



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

213 844

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 04 01 80
(21) PV 123 - 80

(51) Int. Cl.³ G 01 L 1/20

(40) Zveřejněno 15 09 81
(45) Vydáno 01 05 84

(75)

Autor vynálezu ŠMÍD JIŘÍ ing.CSc., PRAHA

(54) Měřič normálového tlaku a smykové napjatosti sypkého materiálu

1

Vynález se týká měřiče normálového tlaku a smykové napjatosti vrstvy sypkého materiálu na stěny a dna nádob nebo opěrné stěny.

Návrh nádoby nebo zařízení pro manipulaci, skladování nebo zpracování sypkých materiálů je často experimentálně ověřován z hlediska rozložení tlaků a smykových napjatostí vrstvy sypkého materiálu na stěnu nebo dno konstrukce. Jindy je třeba během provozu tyto tlaky a napjatosti vrstvy sypkého materiálu u stěny konstrukce kontrolovat, jako je tomu např. při zvýšení stěnových tlaků vrstvy během rychlého plnění do nádoby, při vzniku dynamických tlakových pulzací v průběhu vyprazdňování zásobníků a sil nebo při zvýšení napjatosti vrstvy u stěny v místě vzniku klenby v sypkém materiálu nebo v místě přechodu vertikální stěny do kuželové výsypky zásobníku. Aby byl určen úplný stav napjatosti sypkého materiálu u stěny, musí být měřič tlaku schopen měřit obě složky stěnové napjatosti, tj. normálový tlak na stěnu a smykovou napjatost od sil tření sypkého materiálu na stěně nádoby nebo na opěrné stěně. Tuto podmínku splňují měřiče s tuhou snímací deskou v otvoru stěny a s vhodným siloměrným elementem, opatřeným tenzometrickými snímači pro měření obou napjatostí, přenášených snímací deskou do siloměrného elementu. Nevýhodou těchto měřičů je velká tvarová složitost siloměrných elementů, nutnost užití velkého počtu tenzometrických snímačů a z toho plynoucí velká poruchovost, v některých případech nutnost dalšího matematického zpracování údajů tenzometrických snímačů k vyhodnocení výsledků měření obou napjatostí a tím i ztráta možnosti registrace průběhu měření. Dru-

hým požadavkem na konstrukci měřiče je jeho vysoká tuhost resp. schopnost měřit tlak při malé deformaci měřicího elementu. Tento požadavek vyplývá z poznatků o měření tlaků vrstvy sypkých materiálů, protože vrstva při velkém stlačení snímací desky měřiče resp. velké deformaci siloměrného elementu změní svůj napjatostní stav v místě měření, kde vzniká místní klenba nad stlačenou snímací deskou měřiče. Klenba brání dokonalému přenosu tlaku na snímací desku a do siloměrného elementu se tak přenáší jen jistá část tlaku vrstvy. Se zmenšující se tuhostí měřiče resp. podle velikosti deformace siloměrného elementu roste chyba měření tlaku.

Ukazuje se, že deformační charakteristika měřiče tlaku je významně ovlivněna tvarem siloměrného elementu a způsobem jeho upevnění v měřiči tlaku. Siloměrné elementy výše popsaných měřičů normálového tlaku a smykové napjatosti vrstvy sypkého materiálu vykazují v obou měřených tlacích vzhledem k tvarové složitosti vysoké hodnoty deformací. Nevýhodou tvarové složitosti siloměrných prvků těchto měřičů odstranila konstrukce měřiče autorů Šmíd J., Novosad J.: Měřič normálních a smykových napětí ve stěnách zásobníků na sypké hmoty - Čs. autorské osvědčení č. 150 815, normálových tlaků a smykových napjatostí vrstvy sypkého materiálu, která využívá jako siloměrného elementu částí prstence, opatřené tenzometrickými snímači a vetknuté v krajních bodech nebo kloubově uložené v krajních bodech do základny měřiče. Nevýhodou této konstrukce je ale rovněž malá tuhost siloměrného elementu v jeho upevnění ve dvou krajních bodech k základně měřiče. Snížení tuhosti siloměrného elementu tvaru části prstence se v místech upevnění projevuje zejména u tuhých elementů větší tloušťky, které jsou vzhledem k požadavkům malých deformací měřičů často v konstrukci měřiče užívány. Potom nelze splnit požadavek, aby tuhost upevnění siloměrného elementu resp. tuhost vetknutí do základny měřiče podstatně převyšovala tuhost siloměrného elementu, který v místě upevnění ve dvou krajních bodech k základně měřiče částečně přechází v kloubové uložení, snižující celkovou tuhost měřiče napjatosti vrstvy sypkého materiálu.

