

U.S. Department of State
Office of the Director of Security

Washington, D.C.

May 23 - 1951

Subject: [Illegible]

Reference:

[Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

458/10

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Obor 23 - 21 - 8

Stroje a zařízení pro chemický, potravinářský
a spotřební průmysl

zaměření

sklářské a keremické stroje

Katedra sklářství a keramiky

VÁŽICÍ ZAŘÍZENÍ PRO PLOCHÉ SKLO

Jiří Kříž

KSK - 011

Vedoucí práce : Ing. Jan Cibulka, VŠST Liberec

Konzultant : Ing. Petr Šámal, Sklotas Oloví

: Josef Lietavec, Sklotas Oloví

Rozsah práce a příloh

Počet stran.....58
Počet příloh a tabulek..... 2
Počet obrázků.....10
Počet výkresů..... 3
Počet modelů nebo jiných příloh.....
MDT..... 666.15 : 666.1.036.4

Datum odevzdání :

12. 6. 1981

Vysoká škola: strojní a textilní

Katedra: sklář. a keram. strojů

Fakulta: strojní

Školní rok: 1980/81

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Jiřího Kříže

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

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

Název tématu: Vážicí zařízení pro ploché sklo.

Pokyny pro vypracování:

Na základě rozboru současného stavu technologie tažení plochého skla systémem Fourcault vypracujte návrh vážení vytažených tabulí po jejich nařiznutí a odlomení.

Ve své práci se zaměřte

- a) na konstrukční provedení,
- b) na ekonomické zhodnocení navrženého řešení.

Abstrakt pro seřadí směrnicí
NČK pro státní zkoušky
737/100/75
1762/Vestník ČSAV
dne 31. 8. 1980 g. 1980 z 8. 11. 80

VYŠŠÍ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
0. třída
LIBEREC I, STUDY SKA 5
FSC 45

Rozsah grafických laboratorních prací: cca 40 stran textu doložených
příslušnou výkresovou dokumentací
a výpočty

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury: Tvarování plochého skla, SNTL 1974
Firemní literatura


Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Cibulka


Konsultanti: Ing. Šámal, Sklo Union Oloví
s. Lietavec, Sklo Union Oloví

Datum zahájení diplomové práce: 15. 9. 1980

Datum odevzdání diplomové práce: 12. 6. 1981

L. S.


Doc. Ing. Jaroslav Belda, CSc
Vedoucí katedry


Doc. RNDr. Bohuslav Stříž, CSc
Děkan

v Liberci dne 10.9. 1980

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

Jiří Kríž

Jiří K ř í ž

V Liberci 12.6.1981

Obsah

1.	Úvod.....	7
2.	Současný stav.....	8
3.	Podstata vážení.....	9
4.	Rozbor možností řešení vážicího systému.....	11
4.1	Snímače.....	12
4.1.1.	Indukčnostní snímače.....	12
4.1.2.	Magnetoelastické snímače.....	13
4.1.3.	Kapacitní snímače.....	14
4.1.4	Piezoelektrické snímače.....	14
4.1.5	Snímače s odporovými tenzometry.....	15
5.1	Popis konstrukce a funkce součas. zaříz.....	23
5.1	Automatický odlamovač MM-2 přímý.....	23
5.1.1	Rám odlamovače.....	23
5.1.2	Pojezdový mechanismus.....	23
5.1.3	Kleště.....	24
5.2	Spouštěcí šachta.....	24
5.2.1	Náhon vozíku.....	25
5.2.2	Sloup levý.....	25
5.2.3	Sloup pravý.....	25
5.2.4	Vozík.....	25
5.2.5	Horní koncový spínač.....	25
5.2.6	Dolní koncový spínač.....	25
5.2.7	Opěrná stěna.....	26
5.3	Funkce současného zařízení.....	26
6.	Návrh řešení.....	27
6.1	Výběr optimální varianty řešení.....	27
6.2	Výpočty hlavních parametrů.....	29
6.2.1	Výpočet síly na ulomení tabule skla.....	29
6.2.2	Výpočet spojení mezi přírubou a nosníkem.....	32
6.2.3	Kontrola svaru jímž je přivařena deska k objímce.....	36
6.2.4	Výpočet sverného spojení mezi deskou a víčkem.....	39
6.2.5	Výpočet svaru, jímž bude přivařena trubka k přírubě.....	42
6.2.6	Kontrola čepu na stříh.....	45
6.2.7	Kontrola čepu na otlačení.....	46

6.3	Volba vhodného snímače sil.....	47
6.4.	Popis konstrukce vážícího zařízení.....	48
6.5.	Vyhodnocovací aparatury elektromechanických vah.....	50
7	Technicko ekonomické zhodnocení.....	53
8	Závěr.....	55

Seznam použitých zkratek a symbolů

- σ_{p0} - mez pevnosti v ohybu skla / MPa /
 σ_0 - skutečné napětí v ohybu / MPa /
 M_{o1} - ohybový moment / N . m /
 M_{o2} - ohybový moment namáhající tabuli skla / N.m /
 F_u - síla potřebná k ulomení tabule skla / N /
 s - tloušťka tabule skla / mm /
 b - šířka tabule skla / mm /
 h - výška tabule skla od kleští k podávacím válcům / mm /
 l - vzdálenost od kleští k pojezdovému vozíku / mm /
 W_{ox} - průřezový modul tabule skla vzhledem k ose x
 F_t - síla působící ve směru tečny / N /
 F_n - síla působící ve směru normály / N /
 f - koeficient tření
 r_1, r_2, r_3 - vzdálenosti na kterých působí síly na jednotlivé šrouby / mm /
 F_{s1}, F_{s2}, F_{s3} - síly působící na jednotlivé šrouby / N /
 F_s - výsledná síla na šroub / N /
 σ - skutečné napětí ve šroubu / MPa /
 σ_{dov} - dovolené napětí ve šroubu / MPa /
 k - bezpečnost šroubu
 m - hmotnost tyče / kg /
 g - tíhové zrychlení / m . s⁻² /
 G - tíha tělesa / N /
 τ_s - výsledné napětí ve svaru / MPa /
 τ_{\perp} - smykové napětí kolmé na rovinu svaru / MPa /
 τ_{\parallel} - smykové napětí rovnoběžné s rovinou svaru /MPa/
 μ - součinitel kolmého smykového napětí

- $\lambda_{\tau II}$ - součinitel rovnoběžného smykového napětí
 β - součinitel tloušťky svaru
 t - tloušťka svaru / mm /
 σ_k - mez kluzu svarového materiálu / MPa /
 n - bezpečnost svaru
 ψ_{dyn} - dynamický součinitel
 S_{sv} - plocha svaru / mm² /
 π - Ludolfovo číslo
 S - plocha podle níž může dojít k ustřižení / mm² /
 d - vnější průměr trubky / mm /
 $W_{o_{sv}}$ - průřezový modul svaru
 τ_{dov} - dovolené napětí ve svaru / MPa /
 p - tlak působící na čep / MPa /
 p_{dov} - dovolený tlak na čep / MPa /
 l - délka čepu na které dochází k otláčení / mm /

1. Úvod

Rozvoj techniky v našem století se v posledních desetiletích stále stupňuje a to nejen v průmyslové výrobě, ale ve všech oborech lidské činnosti.

Ke stále vyššímu tempu rozvoje průmyslu napomáhají zejména výrobky v oboru automatizace a uplatňování počítačích strojů, stále větší význam pak budou mít vědní obory jako kybernetika a další.

Možnost stále více uplatňovat automatizaci výpočetní techniky v průmyslu byla podmíněna rozvojem měřicí techniky, fyziky, elektroniky a dalších oborů. V dnešní době pronikají elektronické prvky a automatizační uzly do všech oblastí průmyslu a uplatňují se v posledních letech i v oboru vážení.

Na váhy dnes již nelze pohlížet pouze jako na přesný mechanismus, neboť moderní váhy elektromechanické nebo váhy mechanické s elektrickými přenosovými jednotkami a registračním zařízením se od této představy značně liší.

Takové moderní váhy vybavené příslušnými registračními a regulačními jednotkami splňují nejen funkci vlastního vážení, ale stávají se důležitým prvkem pro automatizaci výrobních procesů a evidenci výroby a zajišťují vysokou technickou úroveň a kvalitu výroby. Dokonale vybavené vážicí zařízení je nutným předpokladem správné funkce téměř každého plně automatizovaného řídicího systému.

Ve všech průmyslových oborech jsou váhy zpravidla nutným technickým vybavením závodů a nevyhovující

váží systém může mít za následek značné hospodářské ztráty závodu.

2. Současný stav

V závodě Oloví koncernového podniku Sklotas Teplice se vyrábí tabulové sklo vertikálním způsobem tažení systémem Fourcault, přičemž není známo průběžné množství vytaženého skla.

Průběžná znalost hodnot odběru vytaženého skla je zde klasifikována jako základní technologický údaj. Při výrobě plochého skla dochází k takovým technologickým změnám, které ovlivňují viskozitu tvarované skloviny, aniž by tyto změny bylo možno zachytit pomocí ostatních běžných měřících a kontrolních prvků. Teprve odchylky tvarovacích poměrů /rychlost, tloušťka, šíře pasu/, ze kterých je možno hodnotu vytažené skloviny vypočítat, uvedené změny signalizují.

V současné době se výpočet provádí na základě ručního měření /rozměrů/, jehož pracnost umožňuje získat výslednou hodnotu za jednotlivé stroje a vanu pouze jednou za směnu, což je všeobecně považováno za nedostačující a nehospodárné. S vyšším stupněm informovanosti o nejdůležitějším technickém parametru /okamžitý výkon/ sklářského tavicího agregátu by bylo docíleno vyššího stupně a kvality regulace ostatních regulovatelných technických veličin, čímž by bylo dosaženo ustálenějšího tavicího a tvarovacího

procesu a došlo by tak k ušetření značného množství finančních prostředků, které by se mohly vhodněji využít na jiném místě.

3. Podstata vážení

Vážením se rozumí měření neznámé hmotnosti tělesa, při vážení na bezpákových vahách se měří změna fyzikální nebo technické veličiny vyvolaná působením břemene. Jde hlavně o změnu délky, tlaku, rovinného úhlu, elektrického odporu s tím související změnu elektrického napětí, proudu a podobně.

Každé těleso má určitou neměnnou hmotnost, která se projevuje tíhou, nalézá-li se toto těleso v gravitačním poli. Je-li toto těleso vzhledem k zemi v klidu, rozumí se tíhou tělesa, kterou toto těleso působí na svou podložku.

Tíha tělesa je proměnná a závisí na hodnotě tíhového zrychlení g v místě, kde se provádí zjišťování hmotnosti. Platí vztah :

$$G = m \cdot g$$

G tíha tělesa / N /

m hmotnost tělesa / kg /

g gravitační zrychlení / $m \cdot s^{-2}$ /

Velikost gravitačního zrychlení závisí na zeměpisné šířce a nadmořské výšce podle vztahu :

$$g = 9,80665 - 0,02539 \cos 2\varphi - 0,002 h \quad / \quad m \quad s^{-2} \quad /$$

