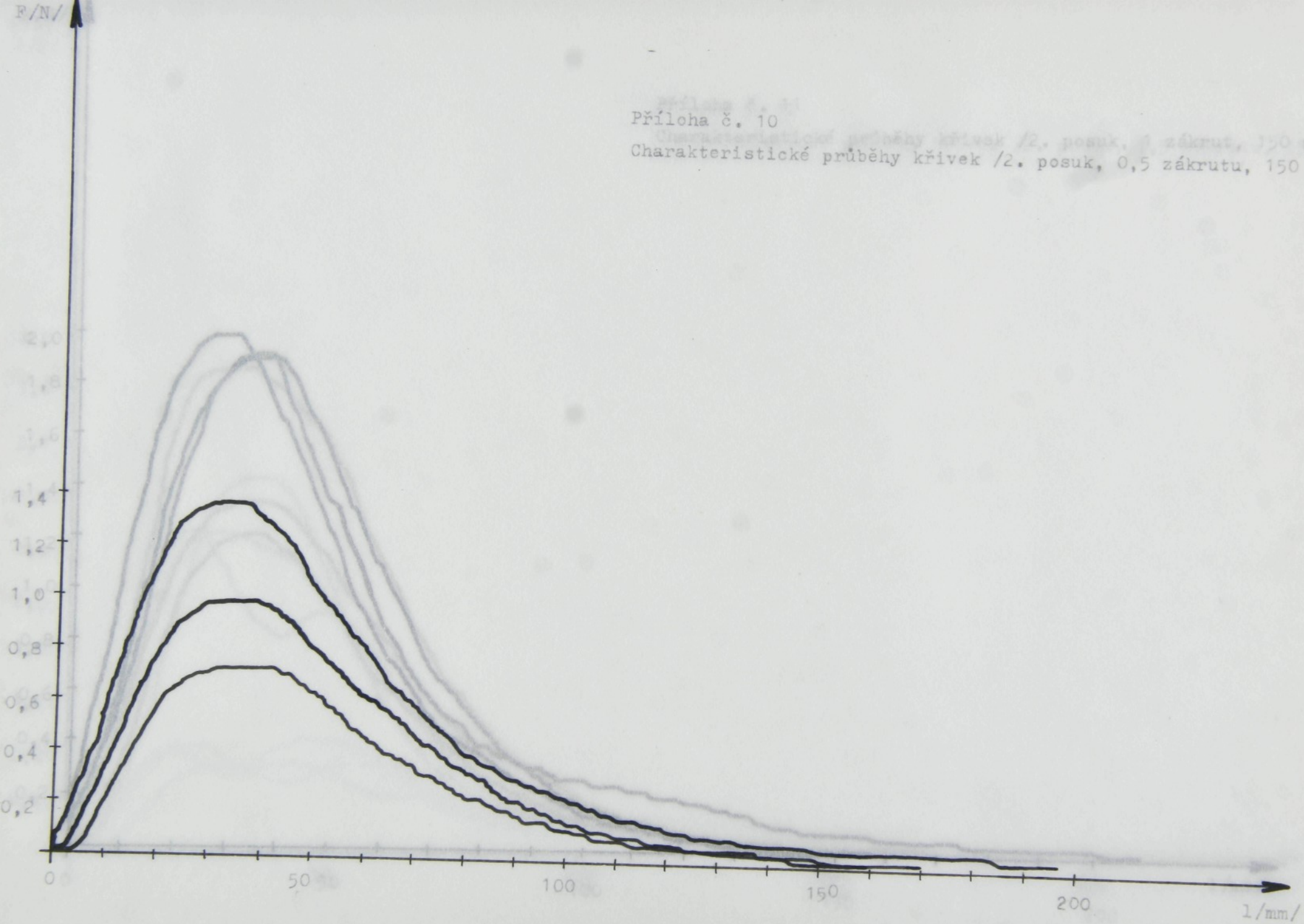
Příloha č. 9

Charakteristické průběhy křivek /2. posuk, 0 zákrutu, 150 mm/