Výše uvedený nedostatek je odstraněn konstrukcí měřiče normálového tlaku a smykové napjatosti vrstvy sypkých materiálů na stěny a dna nádob nebo na opěrné stěny podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že siloměrným prvkem, do kterého tuhá snímací deska přenáší silový účinek normálového tlaku a smykové napjatosti je úplný prstenec po části svého obvodu spojený se základnou měřiče, přičemž na siloměrný prvek umístěné tenzometrické snímače jsou upevněny v místech maximálních hodnot průběhu ohybových momentů od výslednic normálového tlaku a smykové napjatosti nebo u těchto míst a tenzometrické snímače určené k měření normálového tlaku jsou zapojeny do úplného Wheatstoneova mostu pro měření pouze normálového tlaku nezávisle na současně působící smykové napjatosti a tenzometrické snímače určené k měření smykové napjatosti jsou zapojeny do jiného úplného Wheatstoneova mostu pro měření pouze smykové napjatosti nezávisle na současně působícím normálovém tlaku.

Výhodou měřiče podle vynálezu je vysoká tuhost spojení úplného siloměrného prstence k základně měřiče, takže měření normálového tlaku a smykové napjatosti vrstvy sypkého materiálu probíhá při malé deformaci měřiče a je tak dosaženo větší přesnosti i spolehlivosti výsledků měřených napjatostí. Měřič splňuje při vysoké tuhosti siloměrného elementu požadavek za-

chování schopnosti měřit současně a nezávisle na sobě obě složky stěnové napjatosti vrstvy, to je normálový tlak a smykovou napjatost vrstvy sypkého materiálu u stěny a dna nádob nebo na opěrných stěnách. Měřič normálového tlaku a smykové napjatosti se siloměrným elementem ve tvaru úplného prstence se vyznačuje jednoduchou a kompaktní konstrukcí s možností záměny siloměrných prstenců o různé tuhosti při změně rozsahu měřených napjatostí vrstvy. V tvarově i výrobně jednoduchém úplném siloměrném prstenci vznikají při měření normálového tlaku a smykové napjatosti pouze mechanická ohybová napětí, která lze s výhodou tenzometricky měřit v úplných Wheatstoneových mostech, ve kterých zapojení tenzometrických snímačů umožňuje teplotní kompenzaci a maximální citlivost měření.

Navrhované řešení je znázorněno na připojených výkresech, v nichž představuje:

obr. 1 schema měřiče normálového tlaku a smykové napjatosti vrstvy sypkého materiálu na stěně nádoby, kde siloměrný element je po části obvodu obou válcových ploch spojen se základnou měřiče

obr. 2 schema měřiče normálového tlaku a smykové napjatosti vrstvy sypkého materiálu na stěně nádoby, kde siloměrný element je po části obvodu obou bočních ploch spojen se základnou měřiče

obr. 3 návrh měřiče normálového tlaku a smykové napjatosti vrstvy sypkého materiálu pro ocelové silo.

Na obr. 1 je znázorněn měřič normálového tlaku a smykové napjatosti se siloměrným elementem, kterým je úplný prstenec $\underline{1}$, opatřený tenzometrickými snímači $\underline{T_1}$, $\underline{T_2}$, $\underline{T_3}$, $\underline{T_4}$ a $\underline{R_1}$, $\underline{R_2}$, $\underline{R_3}$, $\underline{R_4}$. Siloměrný prstenec $\underline{1}$ je po části obvodu vnější a vnitřní válcové plochy spojen se základnou $\underline{2}$ měřiče. V klidovém stavu bez tlaku po instalaci měřiče např. do stěny $\underline{4}$ prázdné nádoby zaujímá povrch tuhé snímací desky $\underline{5}$ rovinu vnitřního povrchu stěny $\underline{4}$ nádoby v místě měření. V průběhu plnění nádoby od okamžiku dotyku hladiny vrstvy sypkého materiálu $\underline{3}$ s tuhou snímací deskou $\underline{5}$ měřiče je přenášen normálový tlak p_r a smyková napjatost p_t vrstvy sypkého materiálu $\underline{3}$ u stěny nádoby $\underline{4}$ tuhou snímací deskou $\underline{5}$ do úplného siloměrného prstence $\underline{1}$. V úplném siloměrném prstenci $\underline{1}$ vznikají mechanická ohybová napětí, která jsou měřena tenzometrickými snímači $\underline{T_1}$, $\underline{T_2}$, $\underline{T_3}$, $\underline{T_4}$ a $\underline{R_1}$, $\underline{R_2}$, $\underline{R_3}$, $\underline{R_4}$. Obr. 2 znázorňuje měřič normálového tlaku a smykové napjatosti se siloměrným prstencem $\underline{1}$, který je po části obvodu jeho obou bočních ploch spojen se základnou $\underline{2}$ měřiče. Obr. 3 představuje návrh měřiče normálového tlaku a smykové napjatosti vrstvy obilí u stěny velkokapacitního ocelového sila.