Jako normální gravitační zrychlení je voleno zrychlení pro $\varphi = 45^\circ$ zeměpisné šířky a pro $h = 0$ m nadmořské výšky. Hodnota tohoto zrychlení je :

$$g = 9,80665 / \text{m s}^{-2} /$$

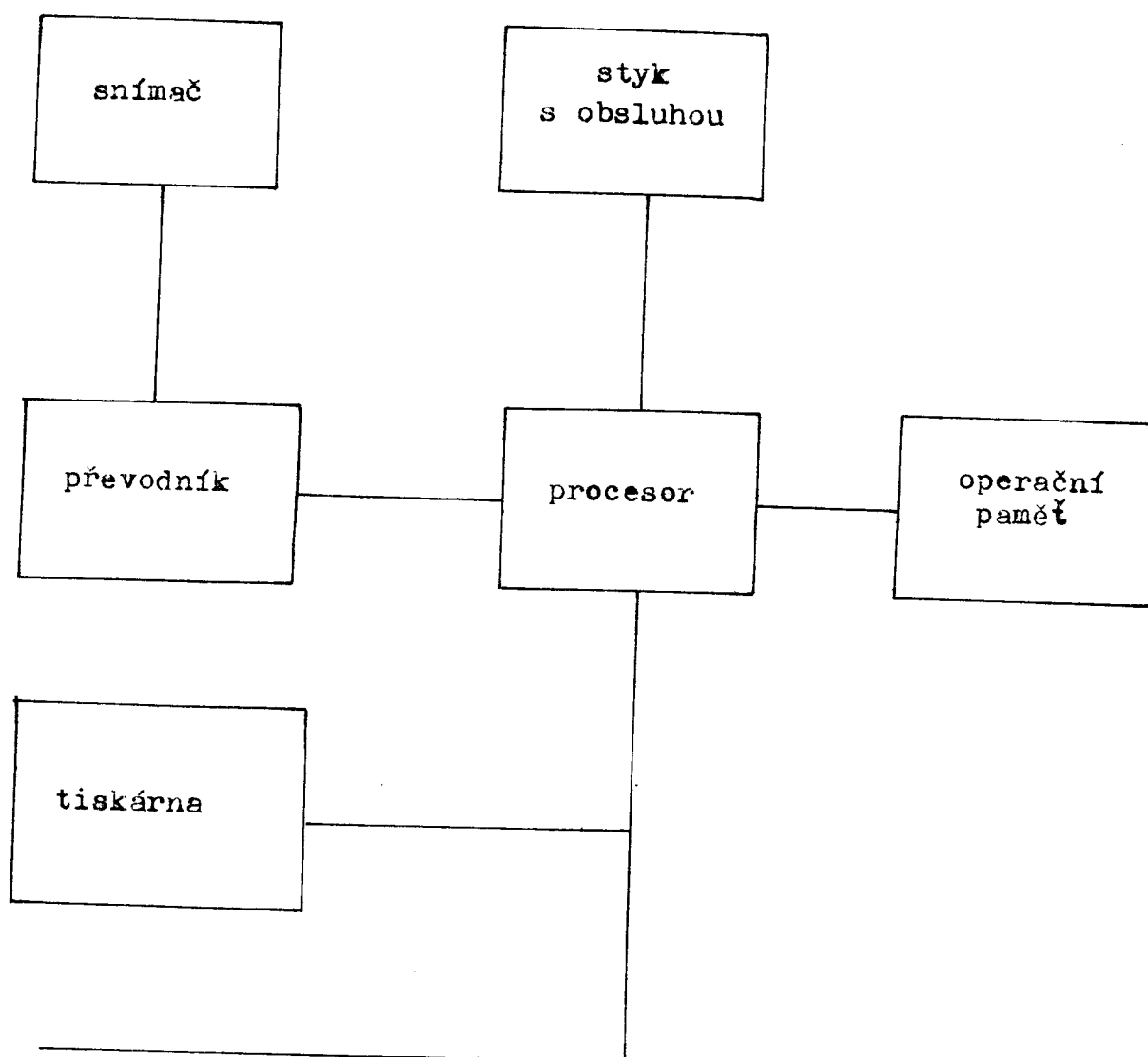
O úroveň zařízení pro vážení a o správnost vážení pečuje Úřad pro normalizaci a měření v Praze a jeho krajská oddělení.

Základní jednotkou hmotnosti je kilogram - kg.

4. Rozbor možností řešení vážícího systému

Z hlediska automatizační a řídicí techniky se váhy jakéhokoliv typu a funkčního principu musí posuzovat jako měřicí zařízení, které je schopno ve vhodné formě dát informaci o velikosti hmotnosti váženého předmětu. Všechny měřicí přístroje a zařízení tohoto druhu jsou ve své podstatě shodné. / obr. 1 /

Obr. 1 : Principiální zapojení měřícího systému



Snímač dává signál úměrný působící hmotnosti, převodník upravuje tento signál do vhodné a žádoucí formy a úrovně. U elektromechanických vah je funkce převodníku zpravidla omezena na zesílení signálu snímače do úrovně, která je potřebná pro další zpracování.

Registrační a ukazovací zařízení jsou různých principů a konstrukcí. V současné době již převládá číslicová registrace váhových hodnot. Tento způsob má své přednosti ve zvětšené přesnosti, neboť číslicové hodnoty dosahují již běžně přesnosti 0,1 % a výše. U analogového zpracování se dosahuje u laboratorních přístrojů přesnosti 0,1 %, avšak v provozu je běžná přesnost 0,3 - 0,5 % i horší.

4 . 1 Snímače

Pro měření síly, kterou působí břemeno na podložku, na níž spočívá a tím zjišťování hmotnosti, se využívá různých druhů snímačů. V následujícím bude proveden stručný popis několika z nich.

4 . 1 . 1 Indukčnostní snímače

Indukčnostní snímače používané pro měření síly jsou založeny na změně indukčnosti cívek při změně magnetického odporu proměnné vzduchové mezery. Pro měření tahových a tlakových sil se užívají snímače s malou vzduchovou mezerou s otevřeným magnetickým obvodem.

Indukčnostní snímače se používají u vah, jejichž celková přesnost je v rozmezí / 1,0 - 1,5 / % , napájecí napětí se pohybuje v rozmezí / 2 - 50 / V a frekvence napájecího napětí 50 Hz až 50 kHz.

Předností těchto snímačů je výstupní signál, který v mnoha případech není nutno zesilovat.

Nedostatky jsou : nedostatečná linearita, závislost na teplotě okolí, závislost na stabilitě napájecího napětí je velká, rovněž ve stabilitě kmitočtu.

4 . 1 . 2 Magnetoelastické snímače

Tyto snímače jsou založeny na magnetostrikčním efektu, to je, že se u feromagnetického tělesa vloženého do magnetického pole projeví určitá magnetická deformace. Tento jev lze uplatnit opačně. Při silovém působení na feromagnetické těleso vzniká mechanická deformace a následkem toho se změní permeabilita feromagnetického tělesa, která dále ovlivní magnetický odpor obvodu, výslednou impedanci a proud.

Tedy $Q - \sigma - \mu - R_m - Z - I$ kde :

- Q silové zatížení
- σ mechanické napětí
- μ magnetická permeabilita
- R_m magnetický odpor
- Z impedance
- I elektrický proud

Magnetoelastické snímače se používají především pro měření tlakových a tahových sil. Výhodou těchto snímačů je značná přetížitelnost, která ještě nepoškozuje snímač. Napájecí napětí / 3 - 15 / V, kmitočet 50 Hz. Zajímavou aplikací jsou magnetoelastické tenzometry.

4. 1 . 3 Kapacitní snímače

Kapacitní snímače jsou založeny na změně kapacity kondensátoru při změně vzdálenosti desek, změně vlastností dielektrika, která je mezi deskami, změně plochy desek.

Praktické použití těchto snímačů v oblasti vážení je nepatrné, protože jsou velmi choulostivé na změnu frekvence napájecího napětí, jsou citlivé na vlhkost a teplotu okolí a jejich linearita je i při diferenčním zapojení v rozmezí 1 - 3 %.

Celkově kapacitní snímač nevyhovuje požadavkům, které jsou kladeny na snímače u elektro-mechanických vah.

4 . 1 . 4 Piezoelektrické snímače

Tyto snímače řadíme mezi aktivní, neboť pro jejich činnost není nutné napájení z pomocného zdroje. Ke konstrukci snímačů se používá piezoelektrického jevu, který spočívá v tom, že uvnitř některých krystalických látek vzniká vlivem mechanických deformací elektrická polarizace, čímž na povrchu vznikají zdánlivé náboje, které mohou v přiložených elektrodách vázat náboje skutečné.

U krystalických látek se piezoelektrický jev projevuje nejintenzivněji u magneto-elektrických látek. Tyto se však při měření tlakových sil nepoužívají pro svou malou mechanickou pevnost. Pro měření sil se používá krystal křemene nebo titaničitanu barnatého/ $Ba Ti O_3$ /, tuhých roztoků typu titaničitan - zirkoničitan olovnatý a podobně. Tyto snímače se vyrábějí v různých konstrukč-

ních obměnách pro tlakové a tahové síly.

Přednosti piezoelektrických snímačů jsou jejich malé rozměry, konstrukční jednoduchost, lineární charakteristika. Užívají se především pro dynamické měření, jejich mechanická a elektrická setrvačnost je zanedbatelná.

V oblasti průmyslových vah se uplatňují málo. Konstrukce je choulostivá na hrubý provoz, změny teploty, změny vlhkosti prostředí.

4 . 1 . 5 Snímače s odporovými tenzometry

Základní jev, kterého se využívá u odporových tenzometrů je v tom, že elektrický vodič mění svůj odpor/ohmický/ s délkovou deformací.

Pro odpor válcového vodiče o délce l , průřezu S můžeme psát :

$$R = \frac{l \cdot \rho}{S} \quad / \Omega /$$

kde ρ je měrný odpor.

Při relativní změně vodiče

$$\xi = \frac{\Delta l}{l}$$

nastane podle uvedeného vztahu relativní změna odporu a platí, že

$$\frac{\Delta R}{R} = K \frac{\Delta l}{l} = K \xi$$

kde K je konstanta / součinitel/ citlivosti závislá jen na materiálu.

Pro nejvíce používaný konstantan / 58 % Cu, 41 % Ni , 1 % Mn / je pak $K = 2$.

Při použití polovodičových materiálů je součinitele deformační citlivosti řádově stovky. Nedostatkem polovodičů je značná závislost na teplotě.

Odporové tenzometry jsou konstrukčně a materiálově řešeny tak, aby změna odporu tenzometru byla maximálně úměrná jeho deformaci. Na hodnotu ohmického odporu mají vliv kromě deformace drátu i další nežádoucí vlivy. Jsou to teplota, vlhkost, vliv prašnosti, hystereze, termoelektrický efekt přívodních drátů.

Výrobou odporových tenzometrů se u nás v ČSSR zabývá Transporta Úpice, polovodičové tenzometry jsou vyráběny v podniku RUKO Rumburk, polovodičové tenzometry vyvíjí Ústav termomechaniky ČSAV.

Ze zahraničních firem jsou nejvýznamnější Hottinger, Hugenberger a další.

Tabulka 1 : Základní parametry tlakových snímačů

VELIČINA	JEDNOTKY	HOTTINGER /NSR/	METRIMEX /MLR/
Rozsah síly	/ kN /	0,005-7500	0,01-1000
Nejvyšší přesnost	/ d /	0,04	0,5
Citlivost	/mV /V /	2	2
Teplotní rozsah	/ °C /	-30- +70	+60
Vstupní odpor	/ Ω /	350	120/240
Napájecí napětí	/ V /	4 - 12	6
Přetížitelnost	/ % /	50	50
Deformace při jmenovitém zatížení	/ kN /		0,1 - 08

Snímače sil s odporovými tenzometry tahové a tlakové

Snímače sil jsou základním prvkem elektromechanických vah. Snímač síly je zařízení určené k převodu mechanické síly na úměrnou hodnotu elektrické veličiny. Čidlo snímače opatřené metalickými odporovými tenzometry zapojenými do úplného Wheastonova můstku je vystaveno působení měřené mechanické síly. Pružná deformace čidla se přenáší na nalepené tenzometry a změna jejich odporu /rozvážení můstku/ je dále zpracováno vyhodnocovací aparaturou.

Popis tahového snímače sil

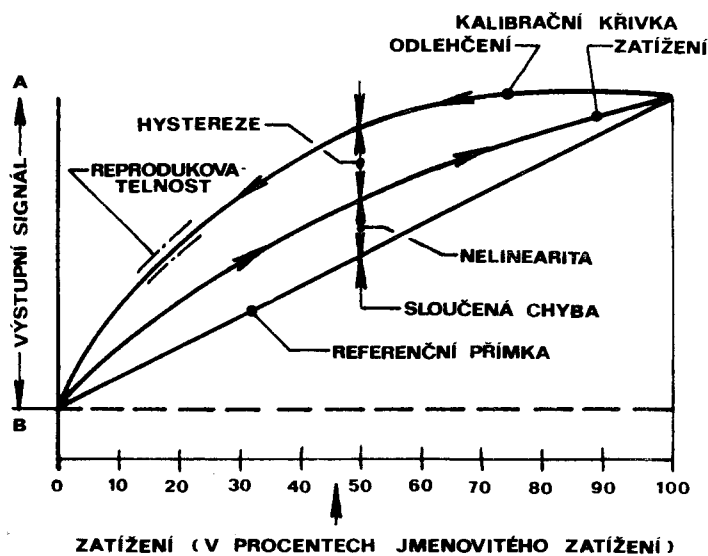
Snímač sil sestává ze dvou základních částí, tělesa snímače a dvou závěsných ok. Těleso snímače má dva vzájemně oddělené plynotěsné prostory. Ve větším je umístěn měrný člen, který má na koncích závity pro uchycení závěsných ok. Prostor je plynotěsně uzavřen pomocí membrána víka. V menším prostoru na boku snímače je umístěna svorkovnice, která je opatřena průchodkou a speciálním kabelem, který je částí měrného obvodu. Na oba konce měrného členu jsou našroubována závěsná oka, která slouží k zavedení měřené tahové síly. Závěsná oka jsou opatřena kulovou vložkou, která vylučuje mimoosé namáhání měrného členu snímače.