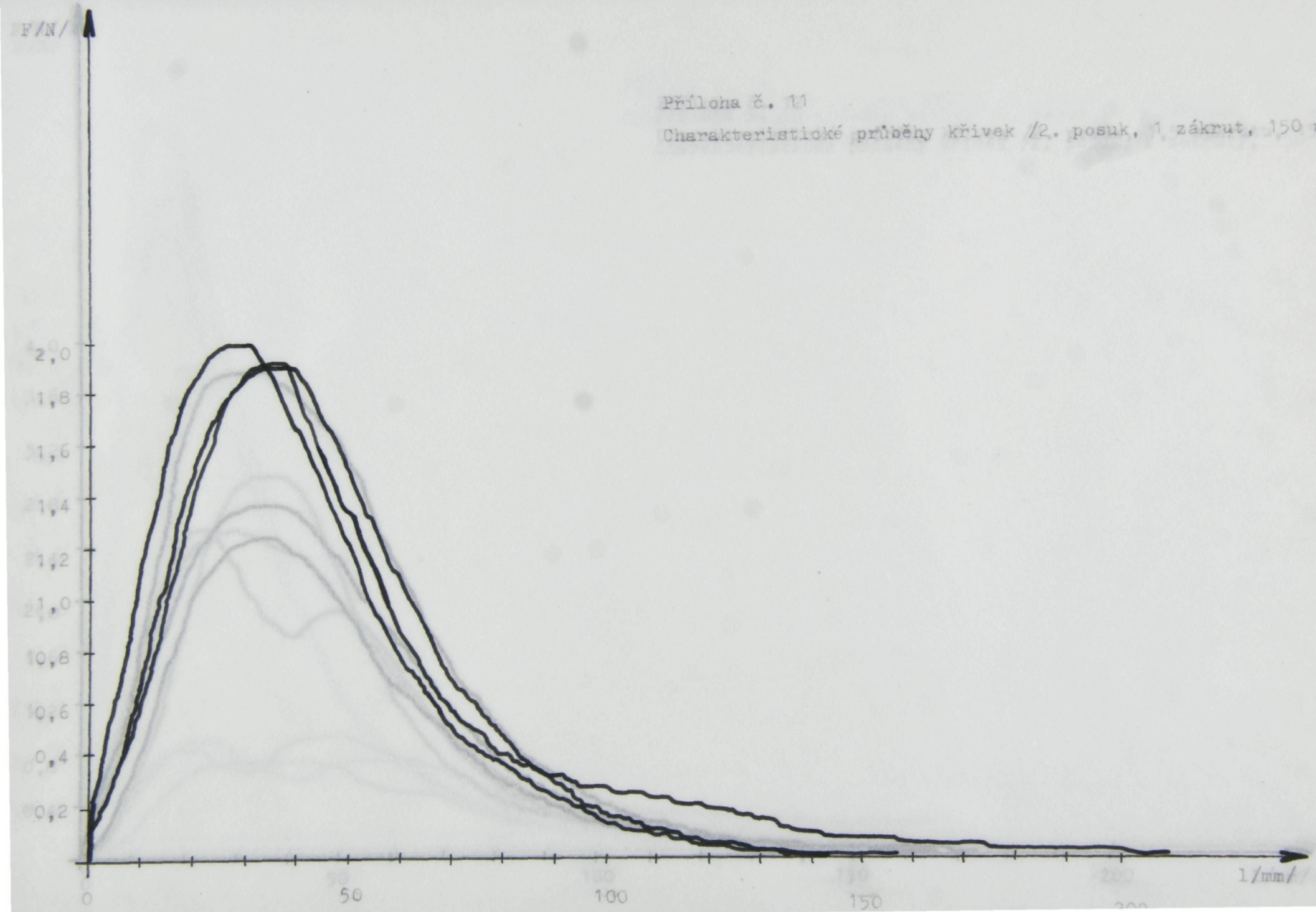
Příloha č. 10

Charakteristické průběhy křivek /2. posuk, 0,5 zákrutu, 150 mm/



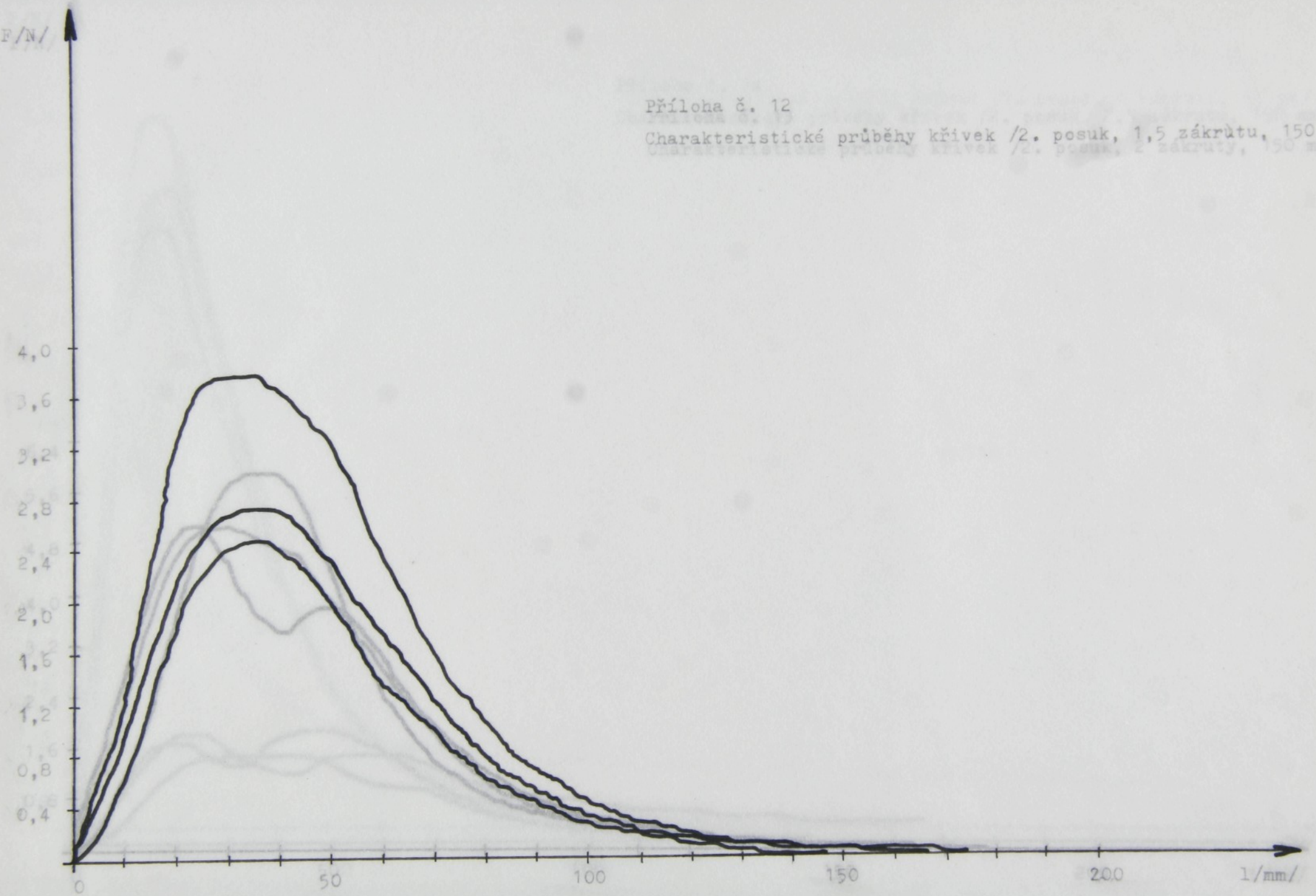
