

Vysoká škola: strojní a textilní Katedra: technologie a nauky o mater.
Fakulta: strojní Školní rok: 1974/75

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro s. M a c k a Bohuslava
obor Strojírenská technologie

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

Název tématu: Metodika měření a návrh měřicí aparatury pro stanovení závislosti "síla-dráha" na lisu LU 160.

Pokyny pro vypracování:

1. Proveďte rozbor vlastností různých snímačů pro zjišťování síly a dráhy na lisech.
2. Navrhněte optimální systém a metodiku měření pro podmínky tváření na lisu LU 160.
3. Z dostupných měřících aparatur sestavte kompletní zařízení včetně manipulačního stolku. Uspořádání upravte pro měření sil a dráhy tažníku při hlubokém tažení na univerzálním zkušebním nástroji.
4. Proveďte ověření funkce zařízení měřením tažných sil při zpracování tenkých plechů.
5. Navrhněte případy možného využití měřicí aparatury ve výzkumu a při výuce. Zhodnoťte přínos vyřešeného zařízení.

VYŠKOLNÍ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
ŠKOLNÍ ROK 1974/75
LIBEREC

V 2 / 1976

Rozsah grafických laboratorních prací: grafy, tabulky

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 60 stran

Seznam odborné literatury:

1. kol. autorů: Lisování. SNTL Praha 1971
2. Němec: Odporové tenzometry v praxi. SNTL Praha 1967
3. kol. autorů: Sborník přednášek ze semináře "Měření ve tváření" v červnu 1974 ZP ČSVTS při VUTS Brno 1971-72
4. Huml: DP - Proveďte návrh....
5. Kaňka: DP 1973-74 Vliv mazání při tažení výlisků.

Vedoucí diplomové práce:

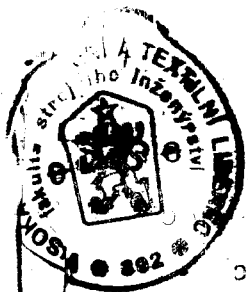
Doc. Ing. Jaroslav Tměj CSc.

Konsultanti:

Ing. František Beran

Datum zahájení diplomové práce: 15.10.1974

Datum odevzdání diplomové práce: 30.5.1975



Doc. Ing. Václav Chaloupecký CSc.

Vedoucí katedry

Doc. Ing. Oldřich Krejčíř CSc.

Děkan

Liberec

10.10.

74

Rozsah grafických laboratorních prací: grafy, tabulky

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 60 stran

Seznam odborné literatury:

1. kol. autorů: Lisování. SNTL Praha 1971
2. Němec: Odporové tenzometry v praxi. SNTL Praha 1967
3. kol. autorů: Sborník přednášek ze semináře "Měření ve tváření" v červnu 1974 ZP ČSVTS při VUTS Brno 1971-72
4. Huml: DP - Proveďte návrh....
5. Kaňka: DP 1973-74 Vliv mazání při tažení výlisků.

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Jaroslav Tměj SSc

Konsultanti: Ing. František Beran

Datum zahájení diplomové práce: 15.10.1974

Datum odevzdání diplomové práce: 30.5.1975



Doc. Ing. Václav Chaloupecký CSc

Vedoucí katedry

Doc. Ing. Oldřich Krejčíř CSc

Děkan

VÝZNAK A DIPLOMOVÉ PRÁCE

1. Nápisné zařízení : Nápisné zařízení a nápisná zařízení
operativní pro sledování činnosti
"výroba - výroba" na lince B 160.
2. Jméno diplomanta : Jaroslav Hlaváček
3. Vedoucí diplomové
práce : Doc. Ing. Jaroslav Hlaváček CSc.
4. Stručný výstup z diplomové práce :

Diplomová práce má za úkol vypracovat a vyzkoušet
různých zařízení pro sledování činnosti "výroba - výroba"
na lince. Je to zařízení, které s nápisným zařízením pro
přehledný tok na lince B 160, umožňuje sledování
nápisného pro nápisné zařízení a dále sledování při sledování
toků na výrobní lince sledování nástrojů.

Na závěr jsou uvedeny příklady výsledků nápisného
operativního ve výhledu a při výhledu.

3. ROZBOR VLASTNOSTÍ NÁKLADŮ SHRNUTÝ PRO ZJIŠŤOVÁNÍ TALÍŘ SÍLY A PRÁCE TALÍŘU.

3.1. Náklady pro zjišťování talíř síly.

3.1.1. Odporové tennometry.

Pro měření síly při tváření plechu jsou nejvhodnější odporové tennometrické snímače. Jejich výhoda je v tom, že je možné aplikovat na většinu používaných lisů, aniž bychom nějak zásadněji vnikli do stroje. Tennometrické snímače lze v některých případech použít přímo na nástrojích.

Tato metoda je pro měření síly nejpracnější, protože je nejžádnější a rovněž nejlevnější. Dovoluje nám měřit síly od pouhých do několika set stonů přesnosti a velkých rychlostí. Je účinná otěvňovací, protože nemá žádné problémy, který je možná přeměnit, jako je 100 kN.

V druhé části se používají různé druhy tennometrických snímačů :

- a) klamkové drátové (viz kap. 4.1.)
- b) foliové snímače
- c) polovodičové snímače

Foliové snímače se od klamkových drátových liší tím, že místo drátu je k papíru přilepená folie, a má leptaný drátovaný vnitřní tvar, i jejich výhoda oproti drátovým snímačům patří možnost ho odměřit pomocí snímače vlivu vnějšího snížení kovu a měřit velkou rychlostí snížení síly velké ochlazení plechu.

Materiál snímače je stejný jako u drátových, to je převážně konstantan pro běžné teploty a měření

pro vyšší teploty než 100 ° C. Kinetická teorie hýbe
různé polse velikosti molekul, i až $10 \cdot 10^{-21}$ nm.
Specifický odpor kinetického není více velký v porovnání
s dalšími součástí materiálu, ale zejména teplotní
konstanta této polsůvek vyjde. Kinetikum jako
jediny materiál splňuje polsůvek linearitu není po-
mínaná měřena deformace a měřena odpor.

Polovodičové součásti jsou zakládány na tzv. le gromiety krytá vybrané součásti mohou odpojit na charakteristické umístění. Číslo nové části na štítku a. Součásti součásti jsou vloženy vyjádření štítku nálepkou na vhodný polovodič a plastické hmoty jako proužek vlož.

Typhoid pneumonia is a severe infection.

- a) vypočet celkového (konstantního a sčítacího) celku 140)
- b) číselná hodnota od 4 do 15 Kč (málokdy realizovat i nižší stovky miliónů pro speciální účely)
- c) vypočet celkového množství peněz (pro polovinu měsíce, tedy čtyřicet dní), celá a částečná výše.

SECRET

- a) wysoki poziom
- b) wyprzedzanie cywilizacji (nie ma więc potrzeby a. nawet przeciwności ewolucji, dążącemu właśnie a. opóźniającemu, który ja + także przynosi krzywdy).

3-1-2. Washington state.

[illegible]

3.1.4. Industrial systems.

Tubular system on pre mill and all associated, also
 dal by an outlet pre mill and delivery, table mill
 by belt moving from a pulsed position, for an outlet
 pulsed position table by belt installed under miller from
 note delivery.

Silnější nežli jakýs typ, kapacita a intenzita, se-
používají jen výjimečně, ale přesto mohou být v někter-
ých případech velmi užitečné, když se dožadují sil-
nějších pro naši síly, než se navzájem odporové tenden-
cími přemáhá. Pochopí se však nejen pouhým se roz-
hodnutím tlumivostí.

3.2. Deriving the new self-consistent density matrices.

3.2.1. Laboratory method studies.

Školsko učilište je oblikovao i. ZNA tužno optuženo
učitelj koji je uputio nekoliko vrjednih vrjednica
i vrjednica električnih priključaka, iako
je prethodno opazio da su učeni nastali na uč-
ni učeni.

**Tyto zprávy mají vzhled náhodně získané relativní
vysvětlivky. Při přímém rozkladu mechanického
výhledu na charakteristický signál je možné předpokládat.**

[illegible]

VŠGT Liberec

Návrh měřičného zařízení

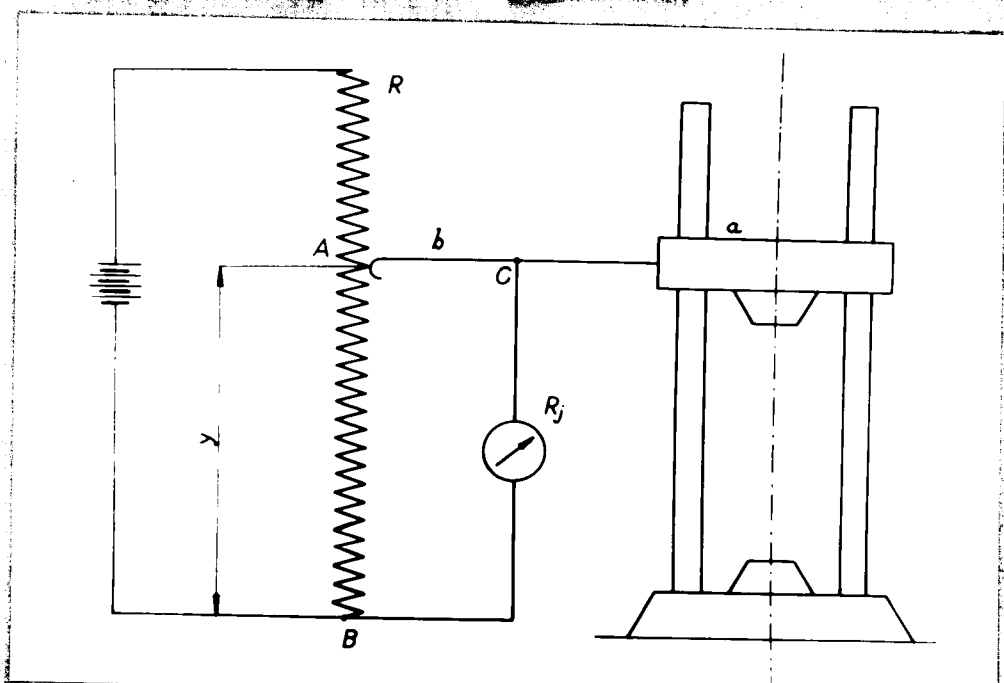
22-02-82/1973

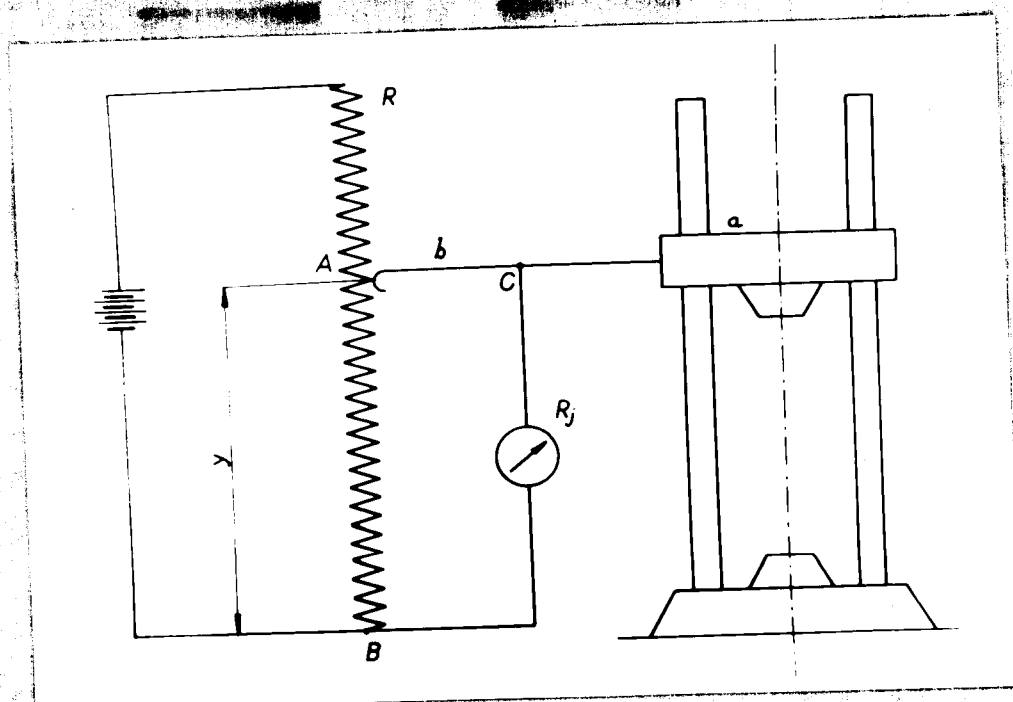
Průběh strojů

pro měření teploty měřičného

22-02

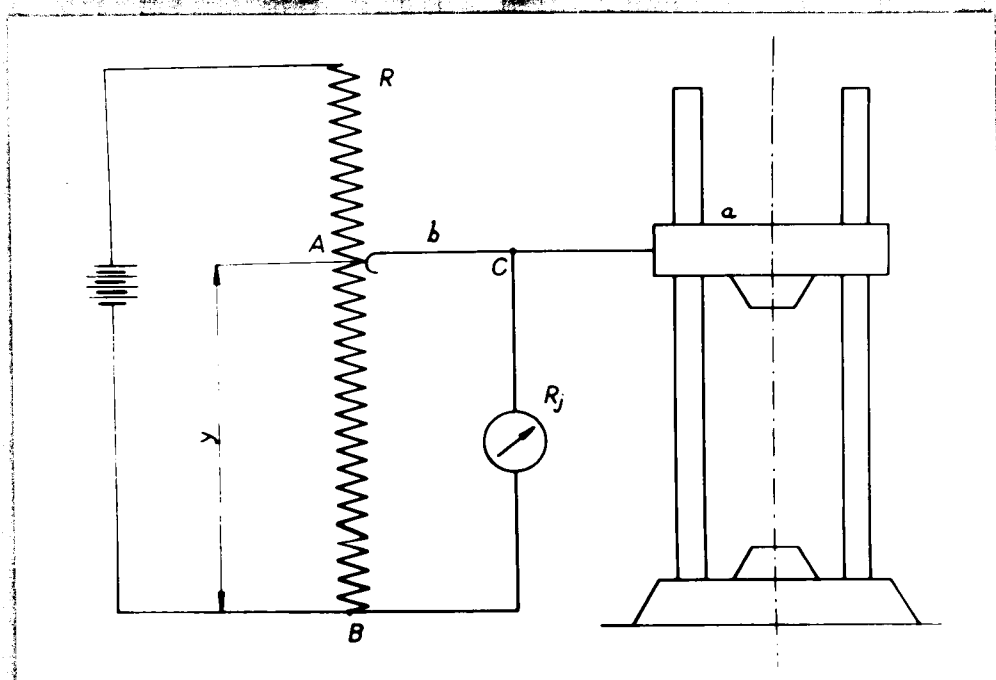
11-02-82





Obr. 1. Schéma elektrické dráhy tahového přeměničového na principu potenciometru, tvořícího část měřicího jehlového 2-členného drátového odporu.