Snímače sil jsou určeny převážně pro váhy / na př. jeřábové, zásobníkové / k měření tahu lana a v mnoha jiných případech.

Tab. 2 : Technické parametry snímačů TA 11

	VELIČINA	OZNAČENÍ	JEDNOTKY	hodnota TA 11
1	zatížení jmenovité	F_n	k N	2,5,10
2	zatížení minimální	F_{min}	% F_n	5
3	třída přesnosti			0,5
4	hmotnost	M	kg	8,9
5	rozměry	A x D	mm	Ø120x260
6	měřicí signál jmenovitý	C_n	mV/V	2
7	chyba jmenovit.měř.signálu	E 7	% C_n	0,5
8	teplotní závislost nuly	E 3	% $C_n/10^{\circ}C$	0,1
9	hystereze	E 6	% C_n	0,3
10	reprodukovatelnost	E 9	% C_n	0,2
11	chyba sloučená	E 11	% C_n	0,5
12	odpor vstupní	Ri_n	Ohm	130
13	chyba	E 1	% Ri_n	1
14	odpor výstupní	Rou_t	Ohm	120
15	chyba	E 2	% Rou_t	1
16	odpor isolační	Ri_s	M Ohm	12×10^3
17	napájecí napětí doporučené	Ui_n	V	10
18	napájecí napětí maximální	Ui_{nmax}	V	12
19	deformace	l	mm	0,2
20	přetížení bezpečné		% F_n	125
21	přetížení maximální		% F_n	200
22	stranové zatížení		% F_n	5
23	teplotní rozsah použitelný		$^{\circ}C$	-20- +50

Obr. 2: Kalibrační křivka



Zatížení jmenovité

Hodnota osového zatížení, nutná pro dosažení udávaného jmenovitého měřicího signálu. Je zároveň horní mezí měřicího signálu.

Měřicí signál jmenovitý

Algebraický rozdíl výstupních signálů při jmenovitém zatížení, které ještě nezpůsobí destrukci konstrukce snímače sil.

Vliv teploty na nulovou hodnotu

Změna nulové hodnoty / výstupního signálu mechanicky nezatíženého snímače sil /, vlivem změny okolní teploty.

Teplotní rozsah použitelný

Meze teploty, v jejichž rozsahu je snímač sil schopen funkce v mezích daných technickými údaji.

Nelinearita

Je rozdíl hodnot signálu, čtených z kalibrační křivky od přímky, spojující body, odpovídající hodnotám výstupního signálu při nulovém zatížení a při jmenovitém zatížení snímače sil.

Hystereze

Maximální rozdíl mezi hodnotami výstupního signálu snímače sil pro totéž zatížení, dosažené jednou při zatěžování, podruhé při odlehčování snímače sil.

Reprodukovatelnost

Maximální rozdíl mezi hodnotami výstupního signálu snímače sil při opakovaném zatěžování za stejných zkušebních podmínek stanovených instrukcí pro zkoušení snímače sil.

Chyba sloučená

Maximální rozdíl hodnot čtených z kalibrační křivky od přímky spojující body, odpovídající hodnotám výstupního signálu při nulovém zatížení snímače sil před počátkem zatěžování a při jmenovitém zatížení snímače sil, zjišťovaných při stoupajícím a klesajícím zatěžování a vyjádřených v % jmenovitého zatížení. Sloučená chyba zahrnuje nelinearitu, hysterezi a reprodukovatelnost a je vodítkem pro určení třídy přesnosti snímače sil.

Odpor vstupní

Odpor elektrického obvodu mechanicky nezatíženého snímače sil měřený na vstupních svorkách při normální teplotě

a při odpojených výstupních svorkách snímače sil.

Odpor výstupní

Odpor elektrického obvodu mechanicky nezatíženého snímače sil měřený na výstupních svorkách při normální teplotě a při odpojených vstupních svorkách.

Odpor isolační

Hodnota odporu naměřená mezi zkoušeným elektrickým obvodem snímače sil a tělesem snímače sil.

Napájecí napětí maximální

Maximální dovolené napětí zavedené na vstupní svorky snímače sil.

Celková deformace

Vratná změna délky snímače sil mezi zatěžovaným bodem a základnou podél jeho hlavní osy vlivem jeho mechanického zatížení od nuly na jmenovitou hodnotu.

Přetížení bezpečné

Maximální zatížení v % jmenovitého zatížení, které nezpůsobuje trvale větší než v technických údajích uvedené změny měrových vlastností snímače sil.

Přetížení maximální

Maximální zatížení v % jmenovitého zatížení; které ještě nezpůsobí destrukci konstrukce snímače sil.

Popis tlakového snímače sil

Měrná síla se zavádí do kulové opěrky pomocí tlačné desky, která je součástí snímače sil. Měrný člen je uložený v hermeticky uzavřeném tělese v inertním prostředí se deformuje působením vnější síly v mezích Hookova zákona. Deformace se přenáší i na natmelované tenzometry, zapojené do Wheastonova můstku. Změna odporů tenzometrů se měří.

Snímače sil jsou určeny převážně pro váhy / zásobníkové, dávkovací /, k měření tahu lana nebo pasu a v mnoha jiných případech. Používají se též všude tam, kde je třeba proměnit měřenou sílu na analogický elektrický signál, který je možno dálkově přenášet.

5. Popis konstrukce a funkce současného zařízení

Automatický odlamovač MM 2 - přímý spolu se spouštěcí šachtou slouží k automatickému odlamování tabulí skla z tažného stroje a k jejich transportu na řezací stůl. Jelikož je odlamovací plošina 2 m nad řezacím podlažím, používá se k transportu tabule skla na řezací stůl spouštěcí šachty.

Zařízení je konstruováno na odlamování a transport tabulí skla těchto formátů :

výška max. 2500 mm

výška min. 1300 mm

šířka max. 2200 mm

5 . 1 Automatický odlamovač MM 2 - přímý sestává z těchto celků :

1. Rám odlamovače
2. Pojezdový mechanismus
3. Kleště
4. Uvolňovací zařízení

5 . 1 . 1 Rám odlamovače

Je upevněn v nosné konstrukci odlamovače. Na rámu je upevněn náhon odlamovače, který je proveden šnekovým převodovým motorem, řetězovkami a řetězem. Napínání řetězu je provedeno napínací řetězovkou. Na rámu jsou rovněž upevněny vodící tyče tělesa odlamovače a konzoly s koncovými spinači.

5 . 1 . 2 Pojezdový mechanismus

Pojíždí po vodících tyčích rámu odlamovače. Sestává z tělesa, na kterém je upevněn motor pro přestavování výšky kleští, což se děje převodem ozubenými koly,

maticí a vodícím šroubem. V tělese jsou dále uloženy vodící tyče kleští, které jsou na konci těchto upevněny spolu s vodícím šroubem na kleštích. Na tělese je rovněž upevněno uvolňovací zařízení.

5 . 1 . 3 Kleště

Jsou tvořeny párem válečků, které systémem rohatka - západka a jedním válečkem výkyvným se závažím drží ulomenou tabuli při lámání i přenesu na lávku vozíku spouštěcí šachty. Na rameni závaží je rovněž bubínek pro navíjení lanka, které spojuje uvolňovací zařízení s kleštěmi. Dále jsou na kleštích ramena opatřena na koncích válečky. Tato ramena zvedá pás skla při posuvu do kleští a jimi je dán impuls koncovému spínači k rozjetí odlamovače.

5 . 1 . 4 Uvolňovací zařízení

Je vytvořeno ramenem, které je opatřeno na jedné straně klapkou a na druhé je upevněno lanko ke kleštím. Najetím kladky na klín se rozevřou kleště a odlomená tabule spadne na lávku vozíku spouštěcí šachty.

5. 2 Spouštěcí šachta sestává z těchto celků :

1. Náhon vozíku
2. Sloup levý
3. Sloup pravý
4. Vozík
5. Horní koncový spínač
6. Dolní koncový spínač
7. Opěrná stěna

5 . 2 . 1 Náhon vozíku

Je řetězový se šnekovým převodovým motorem. Aby bylo tažení vozíku stejnosměrné, je vozík zavěšen v těžišti na obou stranách. Vozík je vyvážen protizávažími, které jsou položeny ve sloupech.

5 . 2 . 2 Sloup levý

Nese kromě opěrné stěny a kolejnice spouštěcího vozíku i šnekový převodový motor náhonu a řetězový převod. Dále jsou na něm upevněny koncové spínače pro chod spouštěcí šachty.

5 . 2 . 3 Sloup pravý

Nese opěrnou stěnu, kolejnice spouštěcího vozíku a řetězový převod. Sloupy jsou upevněny do podlahy řezacího podlaží.

5 . 2 . 4 Vozík

Je rámové konstrukce s plošinou pro tabule skla. Čtyřmi koly je veden kolejnicemi na sloupech. Na levé straně má najížděcí klín pro koncové spínače. Plošina vozíku je polepena plstěnými pruhy.

5 . 2 . 5 Horní koncový spínač

Vypíná vozík v horní poloze. Mezi dvěma konzolami je tyčka s drážkou, jež nese držák koncového spínače s vlastním koncovým spínačem. Tím je možno nastavit polohu koncového spínače v rozmezích ± 10 cm.

5 . 2 . 6 Dolní koncový spínač

Vypíná vozík v dolní poloze. Konstrukce je totožná s horním koncovým spínačem.

5 . 2 . 7 Opěrná stěna

Tabule skla spočívající na plošině vozíku je opřena o lišty opěrné stěny. Dle délky tabule lze lišty nastavit do požadované polohy. Lišty jsou pojištěny šrouby s ručními kolečky.

5 . 3 Funkce současného zařízení

Pás skla z tažného stroje / když byl před tím příčně narižnut / najede do kleští. Nadzvedne ramena koncových spínačů. Tyto dají impuls k rozjetí odlamovače. Jsou zde dva koncové spínače proto, kdyby byla tabule ulomena nerovnoměrně. Odlamovač odlomí tabuli. Zastaví se nad lávkou vozíku spouštěcí šachty, kde zároveň s najetím odlamovače na koncový spínač najede kladka uvolňovacího zařízení na klín a tím dojde k uvolnění tabule z kleští a její dopad na lávku vozíku spouštěcí šachty. V této poloze je odlamovač v klidu kvůli spouštění tabule na vozík. Pak se zase rozjede do výchozí polohy nad tažný stroj. Současně se rozjede vozík spouštěcí šachty dolů k řezacímu stolu, v jehož úrovni se zastaví a po čase, kdy tabule sjela z opěrných lišt a dopadla na řezací stůl, se vrací do výchozí polohy nad úroveň odlamovací plošiny. Nyní je celé zařízení připraveno opět na nový cyklus.

6. Návrh řešení

Úkolem této diplomové práce je navrhnout vážicí zařízení, které by bylo schopno ve stanoveném limitu podat informaci o hmotnosti vytažené tabule skla, čímž bude umožněno přes výpočetní jednotku získat informaci o výkonu taavicího agregátu. Vážicí zařízení musí být opatřeno záznamovým zařízením.

6.1 Výběr optimální varianty řešení

Původně byly navrženy tři možnosti umístění vážicího zařízení a to :

1. v kleštích automatického odlamovače
2. na lávku vozíku spouštěcí šachty
3. na řezacím stole

Po konzultaci v koncernovém podniku Sklotas Oloví, kde byly zváženy všechny přednosti a nevýhody jednotlivých řešení se došlo k závěru, že optimální je varianta řešení č.1.

Při rozhodování zda budou k určování hmotnosti tabule skla použity klasické pákové váhy nebo váhy elektromechanické, vše vyznělo pro váhy elektromechanické, protože svojí koncepcí jsou nejmodernějším systémem měření sil v technologických procesech, pro které jsou předurčeny svou životností, spolehlivostí a nenáročností na údržbu i v těžkých provozních podmínkách.