Příloha č. 11

Charakteristické průběhy křivek /2. posuk, 1 zákrut, 150 mm/



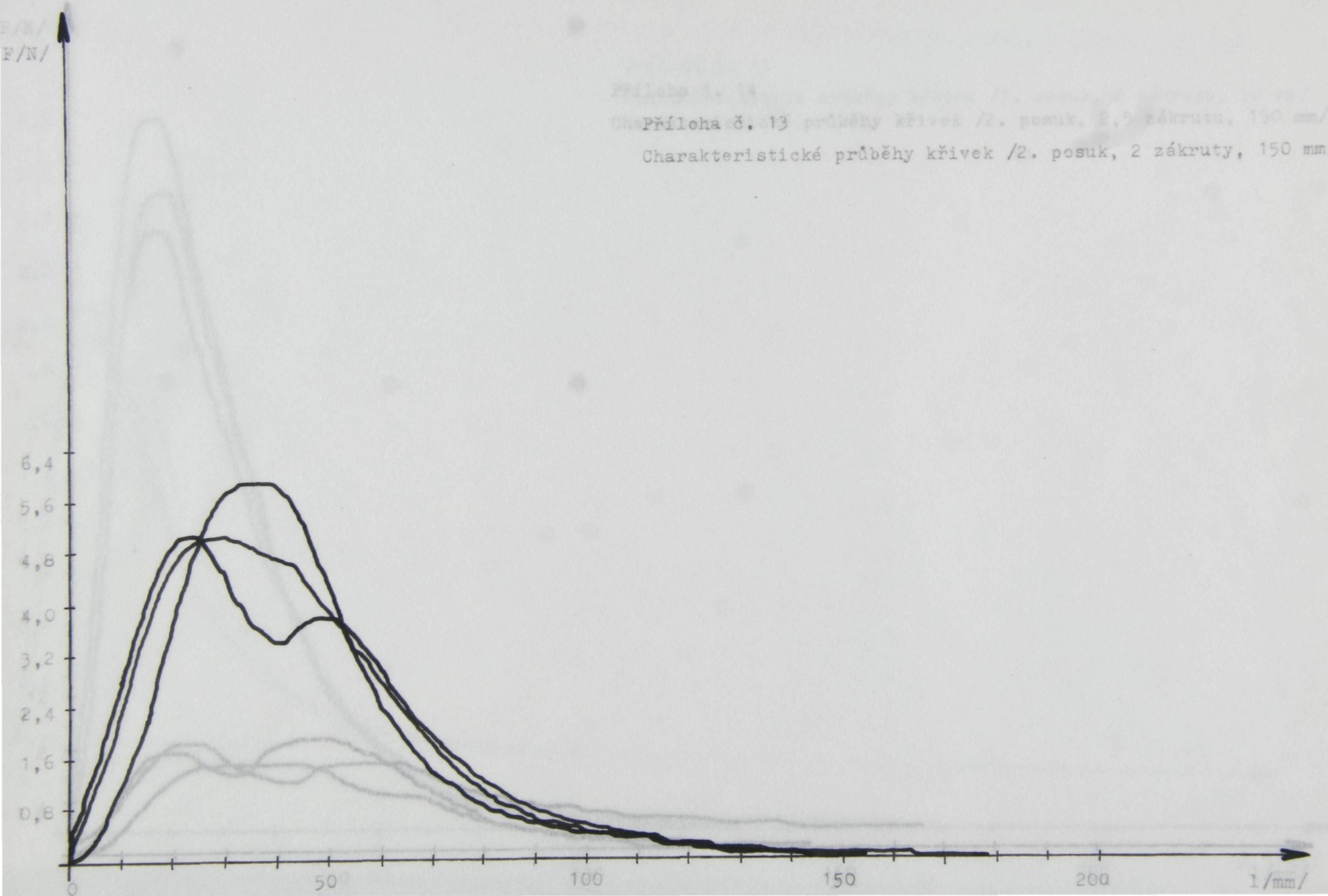