Načíslení na jehlovém je dáno výstupem třetího spojení a jehlovým na potenciometru, do měřicího přístroje.



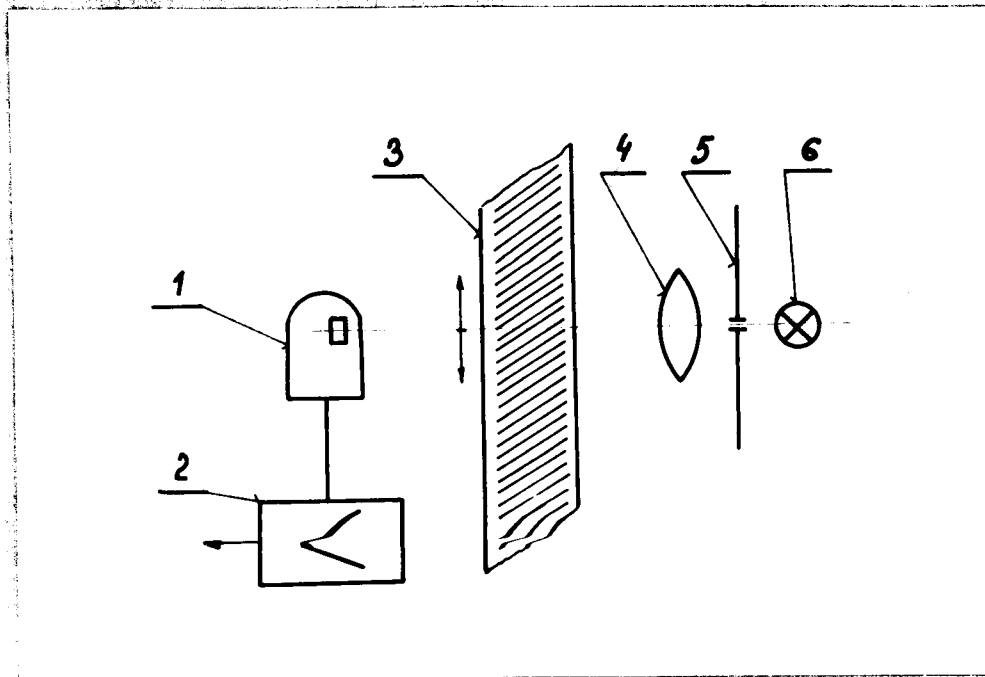
Obr. 1. Schéma odporové dráhy měřiče odporů na principu potenciometrické metody měření odporů R_j proti odporu R .

Načítání na jednotku je dle výše uvedeného schématu a jednotka na předpokladu, že měřič odporů má dosti velký odpor R_j proti odporu potenciometru R .

3.2.2. Teoretický odhad.

Jednotka měřiče odporů je odhad dle obr. 2. Jedná se o dráhu, která je spojena s jednotkou. Jedná se o odporovou dráhu, která je spojena s jednotkou. Jedná se o odporovou dráhu, která je spojena s jednotkou.

ktomé bydl od 1 % do 2 % pro klidné dráhy. Měry po-
třeba jsou malá dráha ještě přesnější, dráha s přes-
ností na 0,5 až 0,1 mm. Pro tuto přesnost by již sta-
ný početný princip nestačil. V takovém případě použí-
je se fotokapacitního snímače, jehož princip je auto-
maticky uveden na obr.4.



Obr.4. Schéma fotokapacitního snímače dráhy :

- 1 - světelný zdroj
- 2 - světelný paprsek
- 3 - skleněná lišta s vrytými ryskami
- 4 - optika
- 5 - clona
- 6 - elektrická linka

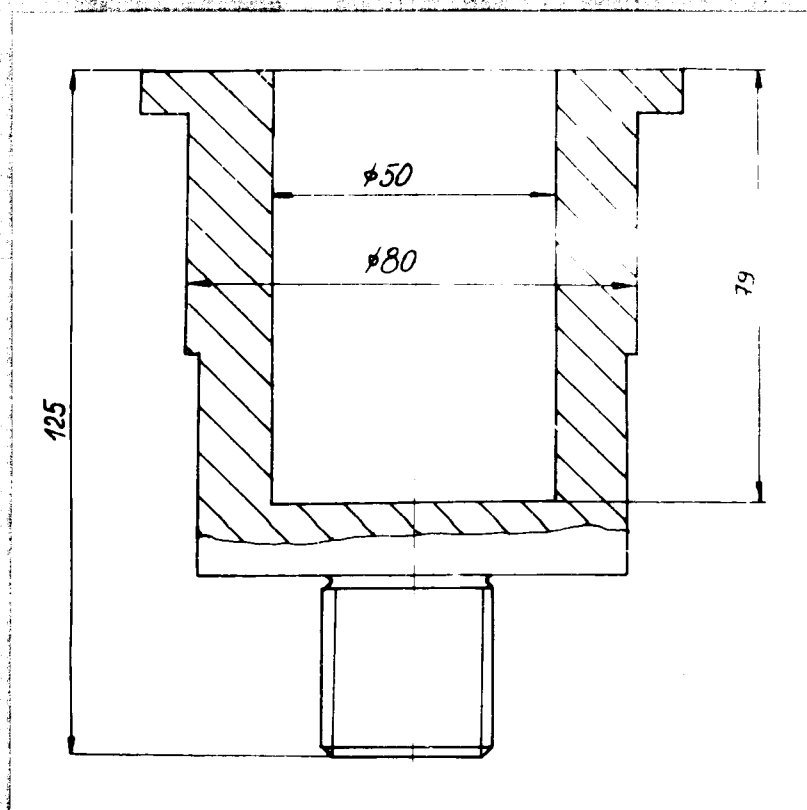
Fotokapacitní snímač využívá stejnosměrného proudění (stejně měřícího proudění proud), což přes optiku
dává proudění světla na skleněnou lištu s vrytými
ryskami. Tento světlo je pohlcováno vodivostí, kterou
chová elektrický, např. 0,2 mm. Přesnost měření je
mnohem přesnější než u strojů, které se k rytu pou-
žívají. Světlo projde listem a dopadne přes lištu do

oběma šroubky, kde upínací mechanismus odpru. Pevnostní síla
se liší spojením s hmotou na lize, dále se dle
střední síly a síly. Změnou se přechází odpru
díky se mění a to vzhledem. Na sílu se pak
v časovém rozmezí odpru síly, se liší vzhledem
potřebné hmoty. Síla tedy skutečně rostla od jedné
části přechází se dle. Se tedy vypočítat celkový
čas hmoty a přechází síly na 0,2 m.

4. PŘÍKLAD MĚŘENÍ TEPLoty MĚŘICEM

Termistorový měřicí článek bude umístěn v tělně. Ten se umístí do dvou čtverců. Tato tělna je provedena ze vyfukovacího kovu. Čtverec čtverce a čtverce, které mají podobu termistorového měřicího čtverce.

Obr. 5. Čtverec tělna, které mají podobu měřicí.



Nequid dicit mi talemus rursus, et deinde dicit
a tunc deinde tunc tunc tunc tunc tunc, tunc tunc
optimali, tunc. Deinde dicitur tunc tunc tunc tunc tunc.

Described study just writing will be time taken
multi.

Štíhlí chlapci viděli, že je větší, aby hned
vlečli tyhly vzadu, protože velká síla se rovněž
povyšovala napětí pod silou. Jakkoliv muž
celého svého těla napětí a silou vyletěl silou.

[illegible]

5.3.2. Material information tables collected a joint
working agreement.

Materially : 12060 = 15 200

2. Holdings materials by the inventory 4 times a by
round typical representing. 2. Viable times by the
characteristic representing material every. 3. Viable + two, to be
improve typical representing a pattern to prove stability, to
+ distributed purchased being, kind by which will give
an effect. 4. Viable + two, to be improve typical representing
a pattern to prove stability, to + distributed purchased being,
kind by which will give an effect.

Young Adults 12 560 kgly ascending 11 - 14.
Young Adults 15 200 kgly ascending 12 - 14.

These materials are printed upon a high quality paper, and are printed with materials of the highest quality. The materials are printed in a high quality and are printed in a high quality.

VŠST Liberec

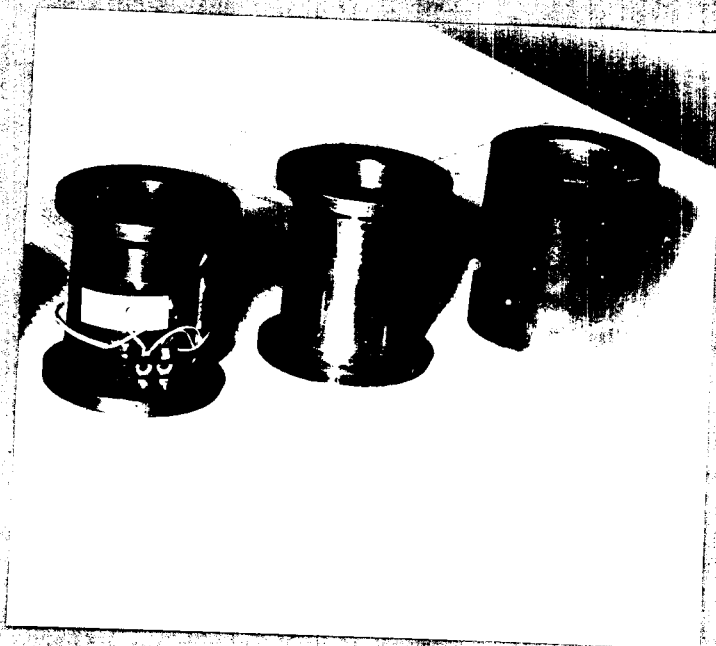
Fakulta strojní

Návrh elektrické soustavy
pro měřiční teplotní měřič

10-01-77/1973

10-01-77/1973

10-01-77/1973



Silnice a měřiční odporový měřič.
Na měřič je také připojen výstupní transformátor
(v této funkci byly měřiční teplotní měřiče)
a polovodičový měřič po změně soustavy.

VŠST Liberec	Návrh měřicího zařízení pro simulaci teplotní historie	88-02-27/1975	
Fakulta strojní		KEM	list 5,40

Materiál 12 060 byl zvolen jako nástupce uhlíkatých ocelí.

Materiál 13 260 byl vybrán jako nástupce slitinových ocelí.

Materiál 12 060 :

Ušlechtilá uhlíková ocel k sůlnění.

Chemické složení : (%)

C = 0,5 až 0,6

Mn = 0,65 - 0,80

Si = 0,15 - 0,35

P_{max.} = 0,04

S_{max.} = 0,04

(P + S)_{max.} = 0,07

Max. pevnosti :

12 060.1 (normalizační sůlný) : $\bar{\sigma}_{pt} = 72 \text{ kg mm}^{-2}$

12 060.6 (sůlněná) : $\bar{\sigma}_{pt} = 70 - 80 \text{ kg mm}^{-2}$

Vzorek A1 : 12 060.0 vložovina na teplo (normalizační - měkká sůlný)

Vzorky A2 - A4 : kalany event. popuštěny na různé teploty, viz tabulka 1

Měřená tvrdosti podle ČSN 42 03 74.

Vzorek	kalání	popuštění	tvrdost HV30
A 1	-	-	162
A 2	830°C, voda	-	551
A 3	830°C, voda	570°C, voda	372
A 4	830°C, voda	570°C, voda	297

Tabulka 1.

Materiál 15 260 :

Uhlíkatá ocel slitková (manganochromvanadová)
s molybdenem.

Chemické složení : (%)

$$C = 0,47 - 0,55$$

$$Mn = 0,70 - 1,00$$

$$Si_{max} = 0,40$$

$$Cr = 0,8 - 1,2$$

$$V = 0,1 - 0,2$$

$$P_{max} = 0,04$$

$$S_{max} = 0,4$$

$$(P + S)_{max} = 0,7$$

Nové požadky :

15 260.6 (molybdenový) : $P_t = 80 - 95 \text{ kg mm}^{-2}$; měří
průřez v tahu $S=2,1 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$

15 260.7 (molybdenový) : $P_t = 90 - 105 \text{ kg mm}^{-2}$; měří
průřez v tahu $S=2,2 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$

Vzorok B1 : 15 260.2 (molekulařní)

Vzorok B2 - B4 : měření a popisky na různých teplotách,
viz tabulka 2.

Vzorok	teplota	popisky	tvrdost HV 30
B 1	-	-	186
B 2	830°C, olej	700°C, vzduch	230
B 3	830°C, olej	600°C, vzduch	232
B 4	830°C, olej	500°C, vzduch	251

Tabulka 2.

VŠST Liberec	Návrh náčinné náložní	SP-SP-12/1975	
Fakulta strojní	pro simulaci bezpečnostní	KM	list 3.42

5.3.3. Metalografická výtvarná struktura.

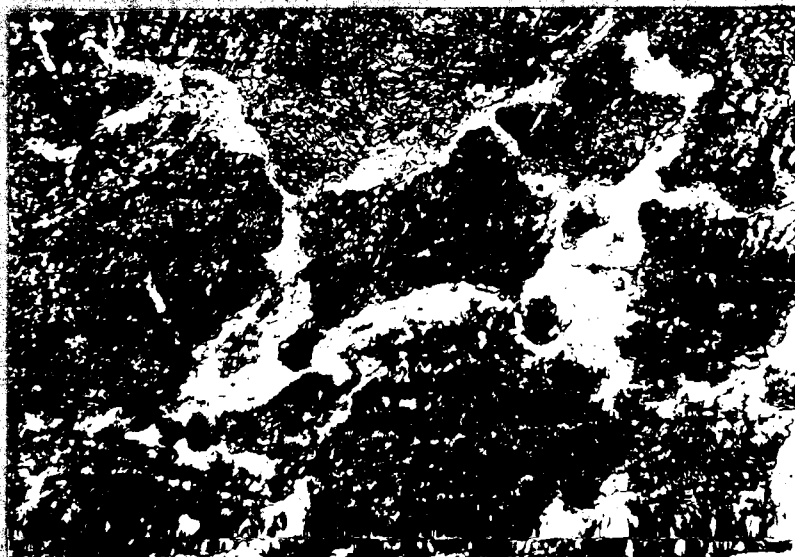
Postup při metalografické výtvarnosti :

Výtvarky byly zhotovovány na čelních řezech. Čela se nejprve brúsovala na brúsném kotouči papíru 400-829 a 600-727. Poté na čelovém kotouči. Řezy byly namáčeny 10 s nitalu (roztok HNO₃ v alkoholu), opláchnuty destilovanou vodou a suchy.