Elektromechanické váhy mají řadu funkčních zvláštností oproti mechanickým vahám. Zrychlují měření, protože nemají vlastní setrvačné hmoty, zvyšují spolehlivost i dokonalost měření hmotnosti při současné automatizaci probíhajících funkcí a manipulačních operací. Klasických pákových vah by

nebylo možno použít ani z toho důvodu, že jejich parametry jsou oproti elektromechanickým vahám značné, takže bychom je nemohli na zařízení vhodně umístit. Jediné vhodné je čidlo tenzometrického odporového snímače, které se dá umístit do kleští pouze s malými konstrukčními úpravami.

Přesnost měření na elektromechanických vahách je závislá na mnoha činitelích. V první řadě je nutno dbát na správné zavedení síly do snímače. To vyžaduje stabilitu uložení snímače a správné směřování síly. Přesné zavedení síly je ovlivňováno velkým počtem nepříznivých vlivů, které je třeba vyrovnat / patří sem na příklad potlačení vodorovných složek sil /. Zachycení těchto sil a jejich kompensace je jednou ze základních podmínek správné a přesné funkce váhového zařízení.

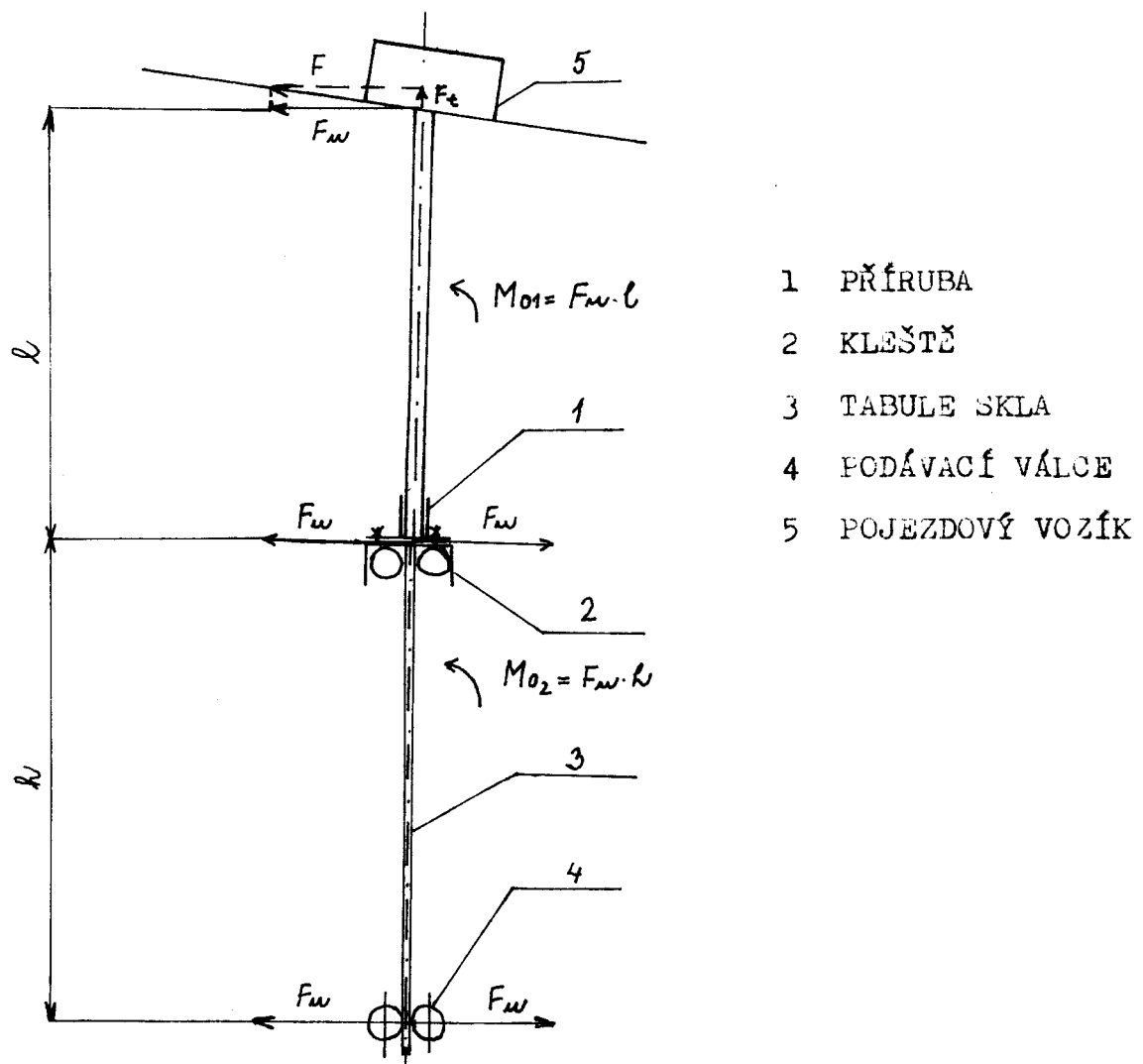
6 . 2 Výpočty hlavních parametrů

6 . 2 . 1 Výpočet síly na ulomení tabule skla

Při výpočtu síly na ulomení tabule se vychází z meze pevnosti v ohybu skla vyráběného systémem Fourcault, která má hodnotu $\sigma_0 = 58 \text{ MPa}$.

Uvažuje se nejnepříznivější stav, kdy musí být vyvozena co největší síla. Jedná se o případ, kdy zavěšená tabule v kleštích má co nejkratší výškový rozměr a co největší tloušťku a šířku.

Obr.3: Schematické naznačení kleští se zavěšenou tabulí



Síla F_u namáhá tabuli na ohyb a na stříh. Při stanovení této síly se však vychází pouze z ohybového namáhání a stříhové se zanedbává.

Při kontrole uchycení příruby se však uvažuje kromě ohybového namáhání i na stříh.

Rozměry tabule skla jsou :

$s = 7 \text{ mm}$ tloušťka tabule skla

$b = 2200 \text{ mm}$... šířka tabule skla

$h = 1300 \text{ mm}$... výška tabule skla od kleští k podávacím
válcům

Platí : $\sigma_o \geq \sigma_{po}$

kde

σ_o skutečné napětí v ohybu skla

$\sigma_{po} = 58 \text{ MPa}$ mez pevnosti v ohybu skla

$$\sigma_{po} = \frac{M_{o2}}{W_{ox}} \quad / 1 /$$

kde

$M_{o2} = F_u \cdot h$ ohybový moment namáhající tabuli skla

$W_{ox} = \frac{1}{6} b \cdot s^2$ průřezový modul vzhledem k ose x

po dosazení do vztahu / 1 /

$$\sigma_{po} = \frac{F_u \cdot h}{\frac{1}{6} b \cdot s^2}$$

po úpravě platí pro sílu na ulomení tabule skla

$$F_u = \frac{b \cdot s^2}{6 \cdot h} \cdot \sigma_{po}$$

po dosazení :

$$F_u = \frac{58 \cdot 10^6 \cdot 2,2 \cdot 0,007^2}{6 \cdot 1,3} = 802 \text{ N}$$

$$F_u = 802 \text{ N}$$

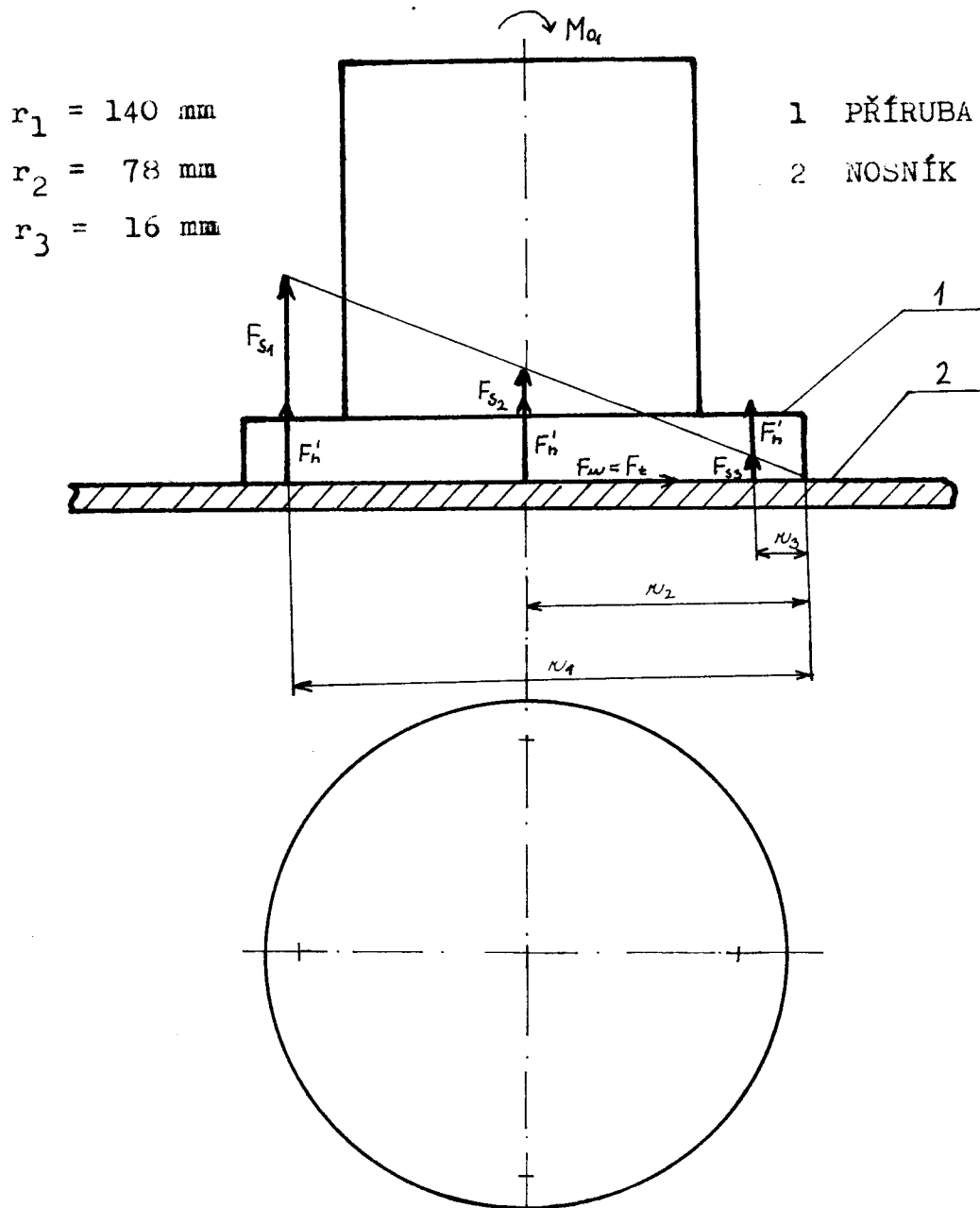
Síla na ulomení tabule má velký význam, protože se z ní vychází při dalších výpočtech spojení a svarů.

6 . 2 . 2 Výpočet spojení mezi přírubou a nosníkem

Při výpočtu svěrného spojení se vychází z toho, že spojení je namáháno ohybovým momentem M_{o1} a silou potřebnou k ulomení tabule skla $F_u = 802 \text{ N}$ na stříh. Jelikož jsou touto silou namáhány obě příruby, je síla působící na jednu přírubu

$$F'_u = \frac{F_u}{2} = 401 \text{ N}$$

Obr.:4 Silové působení mezi přírubou a nosníkem



Byly navrženy 4 šrouby M 16 a provádí se jejich kontrola.

Pro ohybový moment M_{o1} platí :

$$M_{o1} = F_u' \cdot l$$

$$F_u' = F_t \cdot f$$

kde

F_t síla ve směru tečny

F_n síla ve směru normály

f koeficient tření

tedy platí :

$$F_n = \frac{F_u'}{f}$$

Jelikož jsou na přírubě 4 šrouby, síla na jeden šroub bude

$$F_n' = \frac{F_n}{4}$$

Ohybový moment M_{o1} je součtem dílčích ohybových momentů na jednotlivé šrouby.

$$M_{o1} = 1 \cdot F_{s1} \cdot r_1 + 2 F_{s2} \cdot r_2 + 1 F_{s3} \cdot r_3 \quad (2)$$

kde

F_{s1} , F_{s2} , F_{s3} síly na jednotlivé šrouby

r_1 , r_2 , r_3 ramena, na nichž síly působí

Z podobnosti trojúhelníku platí :

$$\frac{F_{s1}}{r_1} = \frac{F_{s2}}{r_2} = \frac{F_{s3}}{r_3}$$

odtud dostaneme

odtud dostaneme

$$F_{s2} = F_{s1} \cdot \frac{r_2}{r_1}$$

$$F_{s3} = F_{s1} \frac{r_3}{r_1}$$

Všechny síly jsme si vyjádřili pomocí síly F_{s1} což je síla, která nejvíce namáhá příslušný šroub.