Příloha č. 12

Charakteristické průběhy křivek /2. posuk, 1,5 zákrutu, 150 mm/



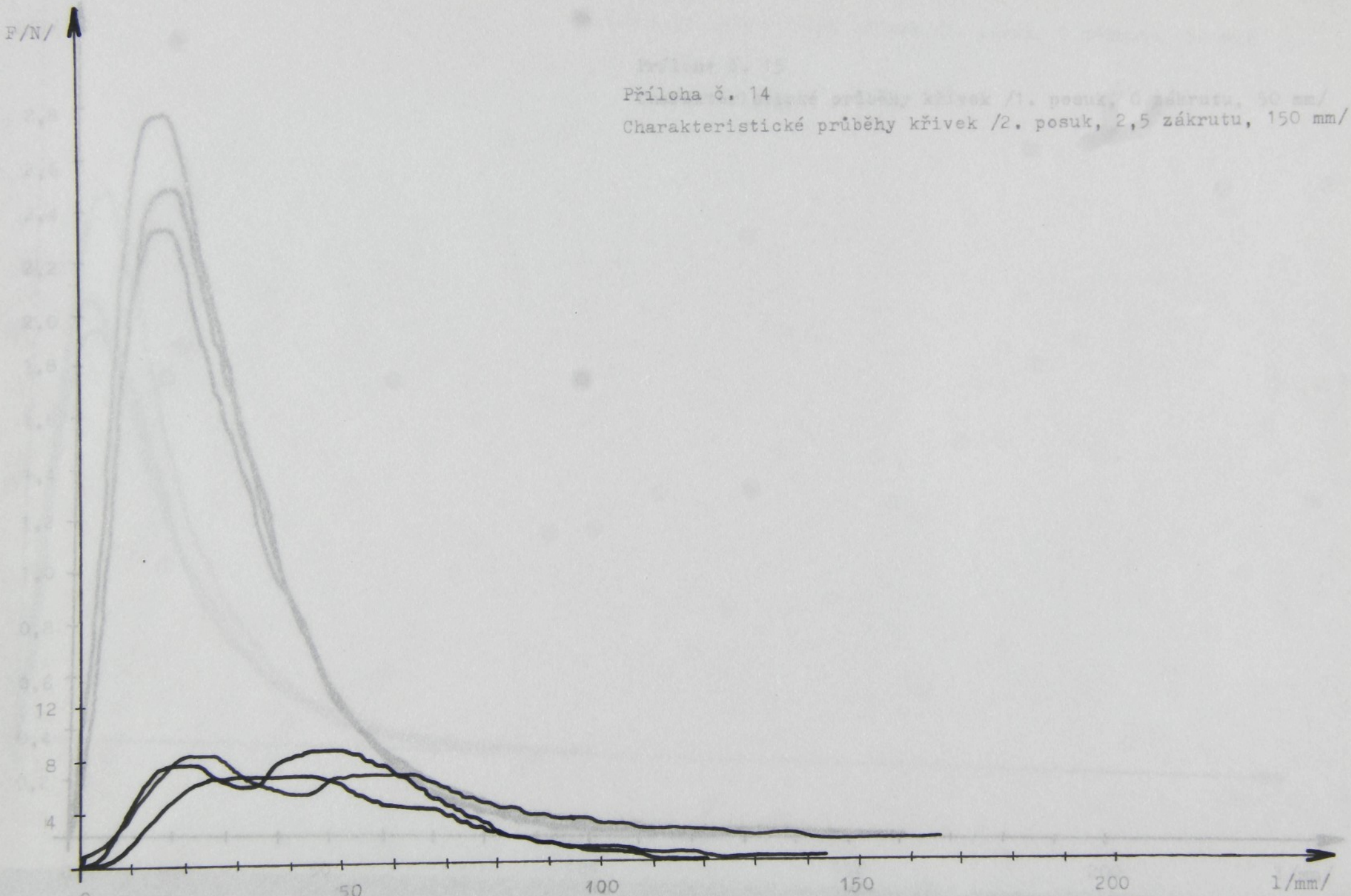