Po výtvarování byla čela odfotografována.

Návrh 12 060 :

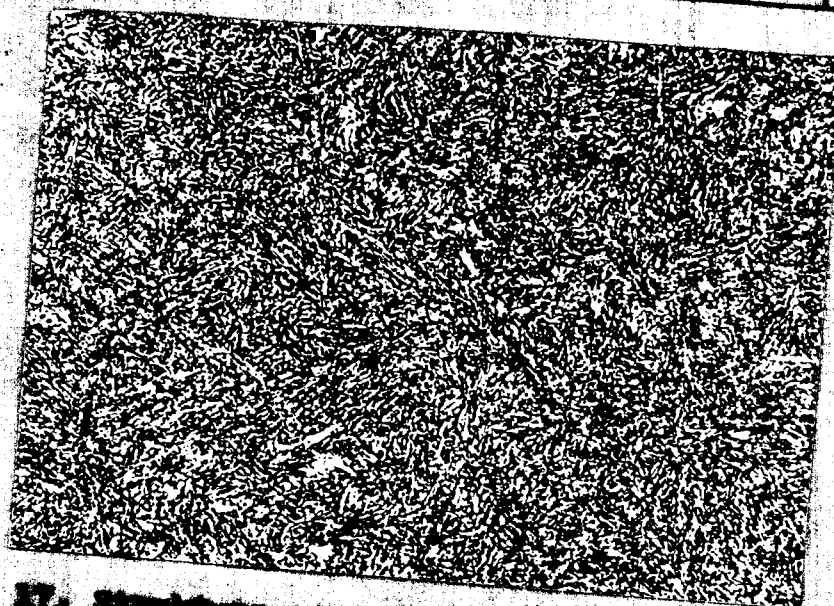
Vzorek A 1 - 12 060.0 - válcovaný na tepla, obr.16.



Obr. 16, 500 x (Nital).

Perlitová-pelitová struktura s malou množství ferritu (sítový) na hranicích zrna perlitu. Perlit je jemný, křehký materiál. Struktura je bez vlnitých vlnitých.

Vzorek A 2 - 12 060 - kovaný a 850°C na vzp. obr.17.



Obr. 17. Struktura po sázení karbonydů -
jehličky. (500x, 100x)

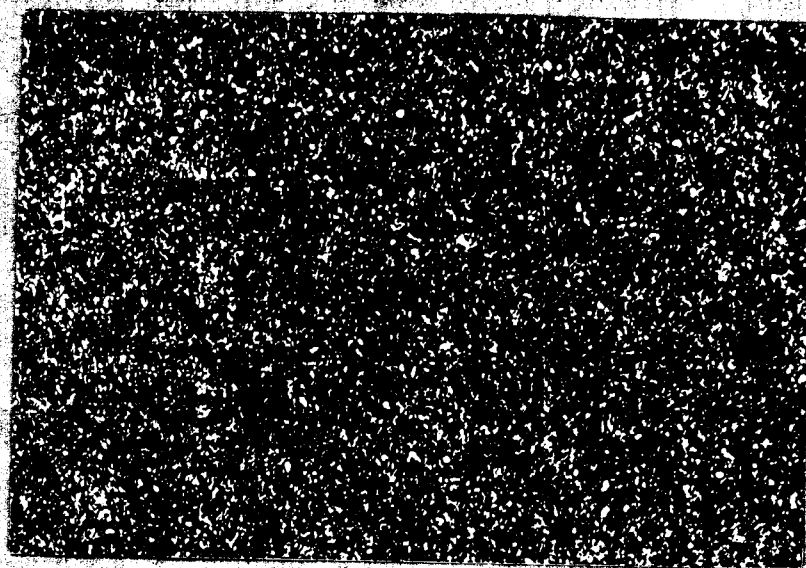
Vzorek A 3 - 12 000 - kámen z 600°C do vody a popel-
tla na teplotu 750°C a sázení
voda na vodinu, obr. 18.



Obr. 18. (500x, 100x)

Sorbční struktura vzniká z karbonydů struk-
tury a vylučování, rovněž sázení vody.

Vzorek A 4 - 12 040 - balení z 830°C do vody a popuštění na teplotu 650°C a uchlazením na vzduchu, obr. 19.

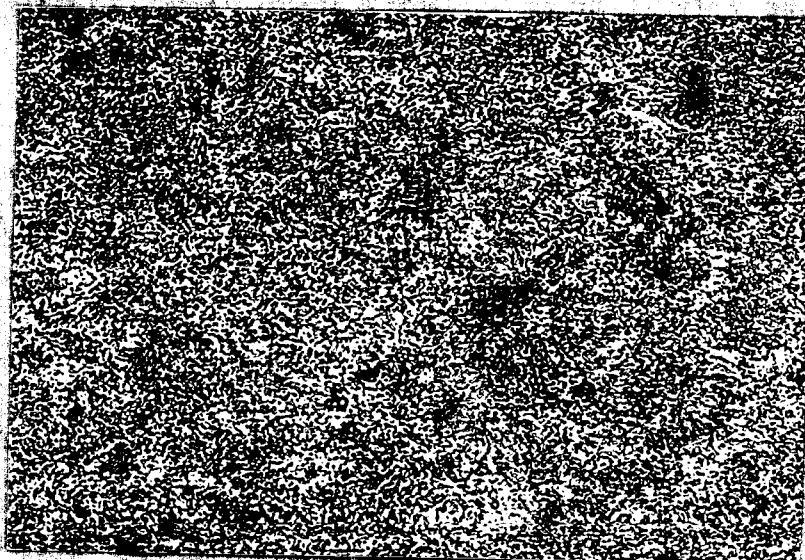


Obr. 19. (500x, Nitel).

Strukturální změny vznikají z martenzitické struktury a vyloučením, přeměnou rozložením martenzitu ve větší množství než v předchozím případě (A 3).

Materiál : 15 260

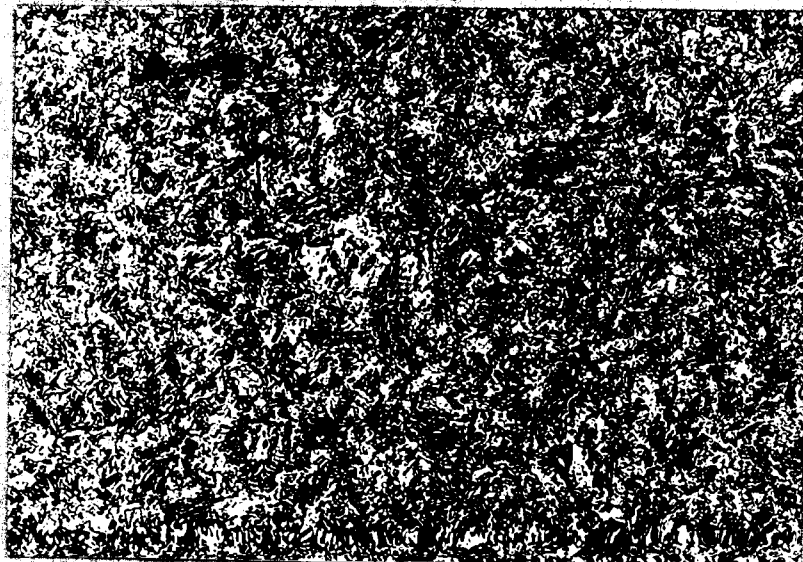
Vzorek B 1 - 15 260 - měřecí těleso, obr. 20



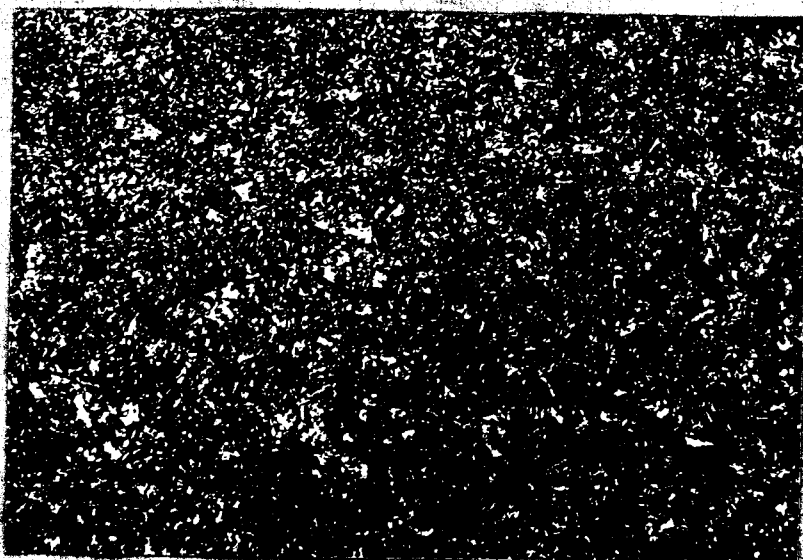
Obr. 20. (500x, Nitel).

Struktura ve východní části (křemík) je granulární
perlitická a jemnější křemík.

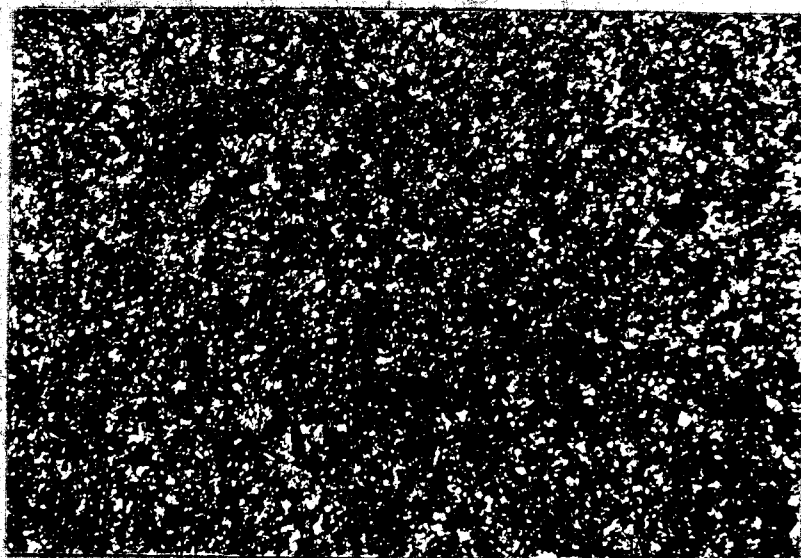
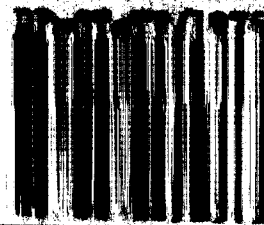
Vzorky B 2, B 3, B 4 - 13 260 - kaleno v 830°C do
oleje a popouštění : B 2 - na 700°C (obr. 23)
B 3 - na 600°C (obr. 22)
B 4 - na 500°C (obr. 21)



Obr. 21. (500x, Nitel).



Obr. 22. (500x, Nitel).



Obr. 23. (500x, křemík).

Strukturální struktura. Ze zobrazení vyplývá postupně malý struktury, zejména vlnění dráhy a pravidelné rozložení křivky.

Struktura je bez zakřivení vlnění. Čistota ověřit o měřitelnosti celí.

5.3.4. Výpočet deformace tlaku silnice.

$$P_{max} = 20 \text{ kg}$$

Teoretické napětí v průřezu, kde jsou napětí ten-
zování.

$$\phi D_1 = 42 \text{ mm}$$

$$\phi d = 26 \text{ mm}$$

$$\text{Plocha: } F = \frac{\pi(D_1^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi(42^2 - 26^2)}{4} = 862 \text{ mm}^2$$

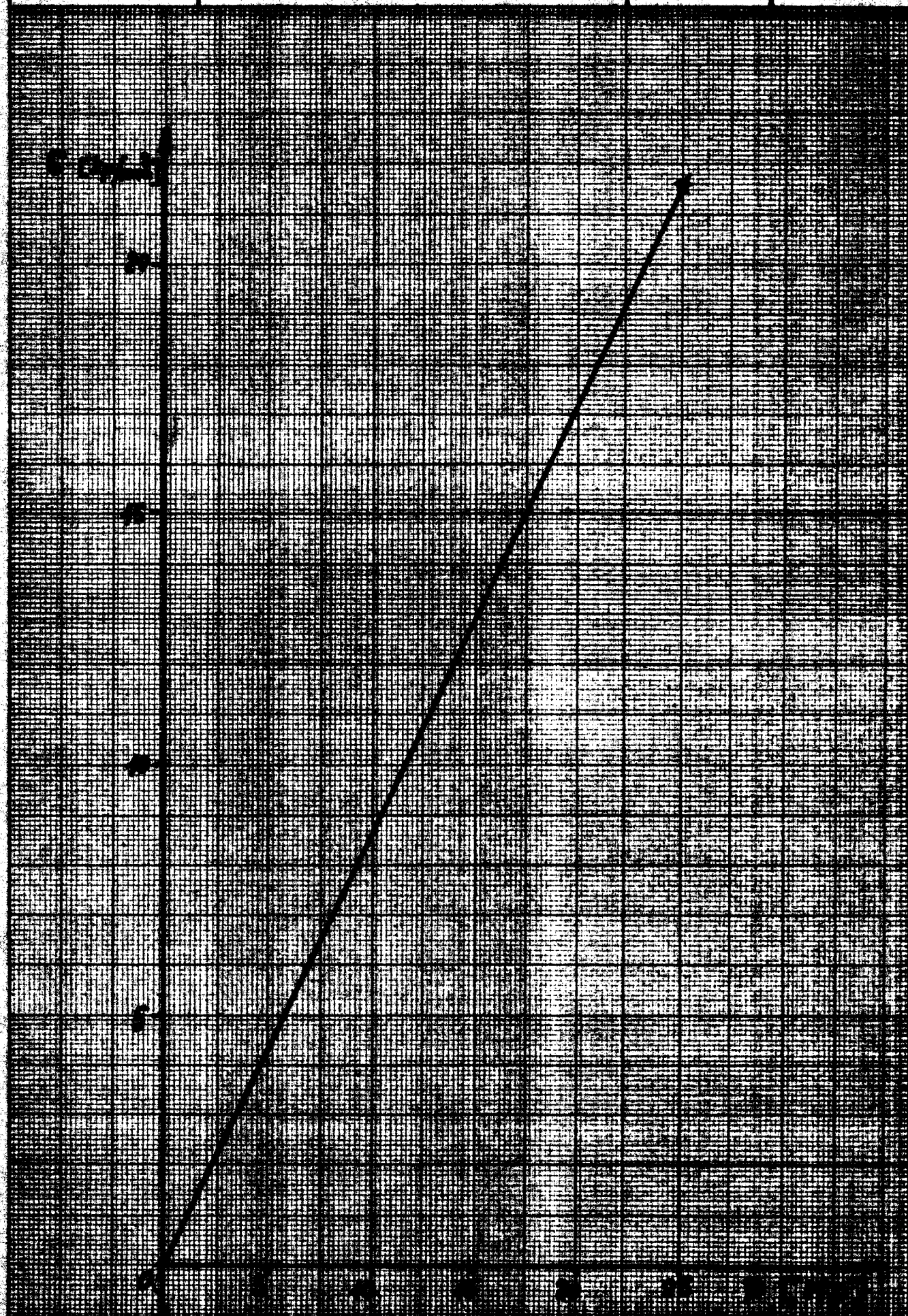
$$\sigma_{max} = \frac{P_{max}}{F} = \frac{20000}{862} = 23,2 \text{ kp/mm}^2$$