Po dosazení do vztahu / 2 / pro ohybový moment platí :

$$\begin{aligned} Mo_1 &= F_{s1} \left(r_1 + 2 r_2 \frac{r_2}{r_1} + r_3 \frac{r_3}{r_1} \right) = \\ &= F_{s1} \left(r_1 + 2 \frac{r_2^2}{r_1} + \frac{r_3^2}{r_1} \right) \end{aligned}$$

potom pro sílu F_{s1} platí :

$$F_{s1} = \frac{Mo_1}{\left(r_1 + 2 \frac{r_2^2}{r_1} + \frac{r_3^2}{r_1} \right)}$$

Celková síla na šroub F_s je rovna součtu síly, kterou je nejvíce namáhaný šroub a síly normálové působící na jeden šroub

$$F_s = F_{s1} + F_n \quad / 3 /$$

$f = 0,1$ pro ocel na ocel

Po dosazení do vztahu / 3 / pro výslednou sílu na šroub platí :

$$F_s = 3632 \text{ N}$$

Dále platí : $\sigma \leq \sigma_{Dov}$

kde

σ skutečné napětí ve šroubu

σ_{Dov} dovolené napětí ve šroubu

$$\sigma = \frac{F_s}{S}$$

kde

$$S = 157 \text{ mm}^2 \text{ průřez šroubu}$$

po dosazení :

$$\sigma = \frac{3632}{157} = 23,13 \text{ MPa}$$

Pro zvolený materiál šroubu 11 570 = 100 MPa

Z obou napětí určíme bezpečnost k

$$k = \frac{\sigma_{Dov}}{\sigma}$$

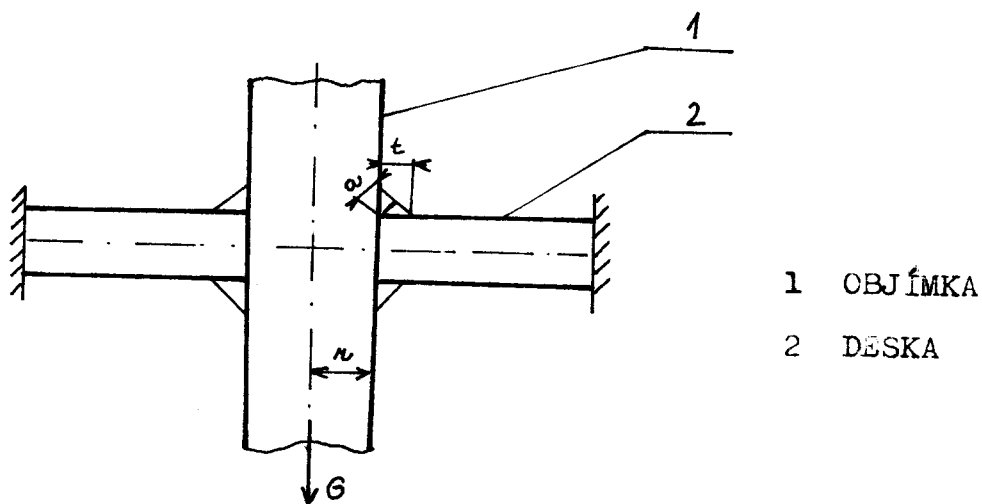
po dosazení

$$k = \frac{100}{23,3} = 4,3$$

z čehož vyplývá, že navržené šrouby M 16 vyhovují.

6 . 2 . 3 Kontrola svaru, jímž je přivařena deska k objímce

Obr. : 5 Schematické naznačení desky s objímkou



Na přivaření desky k objímce byl zvolen svar tloušťky $t=5 \text{ mm}$ při zatížení silou $F = G = m \cdot g$ kde

$m = 70 \text{ kg}$ hmotnost tyče

$g = 10 \text{ m s}^{-2}$ gravitační zrychlení

platí, že $F = 700 \text{ N}$

Dále se volí dynamický součinitel $\varphi_{dyn} = 2,5$, který uvažujeme z toho důvodu, že při ulomení tabule dochází k dynamickému namáhání.

Při kontrole svaru se vychází z toho, že napětí ve svaru τ_s je dáno vztahem

$$\tau_s = \sqrt{\left(\frac{\tau_{\perp}}{d\tau_{\perp}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\parallel}}{d\tau_{\parallel}}\right)^2} \leq \beta \frac{\sigma_k}{n} \quad (4)$$

kde

τ_{\perp}smykové napětí kolmé na rovinu svaru

τ_{\parallel}smykové napětí rovnoběžné s rovinou svaru

$d\tau_{\perp}$součinitel kolmého smykového napětí

$d\tau_{\parallel}$součinitel rovnoběžného smykového napětí

βsoučinitel tloušťky svaru

ttloušťka svaru

σ_kmez skluzu svarového materiálu

hbezpečnost svaru

$$\text{pro } t \leq 10 \quad \beta = 1,3 - 0,03 t \quad (5)$$

$$\text{pro } t > 10 \quad \beta = 1$$

Vzhledem k tomu, že tento svar je namáhán pouze tahovým napětím, působí ve svaru jen τ_{\perp} , takže výsledný tvar rovnice / 4 / bude

$$\tau_s = \sqrt{\left(\frac{\tau_{\perp}}{d\tau_{\perp}}\right)^2} \leq \beta \cdot \frac{\sigma_k}{h} \quad (6)$$

$$\tau_{\perp} = \frac{F \cdot \psi_{dyn}}{2 \cdot S_v}$$

kde $S_v = 0,7 \cdot t \cdot 2\pi \cdot r$plocha svaru

$r = 0,021$ mpoloměr objímky

po úpravě

$$\tau_{\perp} = \frac{F \cdot \psi_{dyn}}{2,8 \pi \cdot t \cdot r} \quad / 7 /$$

pro materiál 11 373 $\sigma_k = 200$ MPa

Po dosazení rovnic / 5 /, / 6 /, / 7 / do rovnice / 4 / platí pro výsledné napětí

$$\tau_s = \frac{\tau_{\perp}}{\tau_{\parallel}} = \frac{F \cdot \varphi_{dyn}}{2,8 \pi \cdot t \cdot n \cdot d \tau_{\perp}} \leq \beta \frac{\sigma_k}{n}$$

Odtud pro bezpečnost svaru platí :

$$n \leq \frac{1,15 \sigma_k \cdot 2,8 \cdot d \tau_{\perp} \cdot t \cdot n}{F \cdot \varphi_{dyn}} \leq \frac{1,15 \cdot 200 \cdot 10^6 \cdot 2,8 \cdot \pi \cdot 0,75 \cdot 0,005 \cdot 0,021}{400 \cdot 2,5}$$

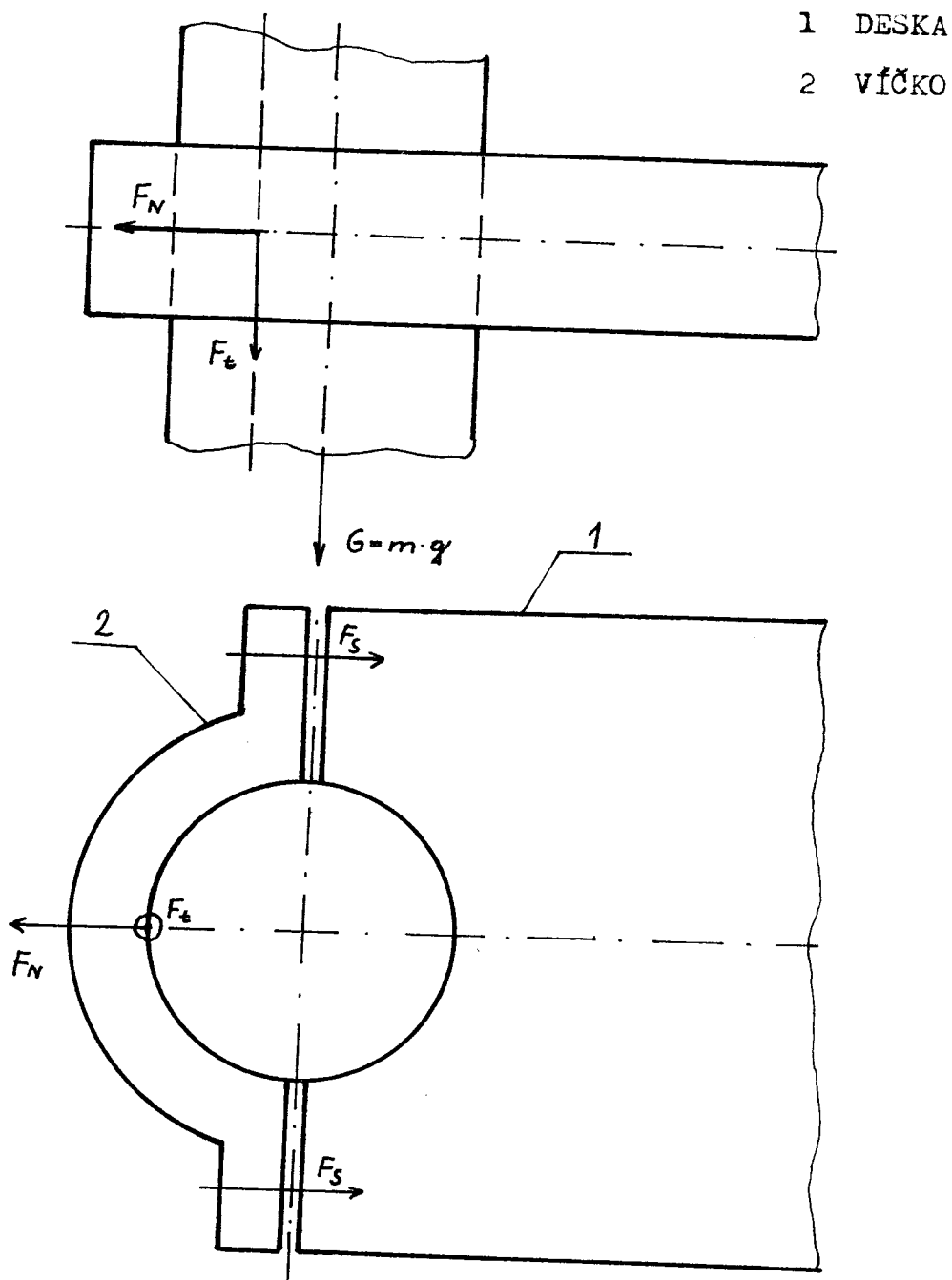
Po dosazení $n \leq 91$

Z této bezpečnosti jasně vyplývá, že velikost svaru je vzhledem k jeho předpokládanému zatížení značně předimenzovaná, ovšem k jednotnosti použitých svarů na celém zařízení a k zajištění tuhosti zařízení je tato bezpečnost opodstatněná. Příslušný svar se uvažuje oboustranný kolem dokola, to znamená, že v případě, že by byl použit pouze jednostranný svar, bezpečnost svaru by se snížila na polovinu.

6 . 2 . 4 Výpočet svěrného spojení mezi deskou a víčkem
 Při výpočtu svěrného spojení se vychází z toho, že musíme
 vyvodit ve šroubu určitou sílu, která je nutná k tomu, aby
 nedocházelo k posuvu plné tyče mezi víčkem a deskou.

$m = 35 \text{ kg}$ hmotnost tyče

Tyč působí vlivem vlastní váhy silou / tíhou / $G = m \cdot g$,
 právě takovou silou musí působit třecí síla F_t , aby nedo-
 cházelo k posuvu.



Dále platí :

$$F_t = G = 350 \text{ N}$$

$$F_t = F_n \cdot f$$

kde

F_n síla ve směru normály

$f = 0,1$ koeficient tření

Ze vztahu / 8 / plyne :

$$F_n = \frac{F_t}{f} = \sum F_s$$

F_s síla ve všech šroubech

Jelikož v našem případě bude zajištěno svěrné spojení pomocí dvou šroubů, bude pro sílu na jeden šroub platit :

$$F_s = \frac{F_t}{2 \cdot f}$$

Po dosazení

$$F_s = \frac{350}{2 \cdot 0,1} = 1750 \text{ N}$$

Pro zvolený materiál šroubu 11 370 $\sigma_{\text{dov}} = 100 \text{ MPa}$
pro dovolené napětí platí :

$$\sigma_{\text{dov}} \geq \frac{F_s}{S} \quad / 9 /$$

kde

S plocha šroubu

Ze vztahu / 9 / plyne :

$$S \geq \frac{F_s}{\sigma_{\text{ov}}}$$

po dosazení

$$S = \frac{1750}{100} = 17,5 \text{ mm}^2$$

Nejbližší vyšší plocha $S = 20,1 \text{ mm}^2$ pro šroub M 6.