Příloha č. 13

Charakteristické průběhy křivek /2. posuk, 2 zákruty, 150 mm/



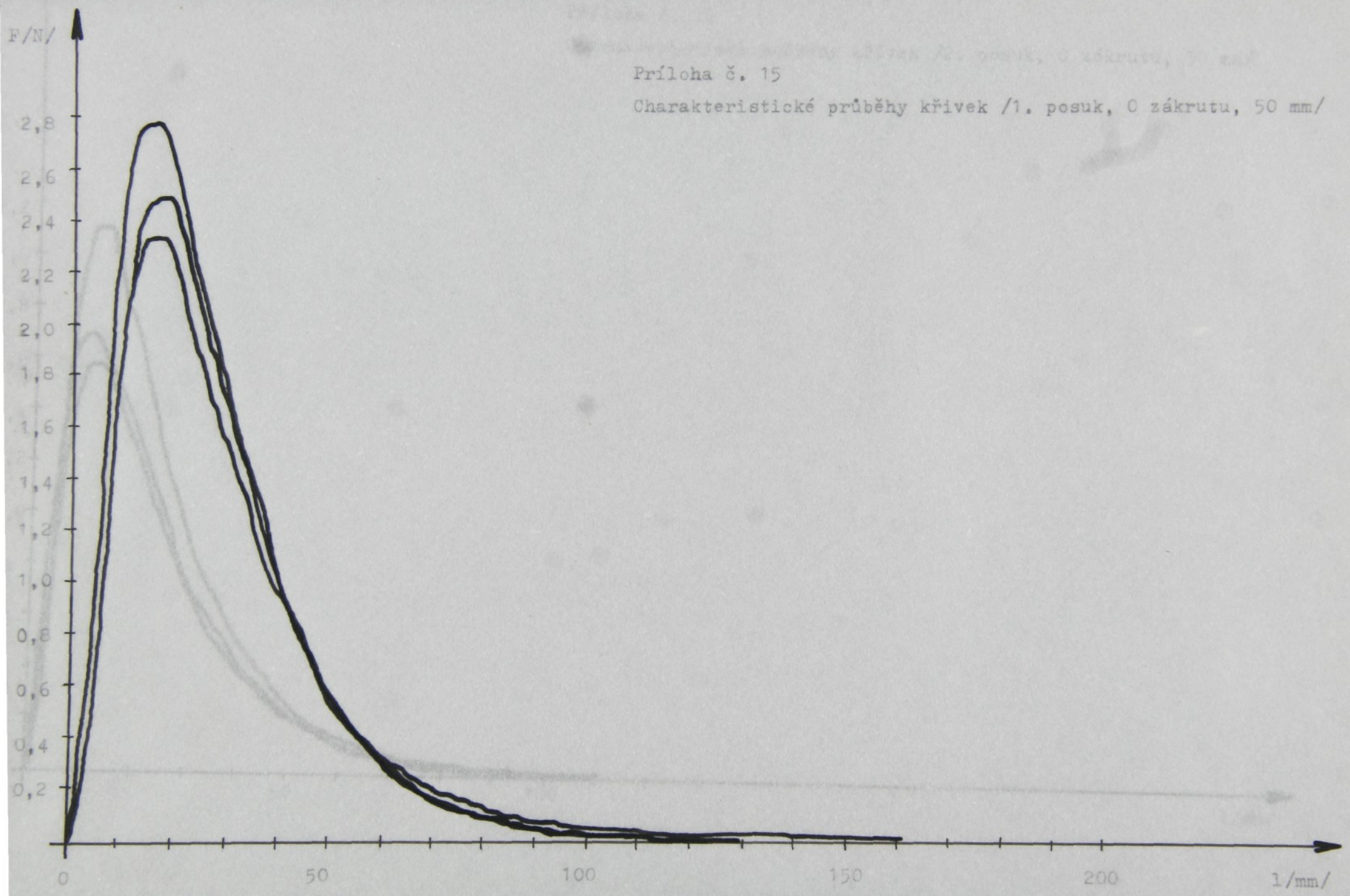
Příloha č. 14