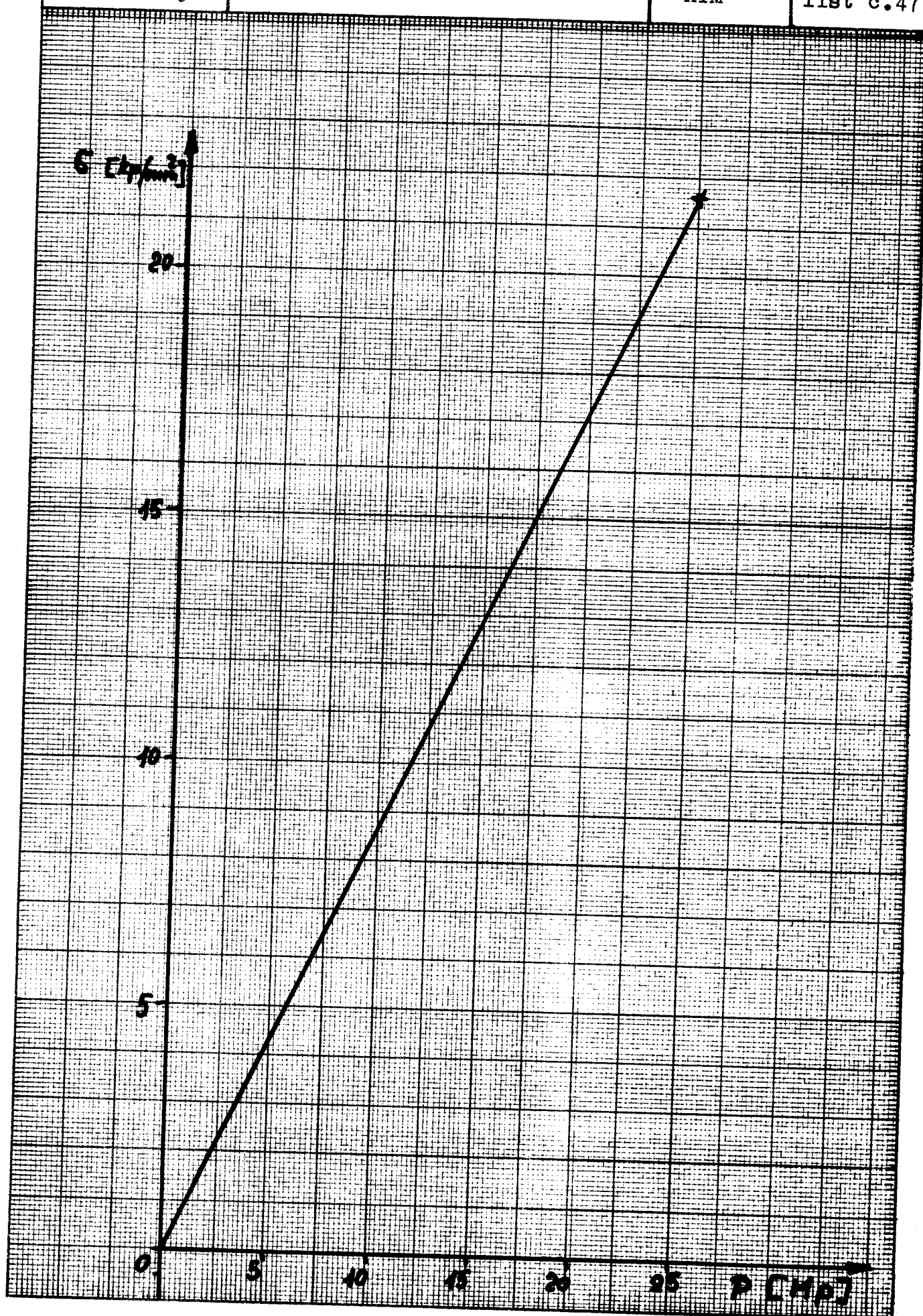
Závislost napětí na síle je na grafu 5.1.

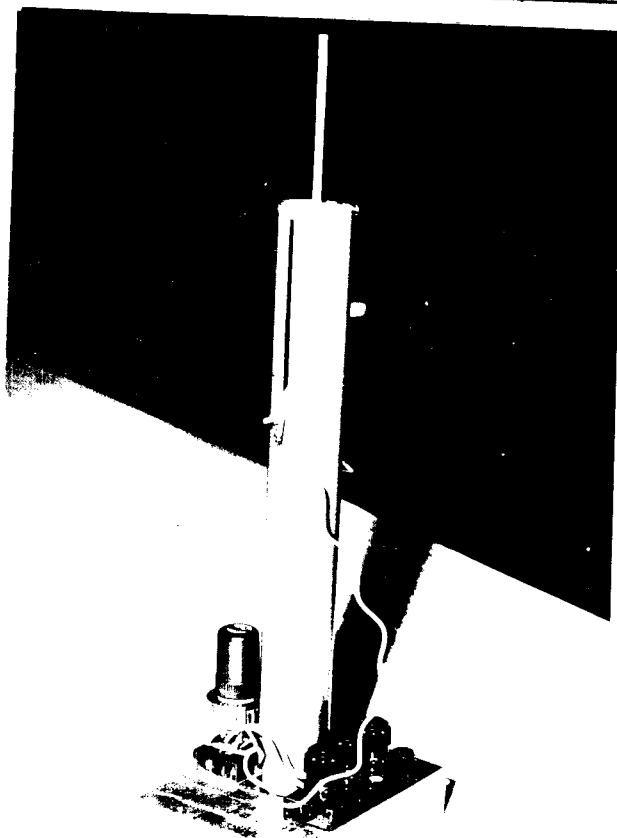
Teoretické napětí na deformaci plochy.

$$\text{Plocha: } F = \frac{\pi(D_1^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi(42^2 - 26^2)}{4} = 1278 \text{ mm}^2$$

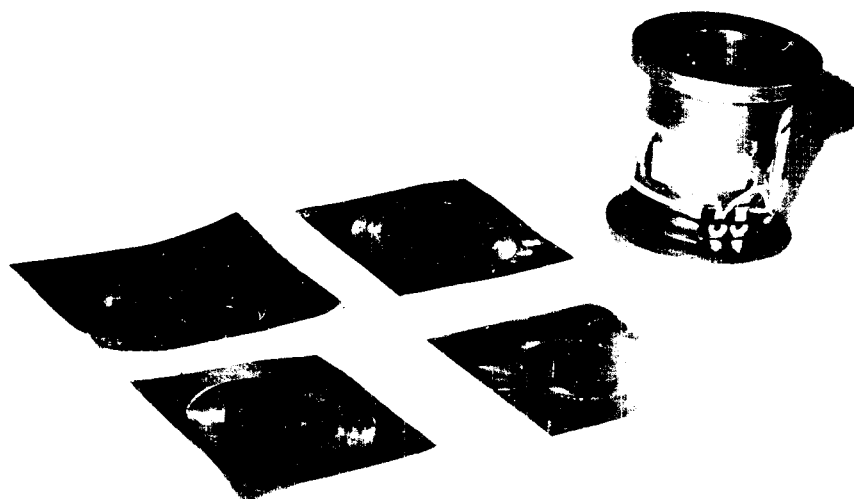
$$\sigma_{max} = \frac{P_{max}}{F} = \frac{20000}{1278} = 15,6 \text{ kp/mm}^2$$







Odporový snímač polohy před montáží na lis LU 160.
Sklenná část zařízení je chráněna trubicí z novoduru.



Podložky z Al plechu, které byly použity při ověřování siloměrů. Je patrné, že podložky po zatížení max. silou jsou plasticky deformovány tak, že čela siloměrů celou plochou dosedají na čelist.

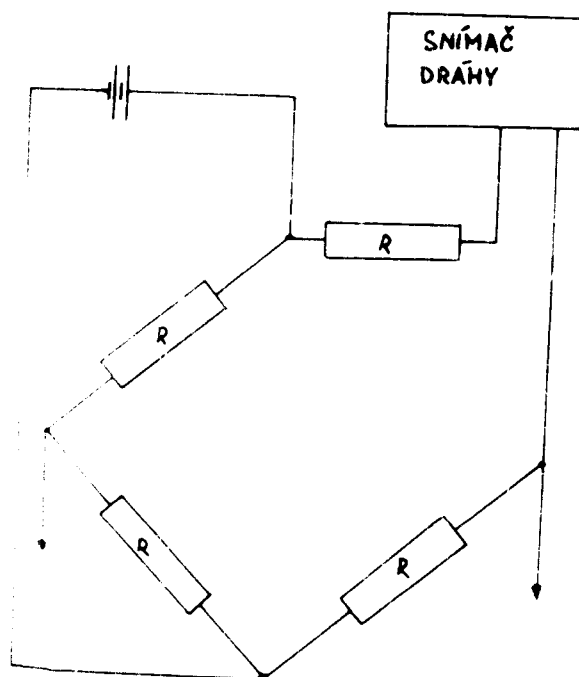
$\Delta l \cdot 10^{-2}$
[mm]

GRAF 2

9
8
7
6
5
4
3
2
1
05 10 15 20 25 σ [kp/mm²] $\Delta l \cdot 10^{-2}$
[mm]

GRAF 3

9
8
7
6
5
4
3
2
1
05 10 15 20 25 σ [kp/mm²]

5.4.2. Zapojení odporového snímače dráhy.

Obr. 25. Schematické zapojení snímače dráhy (hodnota $R=120\Omega$).

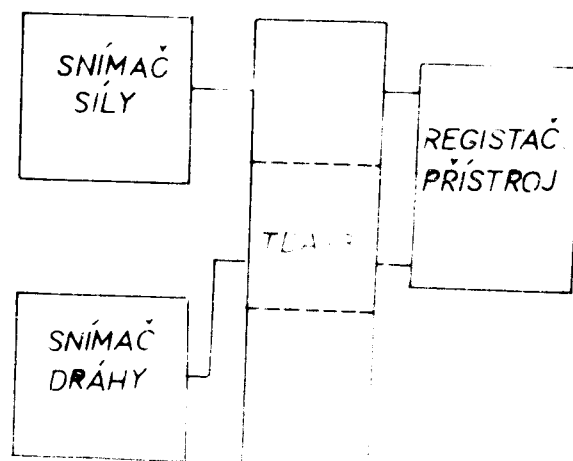
5.4.3. Cejchování odporového snímače dráhy.

Cejchování bylo prováděno mikrometrem. Ten byl pevně zafixován v držáku. Smyčka byla připevněna k pohyblivé čelisti a ponořována do rtuť otáčením šroubu mikrometru. Posuv byl volen po 5 mm (2mm) při celkové dráze 20 mm (14 mm). Výsledky jsou shrnuty v kap.7.

5.5. Popis měřicího zařízení.

Blokové schema celkového zapojení měřicího systému je znázorněno na obr.26.

Skládá se ze snímače síly, snímače dráhy, aparatury TDA-3, registračního přístroje (oscilograf 3 SO 101).



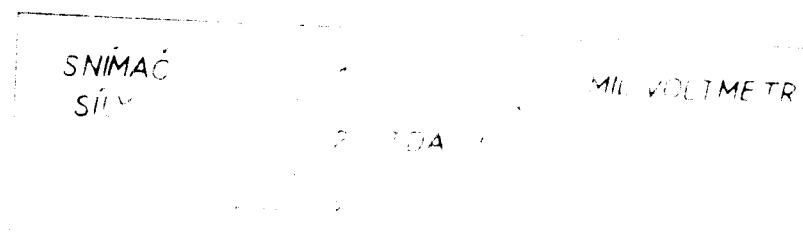
Obr. 26.

6. CEJCHOVÁNÍ TENZOMETRICKÝCH SILOMĚRŮ6.1. Praktické provedení.

Cejchování siloměrů bylo prováděno na trhačce ZDM 50 (viz kap. 5.2.7.).

Byly použity tyto materiály : A_1, A_3, B_1, B_2, B_4 . Tyto vzorky byly zvoleny proto, aby se výrazně projevily rozdíly v mechanických vlastnostech u různých materiálů a dále mezi stejnými materiály při různém tepelném zpracování.

Schema zapojení při cejchování je na obr.27.



Obr. 27. Blokové schema zapojení siloměru při cejchování. Skládá se ze siloměru, TDA-3, galvanoměru.

Vzorek A 1 (12 060.0 bez zvláštního tepelného zpracování).