Vzhledem ke zvýšené tuhosti a bezpečnosti volíme šroub M 10, kde $S = 58 \text{ mm}^2$.

Pro bezpečnost potom platí :

$$k = \frac{S_{\text{m } 10}}{S}$$

po dosazení

$$k = \frac{58}{17,5} = 3,3$$

z čehož vyplývá, že navržené šrouby vyhovují.

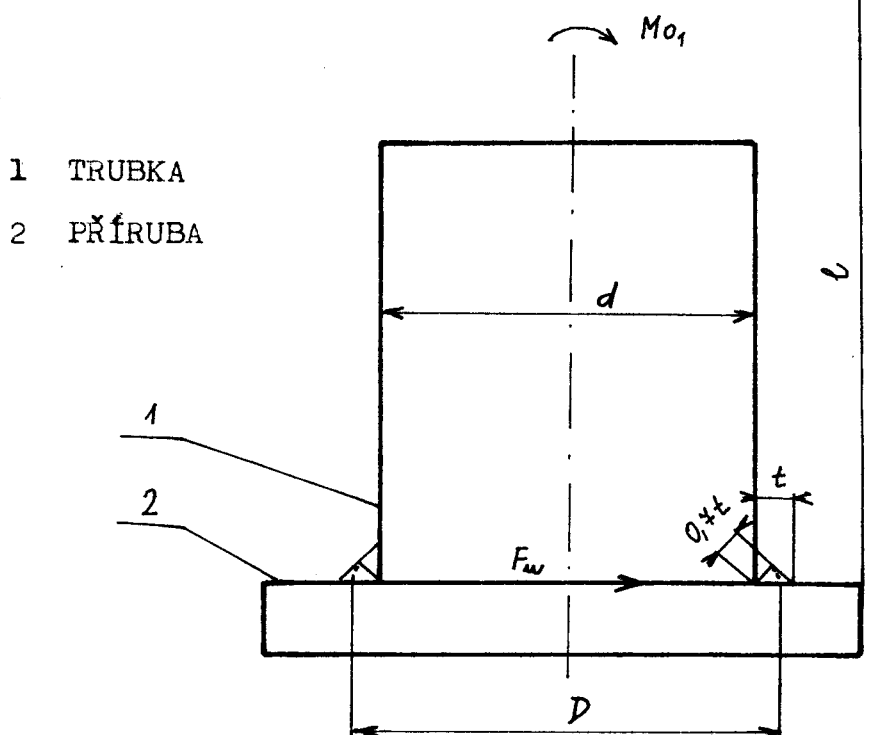
6 . 2 . 5 Výpočet svaru, jímž bude přivařena trubka k přírubě

Při výpočtu svaru vycházíme z toho, že svar je namáhán :

F_u silou na ulomení

M_{o1} ohybovým momentem

Obr. : 7 Trubka s přírubou



Jelikož je svar namáhán silou na ulomení a ohybovým momentem, platí pro výpočet smykového napětí vztah :

$$\tau_s = \sqrt{\left(\frac{\tau_{\perp}}{k\tau_{\perp}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\parallel}}{k\tau_{\parallel}}\right)^2} \leq \beta \frac{\sigma_k}{n}$$

kde

τ_{\perp} smykové napětí kolmé na rovinu svaru

τ_{\parallel} smykové napětí rovnoběžné s rovinou svaru

- $\beta_{\tau 1}$ součinitel kolmého smykového napětí
 $\beta_{\tau II}$ součinitel rovnoběžného smykového napětí
 σ_K mez kluzu svarového materiálu
 n bezpečnost svaru
 t tloušťka svaru

pro $t \leq 10$ $\beta = 1,3 - 0,03 t$

pro $t > 10$ $\beta = 1$

pro další výpočet vycházíme z toho, že

$$\tau_1 = \frac{M_{o1}}{W_{o_{sv}}}$$

kde

$W_{o_{sv}}$ průřezový modul svaru

$$W_{o_{sv}} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D}$$

kde

$d = 78$ mm vnější průměr trubky

$$D = d + 2 \cdot 0,7 t$$

$$D = 85$$
 mm

$$M_{o1} = F_u \cdot l$$

kde

$l = 1,5$ m rameno, na kterém působí síla na ulomení,
po dosazení :

$$\tau_1 = \frac{F_u \cdot l}{\frac{\pi}{32} \cdot \frac{(d+1,4t)^4 - d^4}{d+1,4t}}$$

$$\tau_1 = 81 \text{ MPa}$$

dále platí

$$\tau_{II} = \frac{F_{\omega'}}{S_{sv}} = \frac{F_{\omega'}}{\frac{\pi}{4} [d+1,4t]^2 - d^2}$$

po dosazení

$$\tau_{II} = 0,68 \text{ MPa}$$

pro výsledné smykové napětí platí vztah

$$\tau_s = \sqrt{\left(\frac{\tau_{II}}{\Delta\tau_{II}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_L}{\Delta\tau_L}\right)^2} \leq \beta \frac{\sigma_K}{n} \quad (4)$$

$$\beta = 1,3 - 0,03t$$

$$\text{pro } t = 5 \Rightarrow \beta = 1,15$$

volíme materiál 11 373 $\sigma_K = 200 \text{ MPa}$

$$\Delta\tau_L = 0,75$$

$$\Delta\tau_{II} = 0,65$$

po dosazení do vztahu (4)

$$\tau_s = 264,34$$

odtud pro bezpečnost n platí

$$n \leq \beta \cdot \frac{\sigma_K}{\tau_s}$$

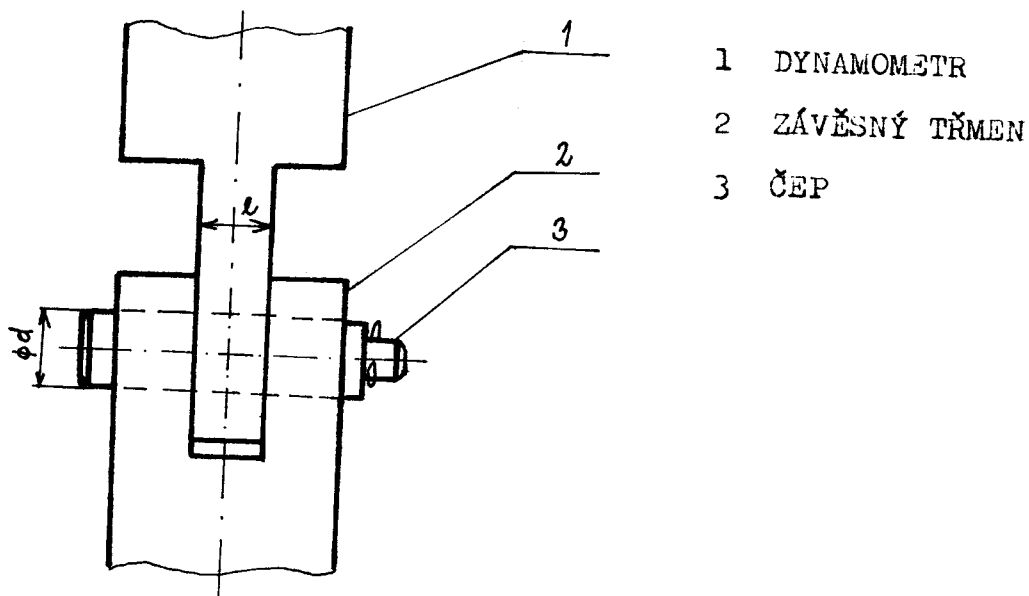
po dosazení

$$n \leq 2,13$$

z čehož plyne, že navržený sver vyhovuje.

6 . 2 . 6 Kontrola čepu na stříh

Obr. : 8 Schematické naznačení závěsu



Při kontrole čepu na stříh vycházíme ze vztahu :

$$\tau_s = \frac{F}{S} \quad / 10 /$$

kde

τ_s napětí ve stříhu

F působící síla

kde

$$F = G = m \cdot g \quad / 11 /$$

m hmotnost kleští včetně tabule a přídavek

g tíhové zrychlení

po dosazení do vztahu / 11 /

$$F = 160 \cdot 10 = 1600 \text{ N,}$$

dále

S plocha, podle níž může dojít k ustřížení

$d = 12 \text{ mm}$ průměr čepu

Jelikož k ustřižení může dojít podél dvou ploch, uvažuje se plocha $2 \times a$ po dosazení do vztahů / 10 /, / 11 / pro napětí ve stříhu platí :

$$\tau_s = \frac{F}{2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot d^2} = \frac{2 \cdot 1600}{\pi \cdot 0,012^2} = 7,07 \text{ MPa}$$

Pro čep volíme materiál 11 500 $\tau_{\text{dov}} = 70 \text{ MPa}$

$$\tau_s < \tau_{\text{dov}}$$

z čehož vyplývá, že navržený čep vyhovuje.

6 . 2 . 7 Kontrola čepu na otláčení

Při kontrole čepu na otláčení vycházíme ze vztahu :

$$p = \frac{F}{S} \quad / 12 /$$

kde

p tlak působící na čep

$S = d \cdot l$ plocha, na níž působí tlak

$d = 12 \text{ mm}$ průměr čepu

$l = 12 \text{ mm}$ délka čepu, na které dochází k otláčení

Po dosazení do vztahu / 12 /

$$p = \frac{F}{d \cdot l} = \frac{1600}{0,012^2} = 11,1 \text{ MPa}$$

Pro čep volíme materiál 11 500 $p_{\text{dov}} = 80 \text{ MPa}$

$$p < p_{\text{dov}}$$

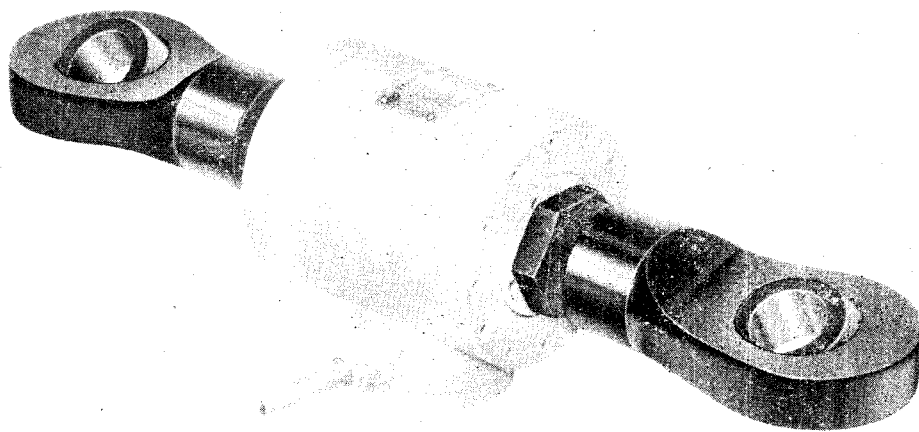
z čehož vyplývá, že navržený čep vyhovuje.

V tomto výpočtu byla provedena kontrola čepu na stříh a na tah pouze pro navržený čep. Ostatní čepy nebyly kontrolovány, protože na zařízení byly již dříve a z hlediska bezpečnosti vyhovovaly.

6 . 3 Volba vhodného snímače sil

Pro daný případ volíme snímač sil s odporovými tenzometry tahový se závěsnými oky typ TA 11 - 2 kN, který vyhovuje svými technickými parametry.

Obr.: 9 Tahový snímač se závěsnými oky



Tento snímač síly je vhodný i pro nejtěžší technologické provoz. Neobsahuje pohyblivé části podléhající opotřebení a je necitlivý na neustálé vnější vlivy jako je teplota a podobně. Nevyžaduje zvláštní obsluhu a při eventuální poruše lze ho nahradit okamžitě jiným snímačem se stejnými parametry. Pouze silná elektromagnetická pole v blízkosti snímače ovlivňují přesnost měření.

Další výhodou těchto snímačů je to, že se u nás vyrábí seriově v Transportě Úpice, takže jsou dobře dostupné.