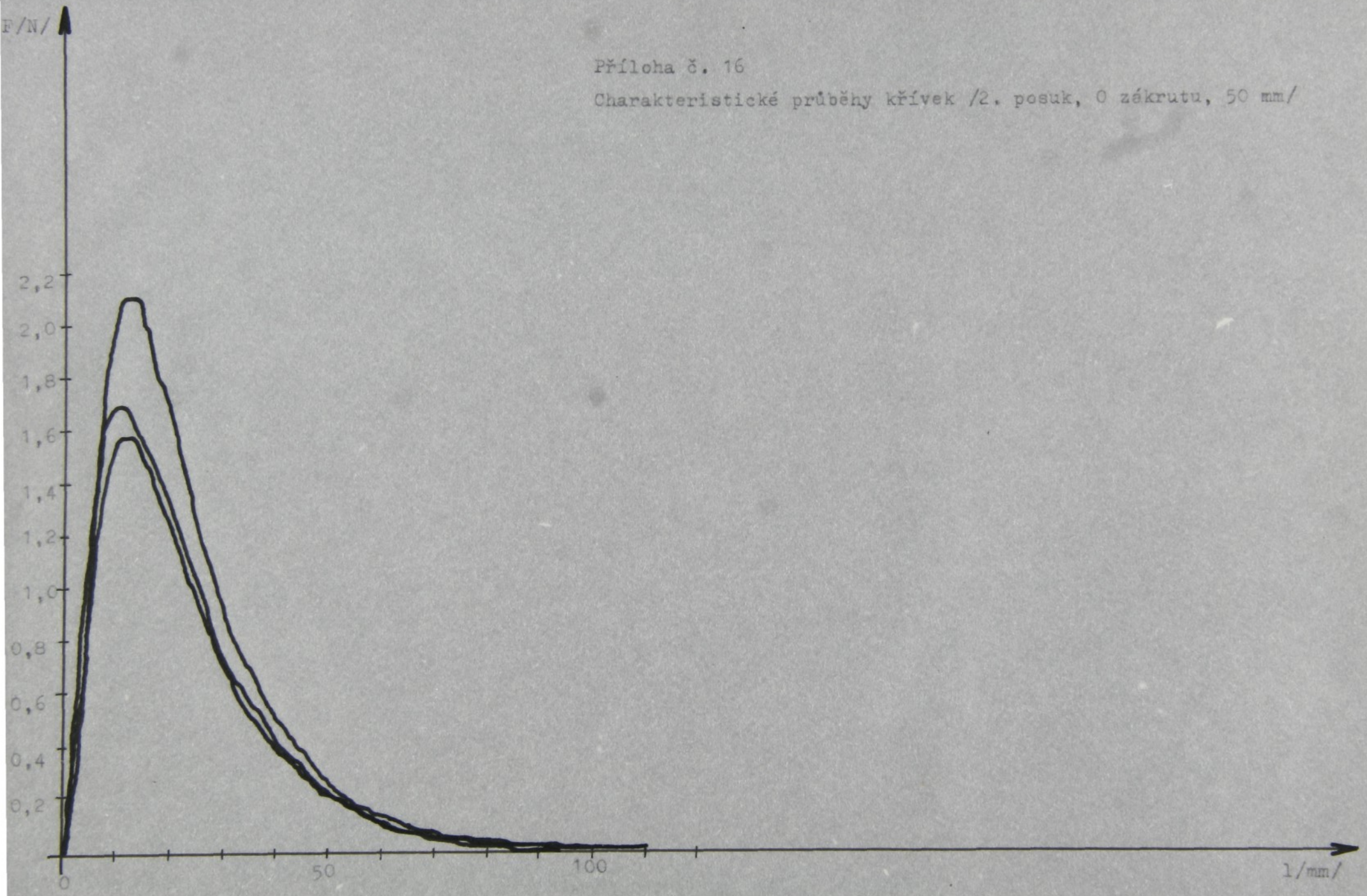
Charakteristické průběhy křivek /2. posuk, 2,5 zákrutu, 150 mm/



Príloha č. 15

Charakteristické průběhy křivek /1. posuk, 0 zákrutu, 50 mm/



Příloha č. 16

Charakteristické průběhy křívek /2. posuk, 0 zákrutu, 50 mm/