Citlivost na TDA-3 : $\Delta R/R = 25 \text{ ‰}$

Rozsah na galvanoměru : 100 dílků = 50 mV

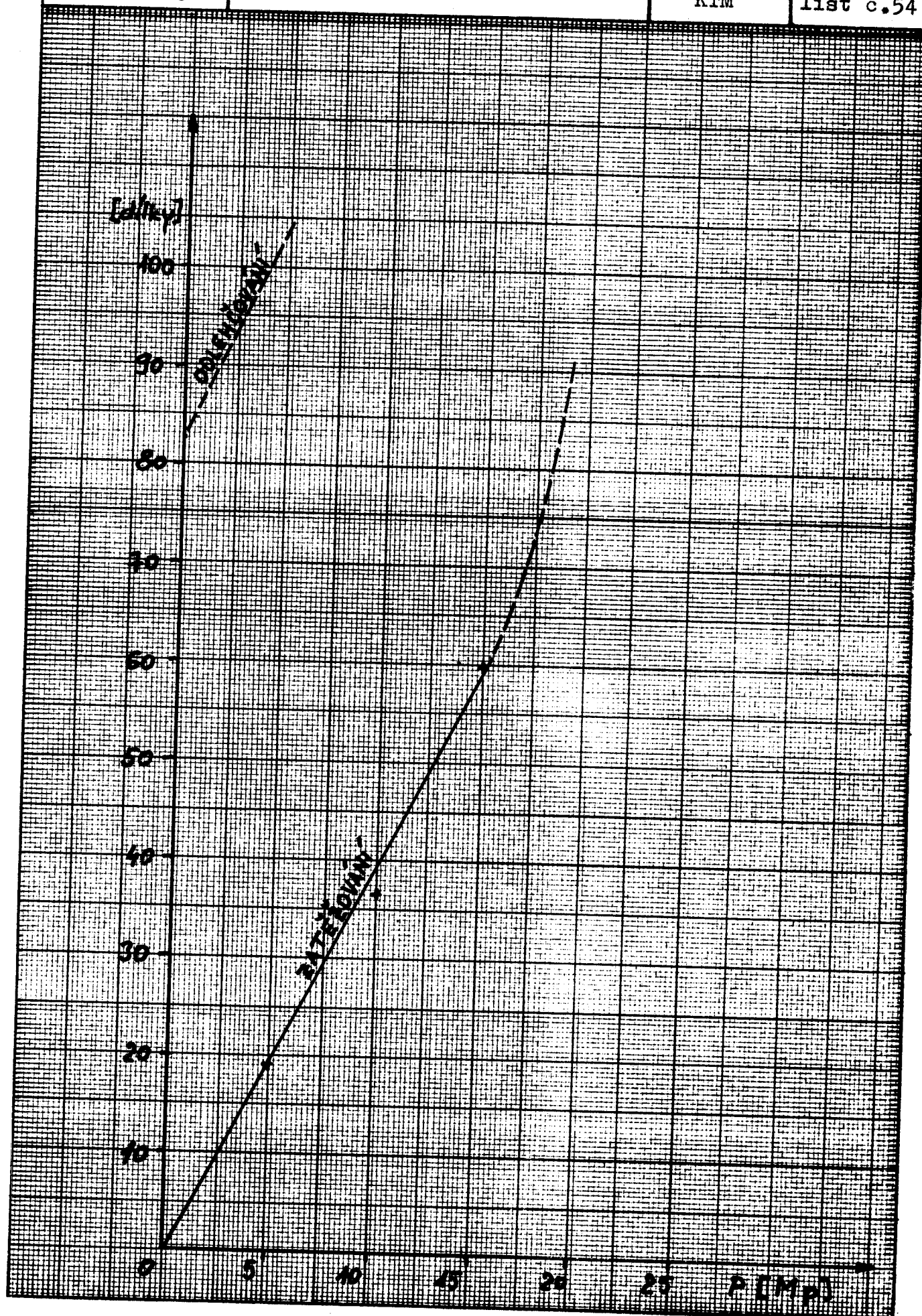
viz tabulky č.3 a graf č. 4

Tabulka č. 3 a

zatížení Mp	(dílký) zatěžov. odlehčov.		(mV) zatěžov. odlehčov.	
0	0		0	
5	19,1		9,55	
0	1,2		0,6	
10	36,5		18,25	50
0	13,2		6,6	
15	59,9	100	29,95	jak
0	22,0		11,0	
20		jak		
0	více jak 100	více jak	více jak 50	více
25				

Tabulka č. 3 b

zatížení Mp	(dílký) zatěžov. odlehčov.		(mV) zatěžov. odlehčov.	
0	0	82,5	0	41,25
5	9,8		4,9	
0	1,0		0,5	
10	26,0	100	13,0	50
0	6,8		3,4	
15	48,8	jak	24,4	jak
0	10,2		5,1	
20	78,0		39,0	
0	36,6	více	18,3	více
25	více jak 100		více jak 50	



V měření není třeba dále pokračovat, protože odchylky jednotlivých měření se značně liší. Materiál tedy nelze použít na deformační člen siloměru do takto vysokých sil.

Vzorek A 3 (12 060 - kalenoz 830°C do vody a popuštěno na 550°C).

Citlivost na TDA-3 : $\Delta R/R = 10 \text{ }^{\circ}/_{\infty}$

Rozsah na galvanometru 100 dílků = 50 mV

viz tabulka 4a, b, c a graf č.5

Z grafu je vidět, že jednotlivé výsledky měření se neliší více jak o 4 %; nevznikají žádné trvalé deformace. Materiál je možno použít na deformační člen siloměru do těchto sil.

Tabulka č. 4 a

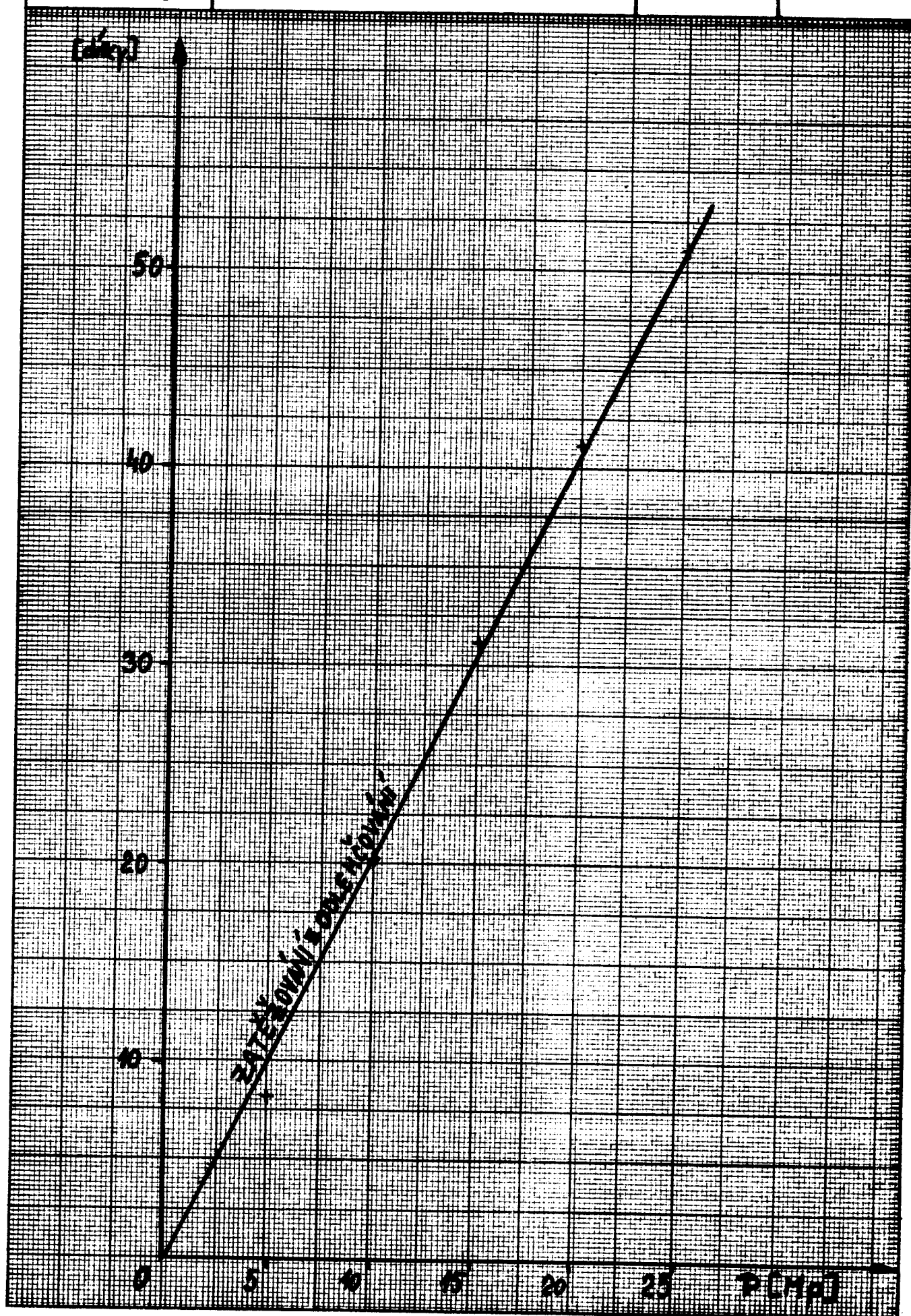
zatížení (Mp)	(dítky)		(mV)	
	zatěžov.	odlehčov.	zatěžov.	odlehčov.
0	0	0	0	0
5	8,2	10,5	4,1	5,25
0	0	-	0	-
10	20,1	20,2	10,05	10,1
0	0	-	0	-
15	31,2	31,0	15,6	15,5
0	0	-	0	-
20	41,1	41,1	20,55	20,55
0	0	-	0	-
25	51,0	50,0	25,5	25,5

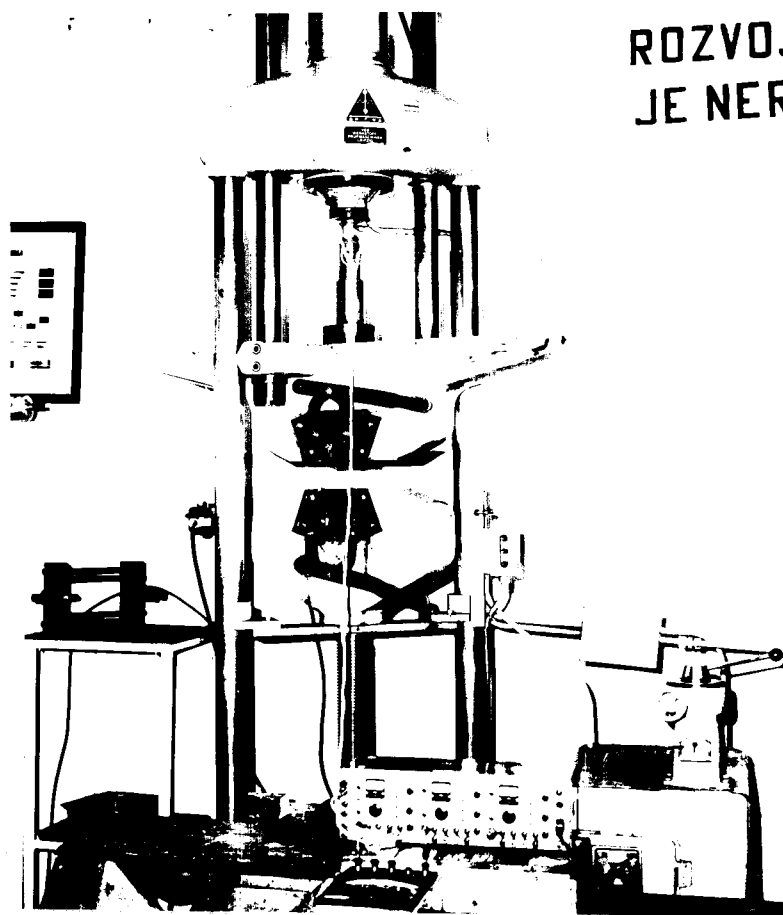
Tabulka č. 4 b.

zatížení (Mp)	(dílky)		(mV)	
	zatěžov.	odlehčov.	zatěžov.	odlehčov.
0	0	0	0	0
5	10,4	10,5	5,2	5,25
0	0	-	0	-
10	20,0	20,3	10,0	10,15
0	0	-	0	-
15	31,1	31,4	15,55	15,7
0	0	-	0	-
20	41,2	41,4	20,6	20,7
0	0	-	0	-
25	51,2	51,2	25,6	25,6

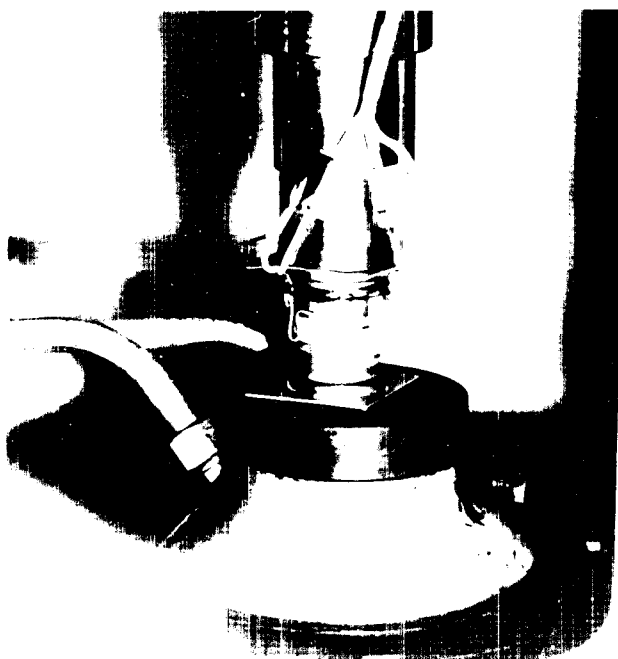
Tabulka č. 4 c

zatížení (Mp)	(dílky)		(mV)	
	zatěžov.	odlehčov.	zatěžov.	odlehčov.
0	0	0	0	0
5	10,2	10,4	5,1	5,2
0	0	-	0	-
10	20,3	20,3	10,15	10,15
0	0	-	0	-
15	31,1	31,2	15,55	15,6
0	0	-	0	-
20	41,1	41,3	20,55	20,65
0	0	-	0	-
25	51,0	51,0	25,5	25,5



ROZVOJ
JE NER

Cejchování (ověřování vlastností) siloměrů na tr-
hačce ZDM 50 (výrobce WPM Lipsko) statickým zatěžováním.



Uložení siloměru v tlakovém zkušebním prostoru
při ověřování.

Vzorek B 1 (15 260.2-bez zvláštního tepelného zpracování).

Citlivost na TDA-3 : $\Delta R/R = 25 \text{ }^{\circ}/_{\infty}$

Rozsah na galvanoměru : 100 dílků = 50 mV
viz tabulka č.5a, b, c a graf č.6.

Z grafu je vidět, že jednotlivé výsledky měření se liší, a proto je nevhodné použít tento materiál na deformační člen siloměru.do těchto sil.

Vzorek B 2 (15 260 - kalen z 830°C do oleje a popuštěn na 700°C).

Citlivost na TDA-3: $\Delta R/R = 25 \text{ }^{\circ}/_{\infty}$

Rozsah na galvanoměru : 100 dílků = 50 mV
viz tabulka č.6a, b, c a graf č.7.

Z grafu lze vyvodit závěry jako u vzorku B 1.

Tabulka č. 5 a.