6 . 4 Popis konstrukce vážicího zařízení

/ V dalším textu čísla odpovídají pozicím na výkresu

KSK 011 - 01 /

Základní částí vážicího zařízení je dynamometr / 31 / umístěný na vodícím šroubu, který spojuje pojezdový mechanismus s kleštěmi / 33 /. Spojení mezi vodícím šroubem a dynamometrem, z něhož vychází dvě závěsná oka je zajištěno v dolní části dvojicí dolní závěsné oko - závěsný třmen III / 32 / pomocí čepu. Závěsný třmen III je našroubován v objímce, která je přivařena k nosníku / 22 / kleští oboustranným koutovým svarem. Horní závěsné oko je spojeno čepem se závěsným třmenem II / 11 /, který je našroubován do objímky / 10 /. Objímka je přivařena k desce / 4 / oboustranným koutovým svarem. Po stranách má deska dva otvory ve tvaru půlkruhu, kterými prochází vodící tyče. Pevného spojení mezi vodícími tyčemi se dosahuje přes objímku / 3 / pomocí šroubového spojení. Toto spojení je zde nutné pro případ, kdy potřebujeme přestavit výšku odlamované tabule.

K tomu, abychom mohli provádět vážení jednotlivých tabulí skla a z toho zjišťovat průběžně výkon tavícího agregátu potřebujeme, aby se původně pevné spojení mezi vodícími tyčemi a kleštěmi změnilo na posuvné a tím byla veškerá váha přenášena na dynamometr. Posuvného spojení dosáhneme tak, že na horní část kleští připevníme pomocí šroubového spojení přírubu / 21 / (2 ks protože jsou 2 vodící tyče), na ní je koutovým svarem přivařena trubka/19/, v níž jsou nalisována dvě bronzová pouzdra / 18 /, která nám zajistí pohyb mezi kleštěmi a vodícími tyčemi.

Na horní části trubky je přivařena horní příruba /16/, na níž je pomocí šroubového spojení připevněno víčko /15/. Ve víčku je otvor o velikosti průměru vodící tyče.

V dolní části trubky je přišroubováno víčko / 27 /, v němž je otvor pro vypouštěcí šroub / 28 /, kterým se vypouští opotřebovaný olej. Aby bylo zajištěno dokonalé těsnění mezi dolní částí trubky a víčkem, je třeba namazat stykovou plochu hermetikem.

Aby byla vyloučena možnost vzniku podtlaku v trubce, který by mohl nepříznivě ovlivnit naměřenou hodnotu, je vodící trubka provrtána ve dvou směrech a to jednak z její spodní části od vypouštěcího šroubu směrem šikmo mezi obě bronzová pouzdra a potom z prostoru mezi bronzovými pouzdry šikmo do prostoru horní příruby.

Mazání pouzder se provádí olejem, který se nalévá do pouzdra vždy po odstranění víčka / 15 /. Dokonalé těsnění víčka je zajištěno pomocí O kroužku / 17 /.

6 . 5 Vyhodnocovací aparatury elektromechanických vah

Vyhodnocovací aparatura je ta část elektromechanických vah, která převádí hodnotu zprostředkující elektrické veličiny ze snímače / snímačů / sil na číselné vyjádření.

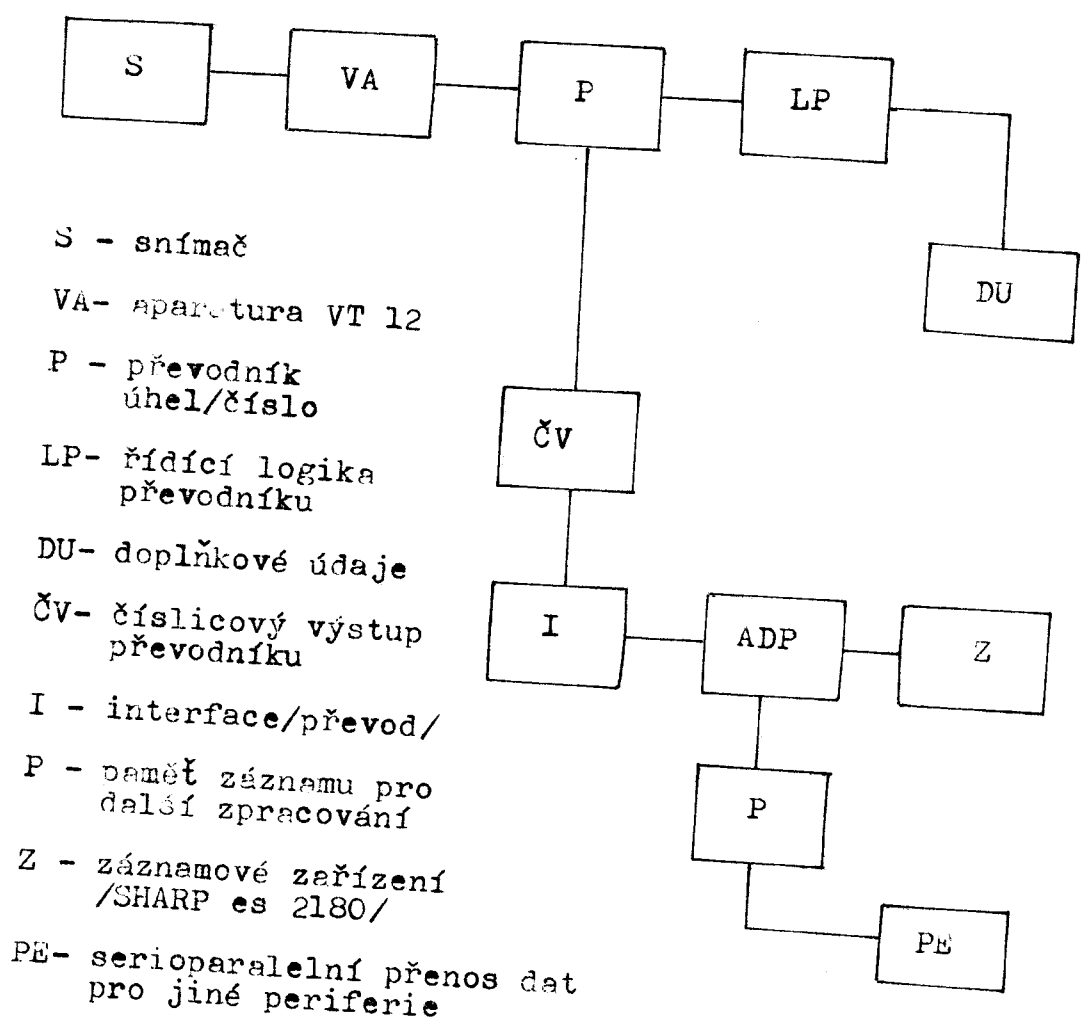
Vyhodnocovací aparatury jsou vyráběny v typových provedeních VT 10, VT 11, VT 12.

Použitelnost aparatury VT 10 je především při nutném optickém sledování hmotnosti na větší vzdálenosti a s vyšší přesností. Průměr stupnice je 630 mm. Aparatury s průměrem stupnice 415 mm, typ VT 11, se používají k zabudování do ovládacích panelů velínu a podobně.

Užití aparatury VT 12 je především při požadavku číslicového zobrazení výstupu údajů hmotnosti, případně zpracování těchto údajů počítačem, možnosti přenosu na větší vzdálenosti, což vyhovuje požadavkům našeho vážicího zařízení a proto jsme ji v dalším řešení využili.

Aparatura je řešena jako střídavý servokompensační poměrový voltmetr 50 Hz se vzájemně izolovanými vstupy a s možností přivedení dalšího jemně nastavitelného napětí k vykompenzování části výstupního napětí snímačů sil, která odpovídá táře. Je-li zapotřebí hodnotu táry dostavovat jen zřídka, používá se potenciometr "TÁRA" / v měrné jednotce elektroniky vah. Je-li nutné tárovat častěji je možné použít vnější potenciometr ručního tárování.

Obr.:10 Blokové schéma vážení tabulí skla



Základním čidlem pro měření hmotnosti je tenzometrický tahový snímač typ TA 11 - 2 kN. Aparatura VT 12 vyhodnotí hmotnost ve formě úhlového natočení. Úhlové natočení se vyhodnocuje pomocí číslicového měření elektrické fáze pomocí fázového meniče zabudovaného do aparatury VT 12. Číslicové měření fáze je na blokovém schématu označeno písmenem P jako převodník úhel/číslo. Výstupní signál převodníku je číslicový kód BCD, který zpracovává v řídicí logice, umožňující

Při nedodržení hmotnosti tabule skla v požadované toleranci dochází ke světelné signalizaci a zároveň k upozornění obalů...

řízení vážení dle zvoleného algoritmu. Na blokovém schématu je tato logika označena písmenem LP. Číslicový výstup se přes interface I zpracovává v záznamovém zařízení Z.

Výstup může být opatřen pamětí P s uchováním dat pro eventuální připojení číslicového počítače nebo měřicí ústředny PE.

Doplňkovými údaji DU si můžeme nastavit např. požadovanou hmotnost tabule skla \pm určitou odchylku / např. 10%/. Při nedodržení hmotnosti tabule skla v požadované toleranci dochází ke světelné signalizaci a zároveň k upozornění obsluhy na to, že není vše v pořádku.

Další možností využití tohoto zařízení je řízením pomocí programu, kterým může být tohoto typu: na prvním místě bude uveden den, ve který se vážení provádí, dále záznam hmotností jednotlivých tabulí skla jak byly postupně zjišťovány,

Po určité době / např. 1 hodiny / se provede součet hmotností jednotlivých tabulí, to můžeme opakovat vždy po hodině. Další součet se může provést po skončení směny a nakonec provedeme součet za všechny tři směny, a tak z dílčích součtů můžeme ve stanoveném limitu průběžně získávat informace o hmotnosti vytaženého skla a z ní určit výkon tavícího agregátu.

7 Technicko-ekonomické zhodnocení

V závodě Oloví koncernového podniku Sklotas Teplice byla začátkem roku ustavena komplexní racionalizační brigáda pod názvem " Výstavba centrálního dispečerského pracoviště."

Cílem této KRB je zdokonalit měřicí a řídicí systém hutního provozu závodu a má tyto dílčí úseky :

- 1/ Aplikace polovodičové techniky s volně programovatelným systémem "ZEPALOG P " v řízení a regulaci s cílem centralizovat veškeré informace o řízení hutního provozu.
- 2/ Inovace stávající měřicí základny.
- 3/ Řízení spalování a reverzace zemního plynu při částečné a úplné metanizaci závodu.
- 4/ Registrace navažování surovin v kmenárně.
- 5/ Průběžné instrumentální měření vlhkosti hlavních hutních surovin a okamžitá regulace předpisu příslušné navážky.
- 6/ Rozšíření průmyslové televize v technologii tavení a tvarování skloviny.
- 7/ Měření a registrace okamžitého a průměrného výkonu tavicích agregátů.

Tento poslední úsek uvedené KRB je její nedílnou součástí a samostatně představuje řešení problému, jímž se úvodem zabývá tato diplomová práce. Navržený způsob představuje možnost každou hodinu v přesně stanovených intervalech získat údaje, které samy o sobě, případně po přepočtu na celkové množství dostatečně informují o tvarovacích a tavicích podmínkách a mohou být impulsem pro změny v jejich řízení.

Cílem provozování tohoto vážicího systému je :

- a/ Ustálení odběru, které má rozhodující význam pro povrchovou jakost tvarovaného skla
- b/ Pomocí neustálé kontroly váhy vytaženého skla je možné nepřetržitě sledovat rozměry vyráběného skla /tloušťka/, dále je možné posuzovat rychlost tažného stroje na úrovni odpovídající spodní hranici tvarované tloušťky.

V první fázi bude využíváno pouze údajů odečtených z displejů, později je možno zapojit toto sledování na analogový systém k numerickému vyhodnocení a zpracování.

S vyšším stupněm informovanosti o nejdůležitějším technologickém parametru /okamžitý výkon/ sklařského tavicího agregátu bude docíleno vyššího stupně a kvality regulace ostatních regulovatelných veličin, čímž se dosáhne ustálenějšího tavicího a tvarovacího procesu.

8. Závěr

V této diplomové práci bylo navrženo vážicí zařízení, které je schopno ve stanoveném limitu podat informaci o hmotnosti vytažených tabulí skla.

Při návrhu tohoto zařízení byl brán ohled na to, aby byl konstrukční zásah do původního zařízení co nejmenší, což by se také příznivě projevilo ve výši potřebných finančních prostředků, ale aby bylo zároveň dosaženo vytýčeného cíle.

Jako vážicí zařízení byly navrženy elektromechanické váhy, které svojí koncepcí jsou nejmodernějším systémem měření sil v technologických procesech, pro které jsou předurčeny svou životností, spolehlivostí a nenáročností na údržbu v těžkých provozních podmínkách.

Použitý tahový snímač se závěsnými oky nevyžaduje zvláštní obsluhu a při eventuální poruše je možné ho okamžitě nahradit jiným snímačem se stejnými parametry.

Velkou výhodou tohoto vážicího zařízení je také to, že téměř všechny potřebné součástky jsou u nás dobře dostupné, a z velké většiny vyráběné v Transportě, národní podnik, závod Úpice, takže se nemusí dovážet za veluty.

Seznam použité literatury

1. Ing. Černocho, S. : Strojně technická příručka.
12. přepracované vydání, Praha, SNTL, 1968.
2. Janyš, B., Glanc, F. : Dílenské tabulky. 3. přepracované a doplněné vydání, Praha, SNTL, 1972.
3. Ing. Vrzal, B. a kolektiv : Strojnické tabulky.
svazek 2 , Praha , SNTL, 1971.
4. Ing. Bartoš, B. a kolektiv : Strojnické tabulky.
2. vydání, Praha , SNTL, 1962.
5. Ing. Němec, J. : Odporové tenzometry v praxi.
1. vydání , Praha , SNTL , 1967 .
6. Firemní literatura koncernového podniku Sklotas
Oloví .
7. Katalogové listy Transporty , národní podnik,
závod Úpice .

Seznam výkresů

1. VÁŽÍČÍ ZAŘÍZENÍ , č.v. KSK 011 - 01
2. SVAŘENEC TRUBKY S PŘÍRUBAMI , č.v. KSK 011 - 02
3. ZÁVĚSNÝ TRMEN , č.v. KSK 011 - 03

Závěrem své diplomové práce bych chtěl
co nejsrdečněji poděkovat všem, kteří svými
věcnými připomínkami, kritikou a nápady,
se podíleli na její tvorbě.

Ing. Vlastimil Kubík

Transporta Úpice

Ing. Jan Cibulka

VŠST Liberec

Ing. Eva Hašková

VŠST Liberec

Ing. Petr Šámal

Sklotas Oloví

Josef Lietavec

Sklotas Oloví

[Faint, illegible text covering the majority of the page, likely bleed-through from the reverse side.]

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

ks	název-rozměr	polotovár	mat.kon.	mat.vých.	t.o	č.v.	hr.v.	č.výkr.	pos
4	šroub M 10x30	ČSN 021101							1
4	podložka Ø 10,2	ČSN 021740							2
2	obj.25x40x130	ČSN 425310	10 420		1				3
1	deska 25x130x200	ČSN 425310	10 420		1				4
4	čep 12x60	ČSN 425510	11 500		1				5
2	podložka Ø 13	ČSN 021701							6
2	závlačka 4x20	ČSN 021781							7
1	dvoj.oko30x42x80	ČSN 425522	11 343		1				8
1	závěsný trmen I 30x42x50	ČSN 425522	11 343		1				9
1	objímka 42x11x46	ČSN 425715	11 353		1				10
1	závěsný trmen II 34x50x122	ČSN 425522	11 343		1				11
8	šroub M 6x22	ČSN 021101							12
8	matice M 6	ČSN 021401							13
8	podložka Ø 6,1	ČSN 021740							14
2	vičko horní 106x8	ČSN 425310	11 343		1				15
2	příruba horní 106x5	ČSN 425310	11 373		1				16
2	O kroužek Ø 50	ČSN 029280							17
4	pouzdro 60x5x60	ČSN 428712	423018		Cu5				18
2	trubka 76x14	ČSN 425715	11 353		1				19
8	šroub M 16x40	ČSN 021101							20
2	příruba spodní 156x10	ČSN 425310	11 373		1				21
1	nosník								22
8	podložka Ø 16,3	ČSN 021740							23
8	matice M 16	ČSN 021401							24
8	podložka Ø 4,1	ČSN 021740							25
8	šroub M 4x13	ČSN 021101							26
2	vičko spodní 76x4	ČSN 425310	11 343		1				27
2	zátky M 10x1	ČSN 021914							28
2	podložka Ø 17	ČSN 021701							29

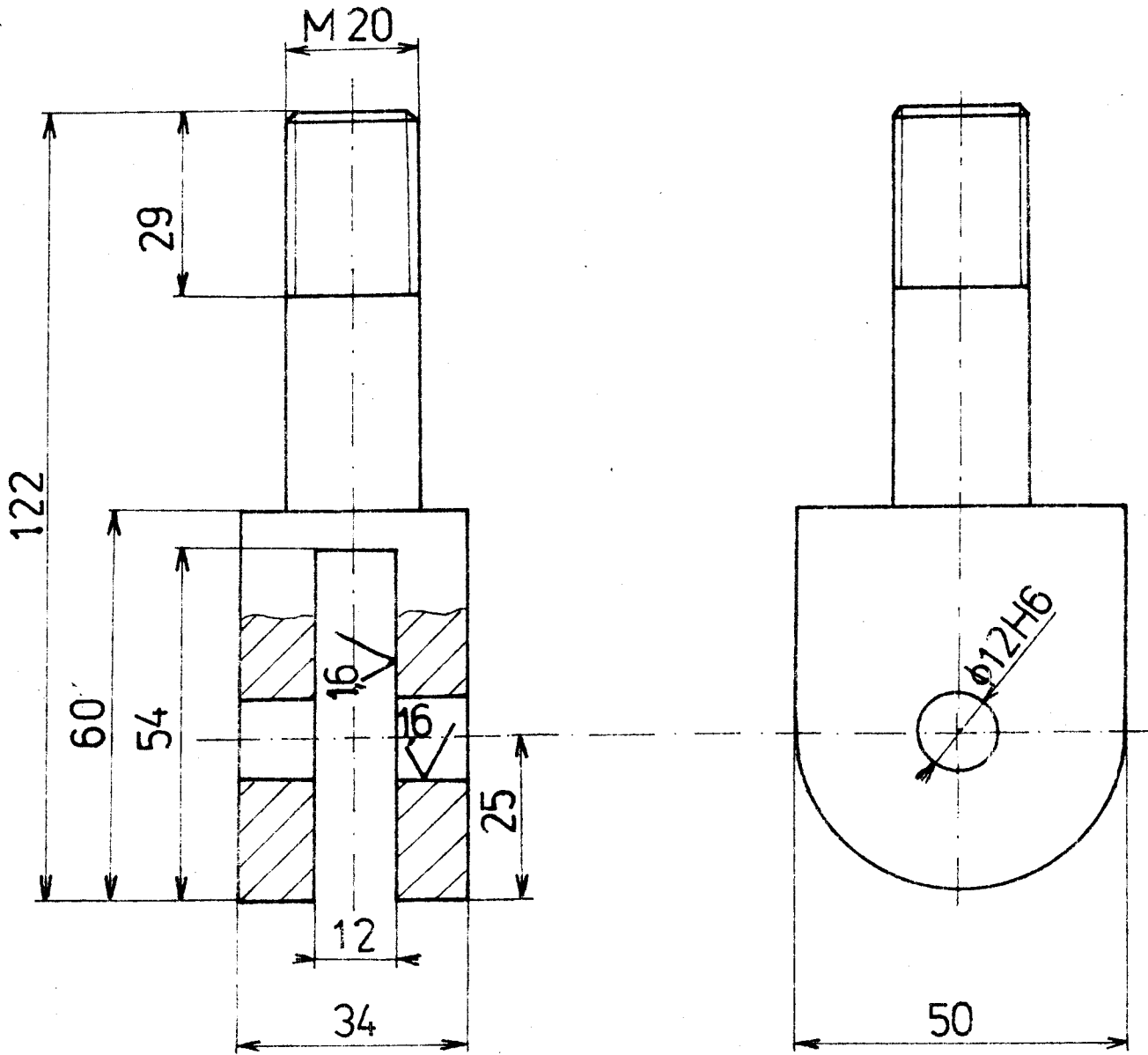
KŘÍŽ

12.6.1984

ROZPISKA
VÁŽ. ZAŘ.

KSK 011-01

32 (16)



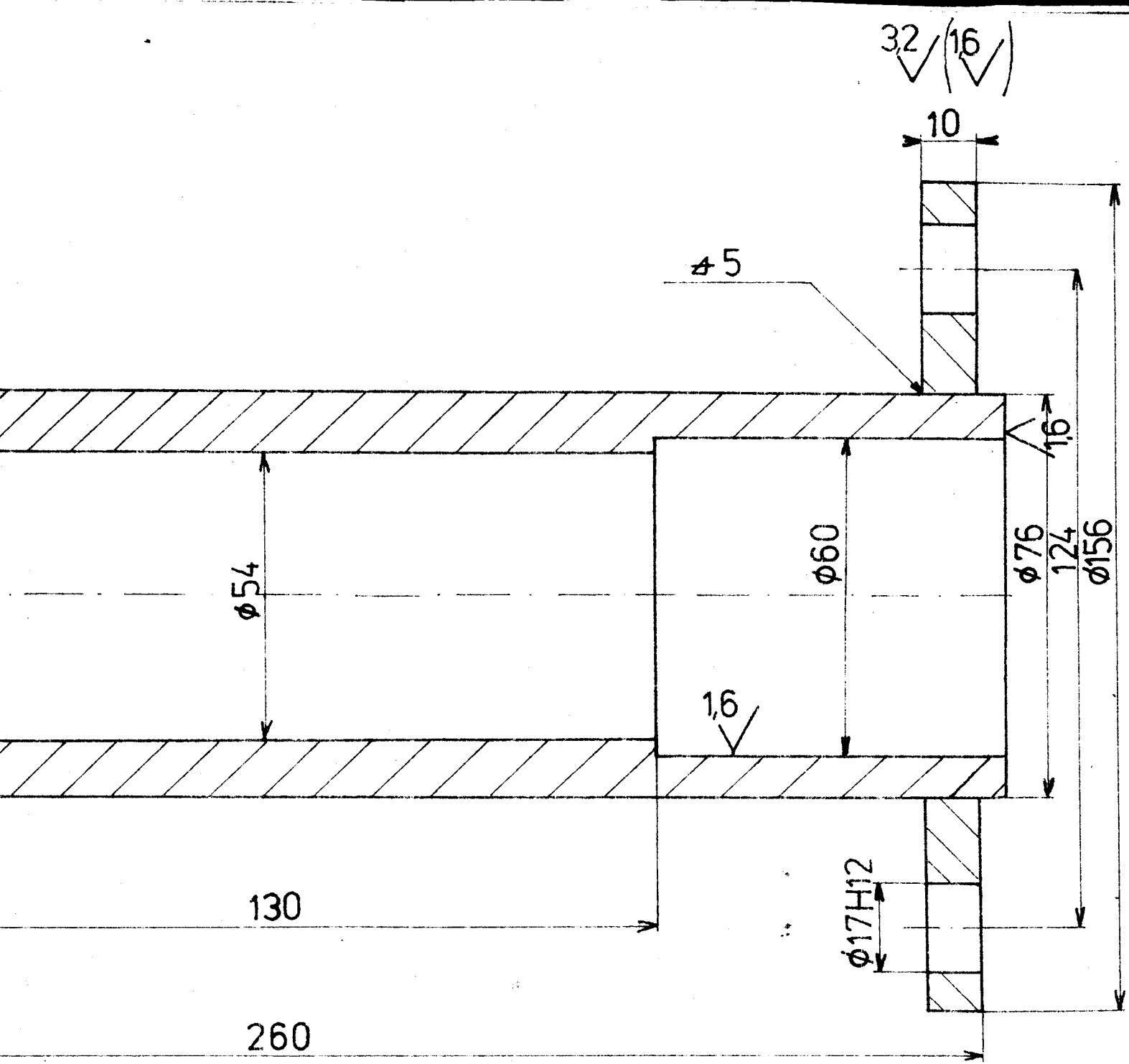
KŘÍŽ

1:1

12.6.1981

ZÁVĚSNÝ
TRMEN II

KSK 011-03



SVARY PROVEDENY ELEKTRODOU E 44 82

KŘÍŽ

1:1

12 6 1984

SVĚŘENEC

KSK 011-02