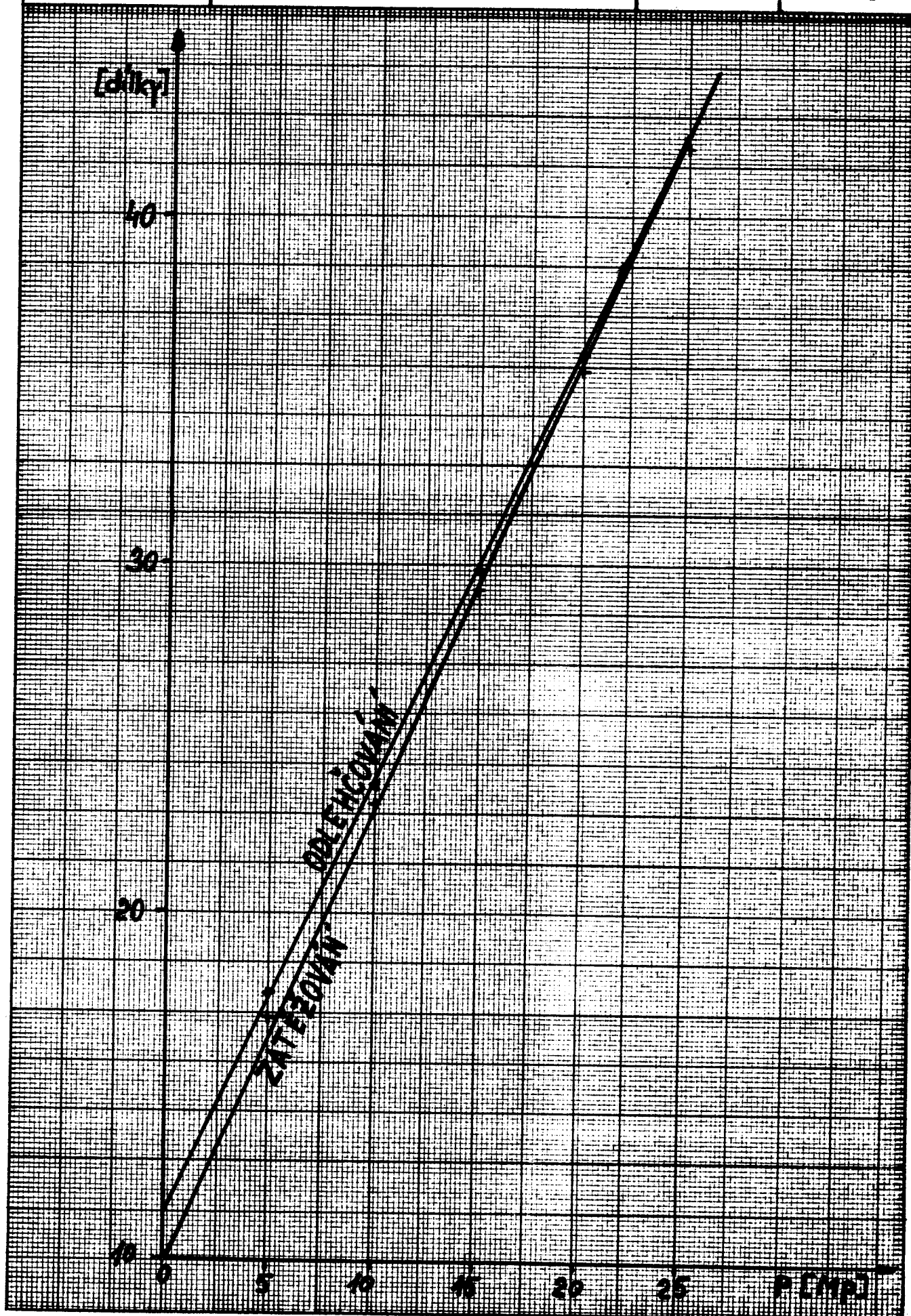
zatížení (Mp)	(dílký)		(mV)	
	zatěžov.	odlehčov.	zatěžov.	odlehčov.
0	10,0	10,6	5,0	5,3
5	17,0	17,5	8,5	8,75
0	10,1	-	5,65	-
10	23,2	24,0	11,6	12,0
0	10,2	-	5,1	-
15	29,3	30,0	14,65	15,0
0	10,4	-	5,2	-
20	35,6	36,1	17,8	18,05
0	10,6	-	5,3	-
25	42,0	42,0	21,0	21,0

Tabulka č. 5 b

zatížení (Mp)	(dílky)		(mV)	
	zatěžov.	odlehčov.	zatěžov.	odlehčov.
0	20,0	20,4	10,0	10,2
5	26,8	27,4	13,4	13,7
0	20,2	-	10,1	-
10	32,6	33,1	16,3	16,55
0	20,2	-	10,1	-
15	38,5	39,0	19,25	19,5
0	20,2	-	10,1	-
20	44,2	44,8	22,1	22,4
0	20,4	-	10,2	-
25	51,4	51,4	25,7	27,7

Tabulka č. 5 c

zatížení (Mp)	(dílky)		(mV)	
	zatěžov.	odlehčov.	zatěžov.	odlehčov.
0	20,0	21,0	10,0	10,5
5	28,2	29,4	14,1	14,7
0	20,2	-	10,1	-
10	35,1	35,9	17,55	17,95
0	20,5	-	10,25	-
15	39,8	40,6	19,9	20,3
0	20,6	-	10,3	-
20	46,4	47,8	23,2	23,9
0	20,9	-	10,45	-
25	53,2	53,2	26,6	26,6



Tabulka č. 6 a

zatížení (Mp)	(dílky)		(mV)	
	zatěžov.	odlehčov.	zatěžov.	odlehčov.
0	0	0,8	0	0,4
5	11	12,2	5,5	6,1
0	0,25	-	0,13	-
10	21,5	24,2	10,75	12,1
0	0,5	-	0,25	-
15	35	37,8	17,5	18,9
0	0,6	-	0,3	-
20	50,2	51,7	25,1	25,85
0	0,7	-	0,35	-
25	65,2	65,2	32,6	32,6

Tabulka č. 6 b

zatížení (Mp)	(dílky)		(mV)	
	zatěžov.	odlehčov.	zatěžov.	odlehčov.
0	0	1,0	0	0,5
5	10,1	11,8	5,05	5,8
0	0,2	-	0,1	-
10	19,2	20,8	9,6	10,4
0	0,4	-	0,2	-
15	33,2	35,1	16,6	17,55
0	0,5	-	0,25	-
20	46,2	48,0	23,1	24,0
0	0,7	-	0,35	-
25	62,4	62,4	31,2	31,2

Tabulka č. 6 c

zatížení (Mp)	(dílký)		(mV)	
	zatěžov.	odlehčov.	zatěžov.	odlehčov.
0	0	0,9	0	0,45
5	9,8	11,6	4,9	5,8
0	0,2	-	0,1	-
10	19,0	20,2	9,5	10,1
0	0,4	-	0,2	-
15	32,8	33,3	16,4	16,65
0	0,5	-	0,25	-
20	45,2	47,8	22,6	23,9
0	0,6	-	0,3	-
25	61,8	61,8	30,9	30,9

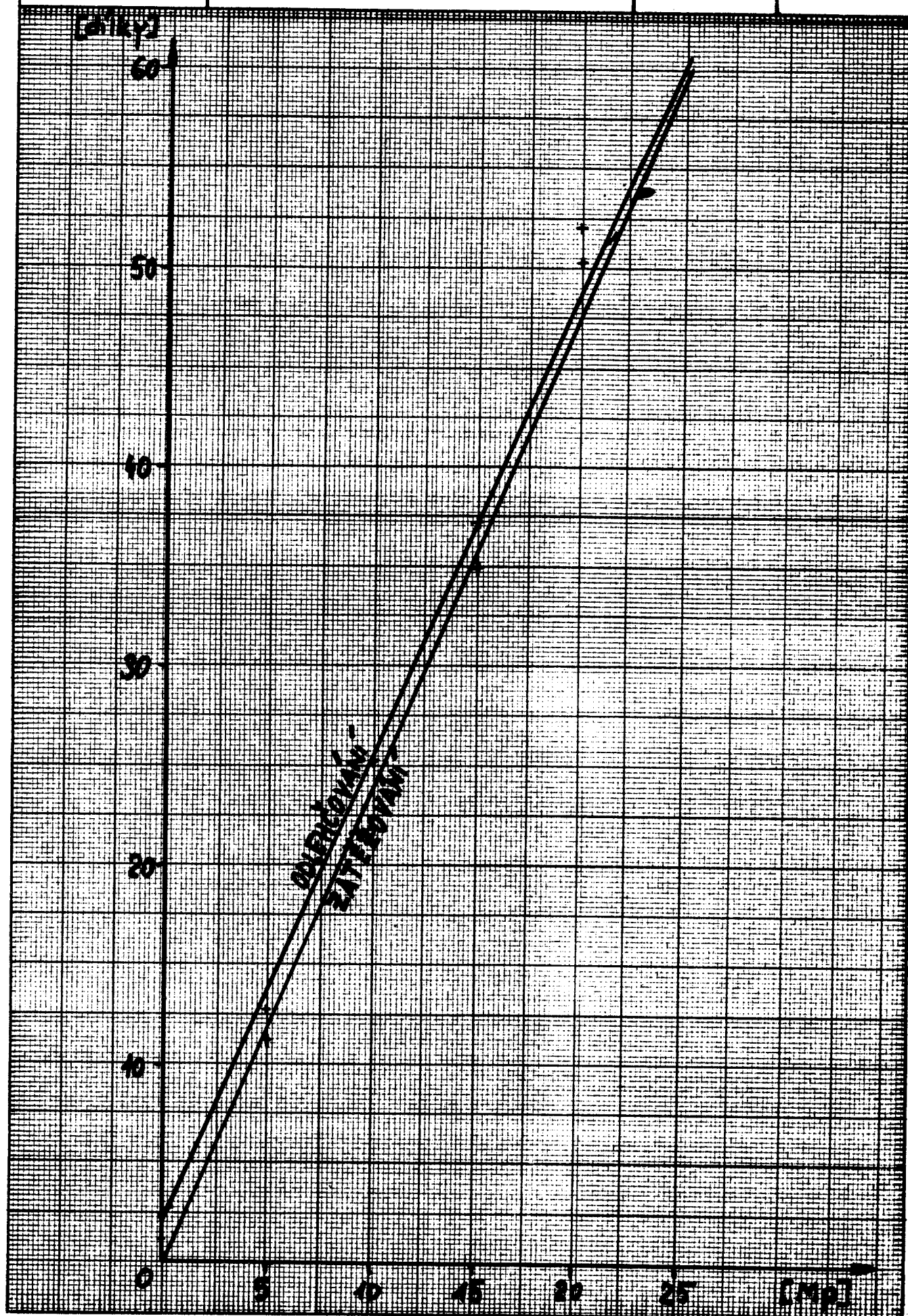
Vzorek B 4 (15 260 - kalen z 830°C do oleje a popuštěn na 500°C (.

Citlivost na TDA-3 : $\Delta R/R = 25 \text{ }^{\circ}/_{\infty}$

Rozsah na galvanoměru : 100 dílků = 50 mV

viz tabulka č. 7a, b, c a graf č. 8

Z grafu je vidět, že jednotlivé výsledky měření se neliší více jak o 4 %, nevznikají žádné trvalé deformace, a proto je materiál vhodný na deformační člen siloměru do těchto sil.



Tabulka č. 7 a

zatížení (Mp)	(dílky)		(mV)	
	zatěžov.	odlehčov.	zatěžov.	odlehčov.
0	0	0	0	0
5	16	15,8	8,0	7,9
0	0	-	0	-
10	31,6	31,6	15,8	15,8
0	0	-	0	-
15	46,4	46,2	23,2	23,1
0	0	-	0	-
20	61,0	61,0	30,5	30,5
0	0	-	0	-
25	74,4	74,4	37,2	37,2

Tabulka č. 7 b

zatížení (Mp)	(dílky)		(mV)	
	zatěžov.	odlehčov.	zatěžov.	odlehčov.
0	0	0	0	0
5	16,1	16,0	8,05	8,0
0	0	-	0	-
10	31,2	31,0	15,6	15,5
0	0	-	0	-
15	46,0	45,8	23,0	22,9
0	0	-	0	-
20	60,4	60,4	30,2	30,2
0	0	-	0	-
25	74,2	74,2	37,1	37,1

Tabulka č. 7 c

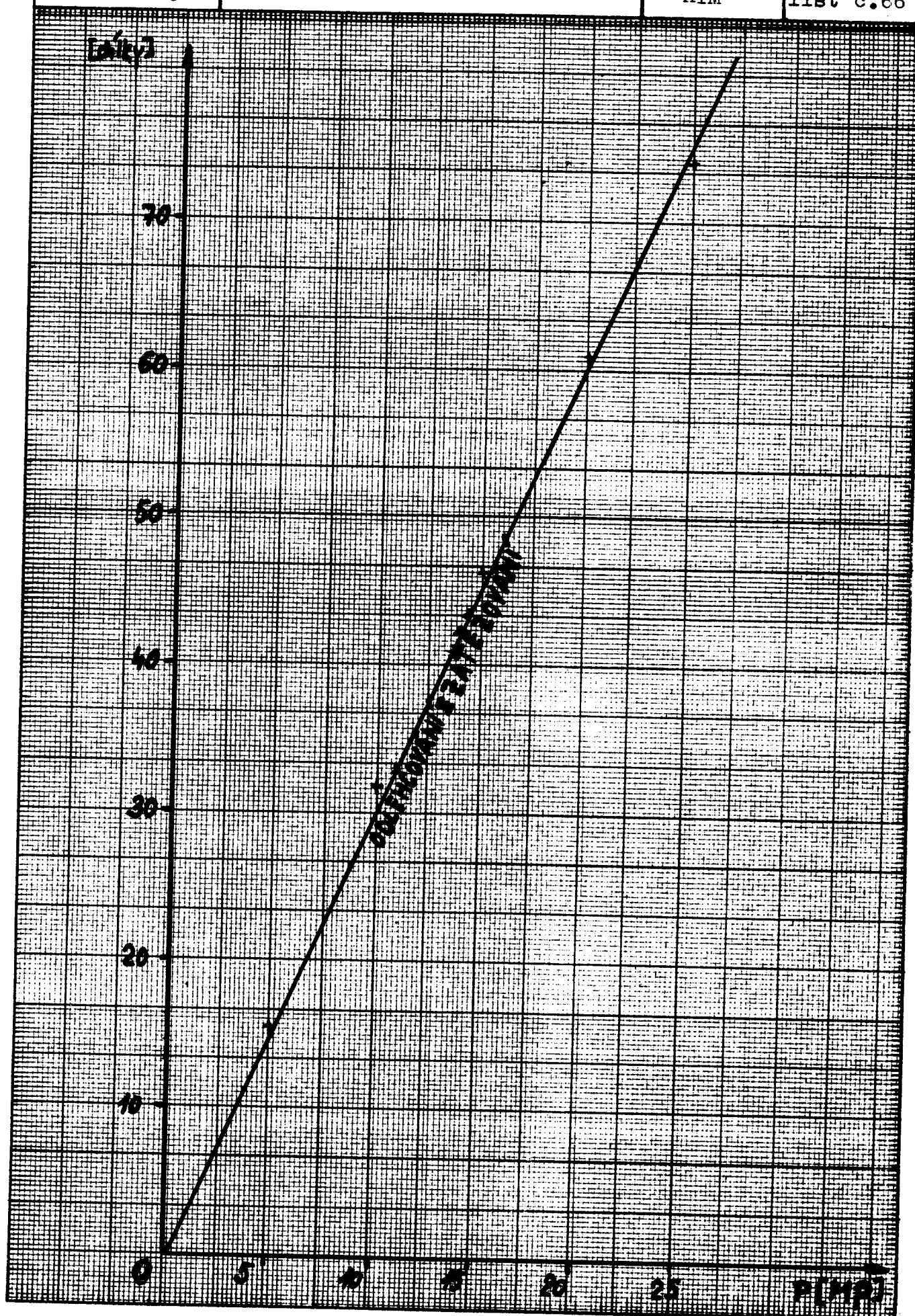
zatížení (Mp)	(dílky)		(mV)	
	zatěžov.	odlehčov.	zatěžov.	odlehčov.
0	0	0	0	0
5	16,0	16,0	8,0	8,0
0	0	-	0	-
10	31,6	31,2	15,8	15,6
0	0	-	0	-
15	46,2	46,0	23,1	23,0
0	0	-	0	-
20	61,0	60,4	30,5	30,2
0	0	-	0	-
25	74,6	74,6	37,3	37,3

6.2. Vyhodnocení .

Nejlepší vlastnosti prokázaly vzorky A 3 a B 4, u kterých se ani po zatížení nad 20 Mp neobjevily trvalé deformace. Přitom jejich tepelné zpracování dovolí velmi dobře obrábět karbidovými nástroji (až do $150 \text{ kp} \cdot \text{mm}^{-2}$). U volby materiálu by zde bylo rozhodující ekonomické hledisko.

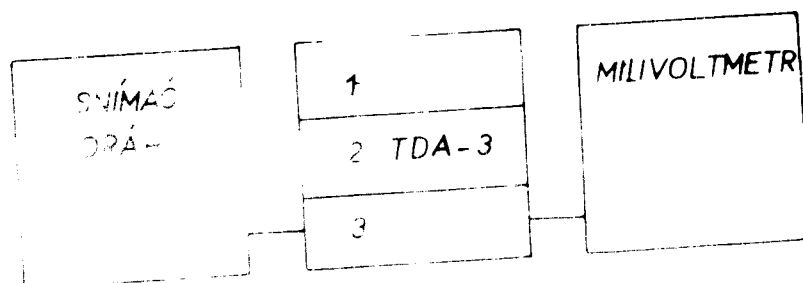
Jako nevhodné se projevíly materiály A 1, B 1, B 2. U nich při zatížení na 20 Mp se projevíly větší či menší trvalé deformace, které by měly větší či menší vliv na přesnost v daném úkolu.

Není možno konstatovat, že tyto materiály nejsou vhodné pro výrobu deformačního členu tenzometrického siloměru. Hodí se však pouze pro menší zatížení, při kterém by nevykazovaly trvalé deformace, nebo jen velmi malé, únosné z hlediska přesnosti měření.



7. CEJCHOVÁNÍ SNÍMAČE DRÁHY7.1. Praktické provedení.

Popis viz kap. 5.4.



Obr. 28. Blokové schema zapojení při cejchování.
Cejchování při použití galvanoměru, tabulka č.8,9.

Rozsah galvanoměru : 100 dílků = 10 mV

Citlivost : $10 \text{ }^{\circ}/_{\infty}$

Vnitřní odpor $131,8 \Omega$ (+ $1,5 \text{ k}\Omega$)

Graf č. 9.

Cejchování při použití oscilografu

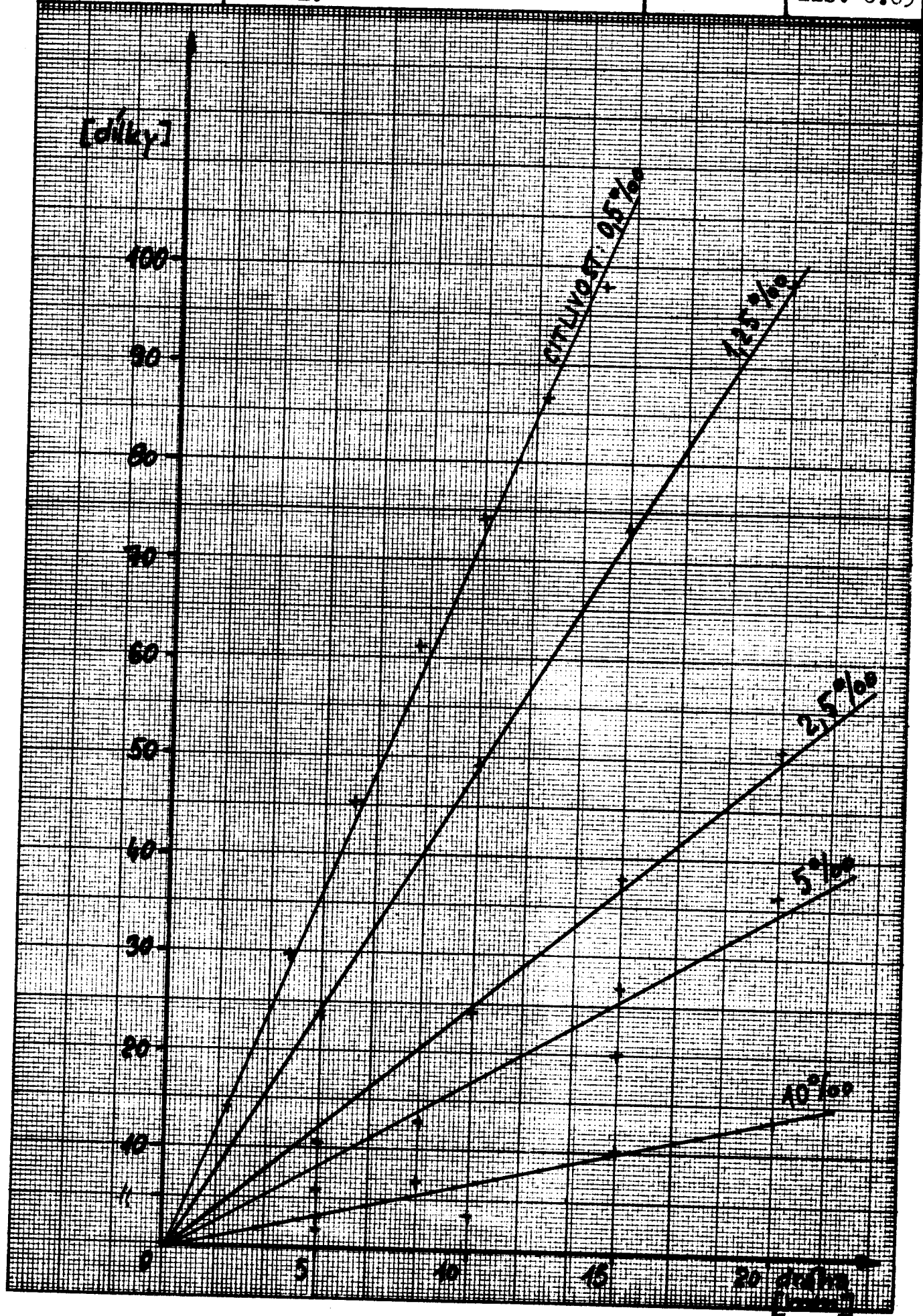
Obr. 29. Blokové schema zapojení při cejchování
s oscilografem.

Tabulka č. 8 - pro různé citlivosti

dráha (mm)	10 ^{°/∞} (dílký)	5 ^{°/∞} (dílký)	2,5 ^{°/∞} (dílký)	1,25 ^{°/∞} (dílký)
0	0	0	0	0
5	3,1	6,2	10,5	24,0
10	6,8	13,0	24,0	49,1
15	10,0	20,0	37,9	73,9
20	13,5	26,8	51,6	98,5
	Přejetí a zpět			
20	14,0	28,1	52,9	100,1
15	11,0	22,5	40,0	77,2
10	7,4	15,5	25,9	52,0
5	3,2	8,8	12,1	27,0
0	0,2	2,0	2,0	1,4

Tabulka č. 9

dráha (mm)	0,5 ^{°/∞} (dílký)
0	0
2	14
4	29,9
6	45,2
8	61,0
10	73,9
12	86,5
14	98,0
	přejetí a zpět
14	100,2
12	89,5
10	78,9
8	65,6
6	50,0
4	34,0
2	18,0
0	2,0



Oscilograf : 3 SO 101

Použitá smyčka : SpT 3 - vnitřní odpor $1\,300 \pm 6\% \Omega$
viz tabulka č. 10

Tabulka č. 10 - závislost různých citlivostí na dráze

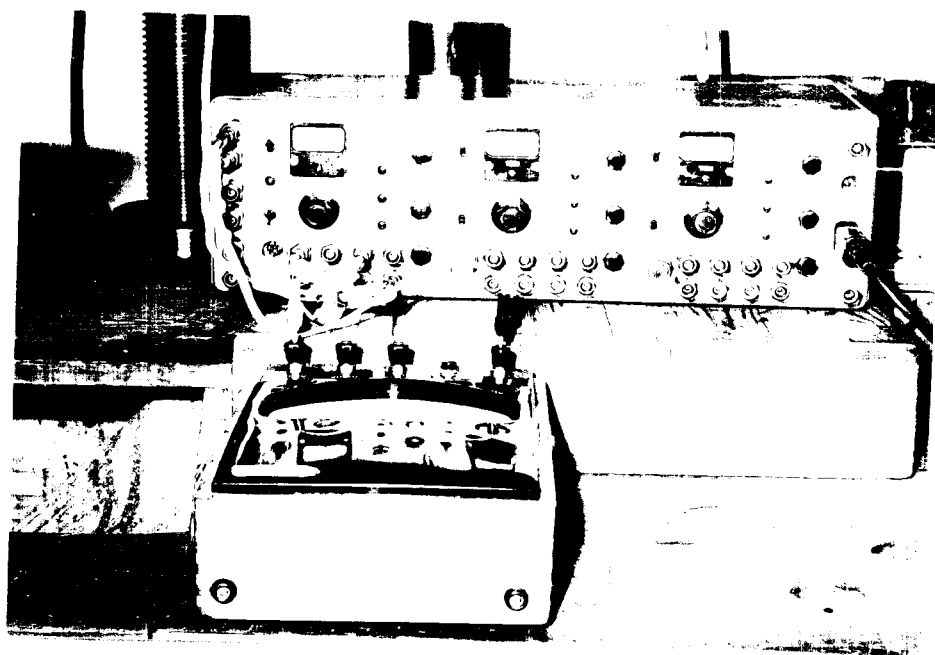
dráha (mm)	citlivost y (dílký)	citlivost $\frac{1}{8}$,25 Δh (dílký)	citlivost y (dílký)	citlivost $\frac{1}{8}$,25 Δh (dílký)	citlivost 2,5°/60 y (dílký)	citlivost 2,5°/60 Δh (dílký)	citlivost 5°/60 y (dílký)	citlivost 5°/60 Δh (dílký)
0	5,5	0	5,5	0	5,5	0		
5	12,5	7	10	4,5	8	2,5		
10	19,0	13,5	13,5	8	10	4,5		
15	26,5	21	17	11,5	12	6,5		
20	34,0	28,5	21,0	15,5	13,5	8		
25	41,0	35,5	25,0	19,5	15,0	9,5		

 y - výška na oscilografu Δh - skutečná výška na oscilografu

8. SESTAVENÍ KOMPLETNÍHO ZAŘÍZENÍ PRO MĚŘENÍ SÍLY A
DRÁHY PŘI HLUBOKÉM TAŽENÍ.

Sestava zařízení se skládá (obr.30) z manipulačního stolku, na kterém jsou měřicí aparatury TDA-3 a oscilograf 3 SO 101. Toto sestavení měřicí aparatury na manipulačním stolku dovolí snadné přemísťování celého zařízení a téměř okamžitou schopnost měřit.

Obr. 30



9. MOŽNOSTI VYUŽITÍ MĚŘICÍ APARATURY.

Pro využití měřicí aparatury ve výzkumu je možno navrhnout tyto případy :

1. Zkoušky materiálových faktorů na hlubokotažnost plechů.

Úkolem těchto zkoušek by bylo vzájemné porovnání mezi jednotlivými materiály. Při zkouškách materiálů o různých jakostech je třeba zachovat stejné podmínky, a to z toho důvodu, že rozdíly mezi jednotlivými hlubokotažnými plechy nemusí být velké. Jde zde o technologické podmínky a geometrické prvky.

Při zkouškách je možno zjišťovat velikost maximální přetvárné pevnosti stěny zkoumaného vzorku výpočtem ~~xx~~ z velikosti tažné síly v okamžiku utržení dna. Průběh pevnosti stěny by bylo vhodné zjišťovat v závislosti na hloubce tahu a analyzovat vliv jednotlivých materiálových faktorů.

2. Zkoušky, které umožňují sledovat vliv geometrie nástroje na hluboké tažení.

Především jde o vliv poloměru tažných hran tažníku a tažnice, a to v návaznosti na tloušťku plechu. Při tažení plechů o různé tloušťce bude v krajních případech nutno změnit velikost tažné mezery, což zároveň umožní sledovat i samostatný vliv velikosti tažné mezery, např. na geometrickou přesnost výtažku.

Jak velikost mezery, tak i poloměry tažných hran lze měnit výměnou funkční části tažníku a tažnice.

Dále je možno provádět zkoušky při tažení jiných tvarů než kruhových rekonstrukcí nástroje, např. na nástroj vhodný pro tažení výlisků krabicovitého tvaru.

VŠST Liberec	Návrh měřicího zařízení pro zkušební tažný nástroj	DP-ST-TP/1975	
Fakulta strojní		KTM	list č.73

3. Zkoušky, které umožní sledovat vliv plošné anizotropie na cípatost výtažku a orientaci vzniklého porušení výlisku.

4. Zkoušky, které umožňují sledovat vliv normálové anizotropie na ztenčení stěny výtažku.

5. Zkoušky, které umožňují studium problematiky tvorby vln mimo oblast přidržovače (na povrchu výtažku).

Zde je řešení ve výměně funkční části tažníku. Nahradíme ji částí s kulovým, příp. parabolickým čelem.

6. Zkoušky, které umožňují sledovat vliv mazání na podmínky tažení z hlediska :

- a) tažné síly
- b) charakteru přetvoření
- c) mezního stupně přetvoření

7. Zkoušky, které umožňují sledovat změnu tloušťky pod přidržovačem.

Tyto zkoušky je možné provádět přímým proměřováním po provedení neúplného tahu.

Je možné předpokládat, že v průběhu vlastních zkoušek budou zjištěny další možnosti použití.

Pro využití měřicí aparatury při výuce, je také možno navrhnout několik možností.

V první řadě by to měla být možnost praktické ukázky hlubokého tažení se záznamem síly v závislosti na dráze a vyhodnocení celého záznamu, protože k tomu bylo celé zařízení sestavováno.

Dalšími možnostmi je např. hlubší seznámení s tenzometrickou metodou měření síly a odporovou metodou měření dráhy (zapojení, nalepení atd.). Za další seznámení s aparaturou TDA-3, dnes velmi používanou pro tenzometrická měření; seznámení s osciloskopem 3 SO 101.

Je zde řada možností využití. Je jen otázkou, do jaké míry je možno zabývat se těmito problémy, hlavně z časových důvodů, při výuce.

Vyřešení zařízení pro stanovení závislosti "síla-dráha" může být hodnoceno kladně. Především z hlediska completeness celého zařízení. Toto je hlavním přínosem. Může být proto kdykoliv použito pro úkoly vědecké i výukové bez obtíží, jako je shánění aparatur, hledání vhodného místa pro jejich umístění na stroji, napojování a nastavování kabelů apod. Přispívá to hlavně k úspoře času, spolehlivosti a přesnosti měření.

10. ZÁVĚR

Můj diplomový úkol zněl:

Metodika měření a návrh měřicí aparatury pro stanovení závislosti "síla-dráha" na lisu LU 160.

Jako měřicí metoda pro tažnou sílu je použita odporová tenzometrická metoda, jejíž výhody a ostatní údaje jsou uvedeny v kap.5.

Volba materiálu na navržený tenzometrický siloměr pro měření tažné síly tak, aby měření bylo dostatečně přesné a spolehlivé, to byla další otázka, na kterou jsem se zaměřil. V kap.6 jsou potom vyhodnoceny různé materiály o různých vlastnostech z hlediska možnosti jejich použití na tenzometrický siloměr. Je zde dokázáno, že ne každý materiál je možno použít jako siloměru, alespoň ne do takových zatížení, která jsou v podmínkách při tažení na lisu LU 160.

Je pravděpodobné, že nevhodné materiály pro zde řešený případ, mohou být vhodné pro případy, kde zatížení dosahují menších hodnot. Do jakých hodnot by však vyhovovaly, to by mohla být otázka dalších zkoušek.

Pro měření dráhy beranu lisu je použit odporový snímač dráhy, jehož popis a ostatní údaje jsou v kap.5 a 7.

Jako měřicí aparatury jsou použity přístroje tak, aby bylo možno použít prvků, které má VŠST v Liberci k dispozici a nebylo nutno zajišťovat ve větším finančním krytí jejich nákup.

Jsou to přístroje : TDA-3 a oscilograf 3 SO 101. Celé zařízení bylo zkompletizováno na manipulačním stolku, z čehož plynou další výhody uvedené v předešlé kapitole.

Uvedené závislosti a poznatky jsou důležité pro obsluhu měřicího zařízení, která by měla porozumět, aby měření mělo určitou úroveň.

Závěrem bych chtěl poděkovat za pomoc při řešení diplomového úkolu a odborné vedení svému konzultantovi Ing. Františku Beranovi, vedoucím diplomové práce Doc. Ing. Jaroslavu Tmějovi CSc a katedře Technologie a nauky o materiálu.

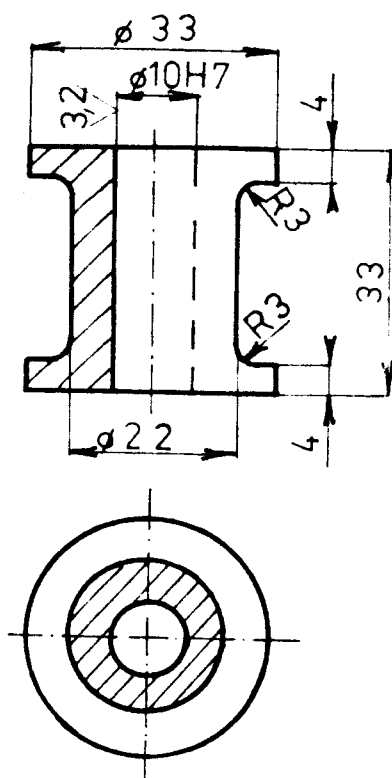
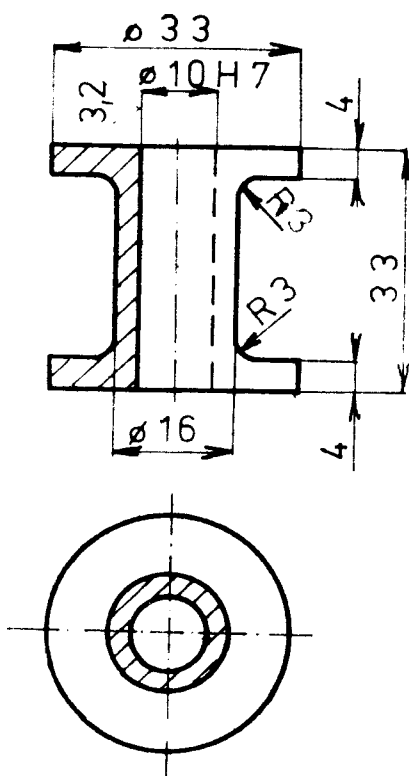
VŠST Liberec	Návrh měřicího zařízení pro zkušební tažný nástroj	DP-ST-TP/1975	
Fakulta strojní		KTM	list č.77

11. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.

1. A.M.TURIČIN: Elektrická měření neelektrických veličin, SNTL, PRAHA 1958.
2. J.NĚMCO: Odporové tenzometry v praxi, SNTL, PRAHA 1967.
3. KOCH, BOITEN a kol.: Dehnungsmesstreifen-Messtechnik, Philips 1951.
4. DOM TECHNIKY SVTS, BRATISLAVA: Základy merania v tvárnění, BRATISLAVA 1974.
5. Sborník ze semináře "MĚŘENÍ VE TVÁŘENÍ", BRNO 1974.
6. Z.RŮZNA: Elektrické odporové tenzometry, NČSAV, PRAHA 1958.
7. F.ŠÍCHA: Materiálové listy ušlechtilých konstrukčních ocelí k zušlechťování, PRŮMYSLOVÉ VYDAVATELSTVÍ, PRAHA 1951.
8. ING.MIKEŠ CSc., DOC.ING.TMĚJ CSc.: Popis zkušebního nástroje navrženého a vyrobeného na VŠST v Liberci včetně měřicího zařízení, LIBEREC 1972.
9. KAŇKA: DP 1973-74, Vliv mazání při tažení výlisků.
10. KOLEKTIV AUTORŮ: Lisování, 1.vydání PRAHA 1971.

VŠST Liberec					
Fakulta strojní					

0,8/3,2



KALENO 820°C DO VODY ; POPUSTIT NA 550°C ; OCHLADIT V OLEJI.

1 Ø 35-35 ČSN425515 12050.0

10-9

Cim

1,1

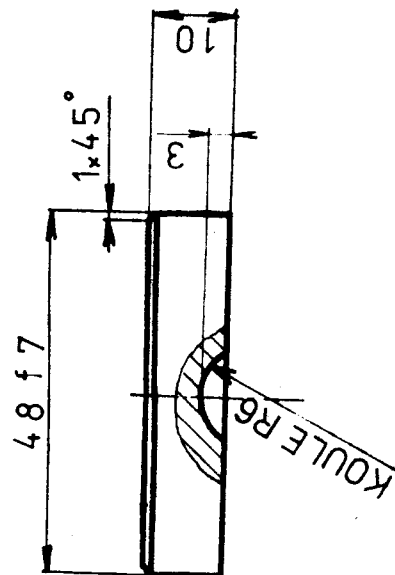
SILOMĚR V

1	Zemědělská družina	ČSN 42 5514	11 500		1
1	Opěrná deska	ČSN 42 5516	11 500		2
1	Ohybník	ČSN 42 5515	19 430		3
1	Ohybnice	ČSN 42 5515	19 430		4
1	Opěrná deska	ČSN 42 5516	19 150,4		5
2	Kapota	ČSN 42 5520	11 500		6
2	Duraz	ČSN 42 5510	11 500		7
2	Bočník	ČSN 42 5524	11 600		8
1	Siloměr	ČSN 42 5516	11 500		9
1	Siloměr	ČSN 42 5516	11 500		10
1	Vložek	ČSN 42 5510	11 500		11
1	Vložek	ČSN 42 5510	11 600		12
1	Vložek	ČSN 42 5510	11 600		13
2	Podl. deska	ČSN 42 5306	42 40 02		14
1	Póhlo	ČSN 42 501	64 42 25	/Pertinax/	15
1	Vodítko	ČSN 42 5520	11 500		16
1	Čtyřka	ČSN 34 501	64 42 25	/Korolux/	17
1	Jarba	ČSN 42 5011	42 42 16		18
1	Podložka	ČSN 44 501	64 42 25	/Pertinax/	19
2	Vyhazovač	ČSN 42 5510	11 600		20
1	Kulička Ø 12				21
1	Stopka Ø 45	ČSN 22 5264			22
4	Šroub M10x40	ČSN 02 1143			23
4	Šroub M8x55	ČSN 02 1143			24
4	Šroub M10x60	ČSN 02 1143			25

číslo

V

3,2



1 50-12

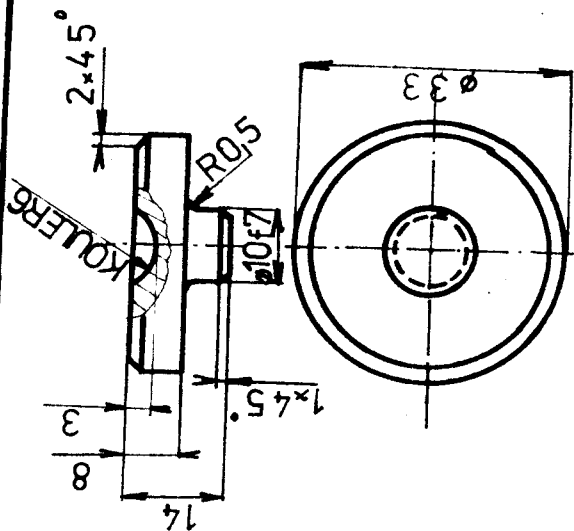
ČSN 425510 11 600

11

čirny

1:1

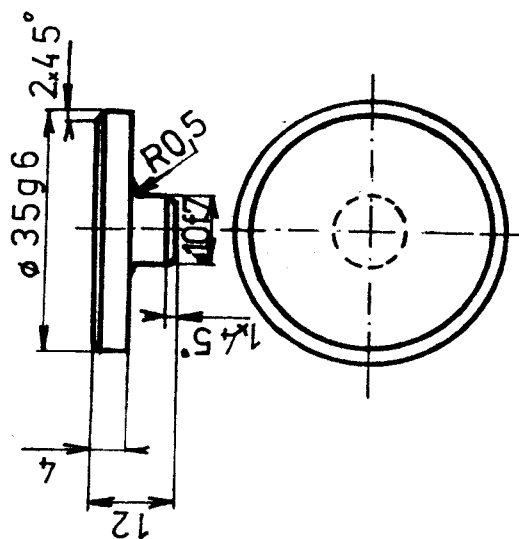
VLOŽKA V



1 Ø 38-15

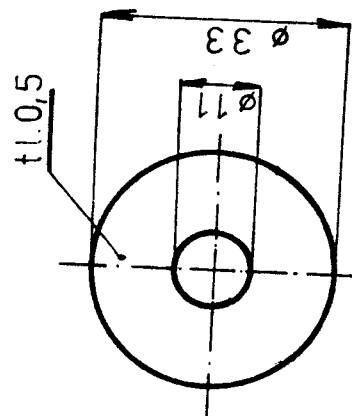
ČSN 425510 11 600

1:1



13-12

V ÍČKO V



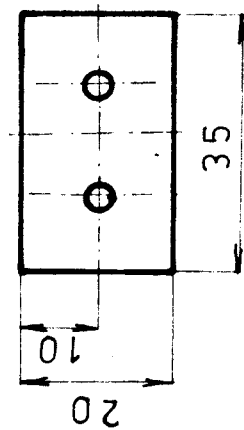
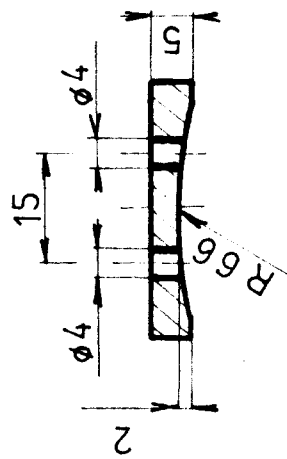
2 PLECHQ5x35x35 ČSN427306 424002

14

čirap

1:1

PODLOŽKA V



1 DESKA 5x35x20

ČSN 642001 644225

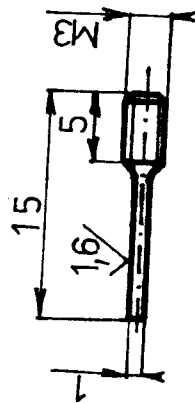
(PERTINAX)

19

čím

1:1

PODLOŽKA V



1,6/

1 3-15

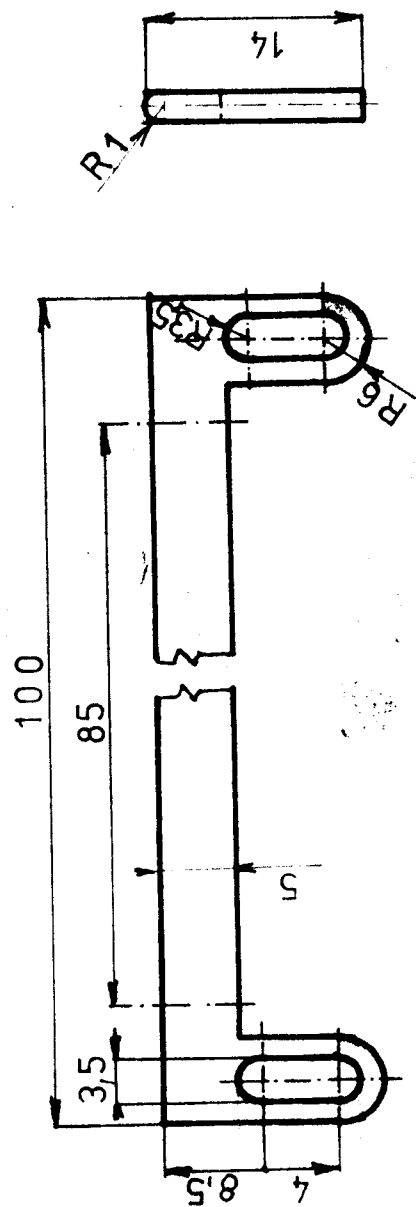
ČSN 428611 42 3016

18

činy

2:1

J E H L A V



V DÉLCE 85mm VYNUŤÍ MĚŘ 0,1 mm

1 DESKA 2x14x100 ČSN642001 644225 (PERTINAX)

17

čímž

2:1

CÍVKA V