Měřič podle vynálezu, znázorněný na obr. 1, obsahuje úplný siloměrný prstenec $\underline{1}$, který je po části obvodu vnější a vnitřní válcové plochy nebo po části obvodu jeho obou bočních ploch (obr. 2) spojen se základnou měřiče $\underline{2}$. Normálový tlak p_r a smykovou napjatost p_t vrstvy materiálu $\underline{3}$ u stěny $\underline{4}$ přenáší snímací deska $\underline{5}$ do siloměrného prstence $\underline{1}$, který je opatřen tenzometrickými snímači R a T ve dvojicích, symetrických podle osy $\underline{6}$ měřiče. K měření normálového tlaku p_r je užito tenzometrických snímačů R na siloměrném prstenci $\underline{1}$ v místech maximálního průběhu ohybového momentu od výslednice normálového tlaku p_r a zapojených do úplného Wheatstoneova mostu tak, aby byl vyloučen vliv současně působící smykové napjatosti p_t . K měření smykové napjatosti p_t je užito tenzometrických snímačů T na siloměrném prstenci $\underline{1}$, v mís-

tech maximálního průběhu ohybového momentu od výslednice smykové napjatosti p_t a zapojených do úplného Wheatstoneova mostu tak, aby byl vyloučen vliv současně působícího normálového tlaku p_r .

Je zřejmé, že budou-li tenzometrické snímače R nebo T na prstenci v místech blízkých maximálním hodnotám průběhu ohybového momentu od zatížení výslednicemi normálového tlaku a smykové napjatosti, dosáhne se rovněž účinku vynálezu i když v menší míře. Měřeným normálovým tlakem se rozumí podíl velikosti výslednice normálového tlaku na tuhé snímací desce a aktivní, s vrstvou materiálu do styku přicházející plochy snímací desky a měřenou napjatostí smykovou se rozumí podíl velikosti výslednice smykové napjatosti na tuhé snímací desce a její aktivní plochy.

Byl zhotoven měřič normálového tlaku a smykové napjatosti podle obr. 3, obsahující úplný siloměrný prstenec 1, spojený po části obvodu obou válcových ploch v rozsahu středového úhlu prstence $\pm 30^\circ$ k základně měřiče 2. Pro měření smykové napjatosti p_t byl siloměrný prstenec 1 v místech vyznačených na obr. 3 opatřen dvěma páry tenzometrických snímačů T_1, T_2 a T_3, T_4 , symetricky umístěných podle osy 6 měřiče. Tenzometrické snímače T_1 až T_4 byly zapojeny do úplného Wheatstoneova mostu tak, že výstupní elektrický signál od působící smykové napjatosti p_t nebyl závislý na současně působícím normálovém tlaku p_r . V jiných místech, označených na obr. 3, byl pro měření normálového tlaku p_r siloměrný prstenec 1 měřiče napjatosti opatřen dvěma páry tenzometrických snímačů R_1, R_2 a R_3, R_4 , symetricky umístěných podle osy 6 měřiče. Tenzometrické snímače R_1 až R_4 byly zapojeny do úplného Wheatstoneova mostu tak, aby výstupní elektrický signál od působícího normálového tlaku p_r nebyl ovlivněn současně působící smykovou napjatostí p_t . Oba Wheatstoneovy mosty byly kalibrovány zatěžováním snímací desky 5 měřiče, které představovalo účinek působících napjatostí p_r a p_t . Pro normálový tlak i smykovou napjatost ukázal elektrický signál měřiče lineární závislost na velikosti kalibračního zatížení snímací desky 5. Při kombinacích obou působících napjatostí nebyly zjištěny odchylky v linearitě elektrického signálu měřiče.

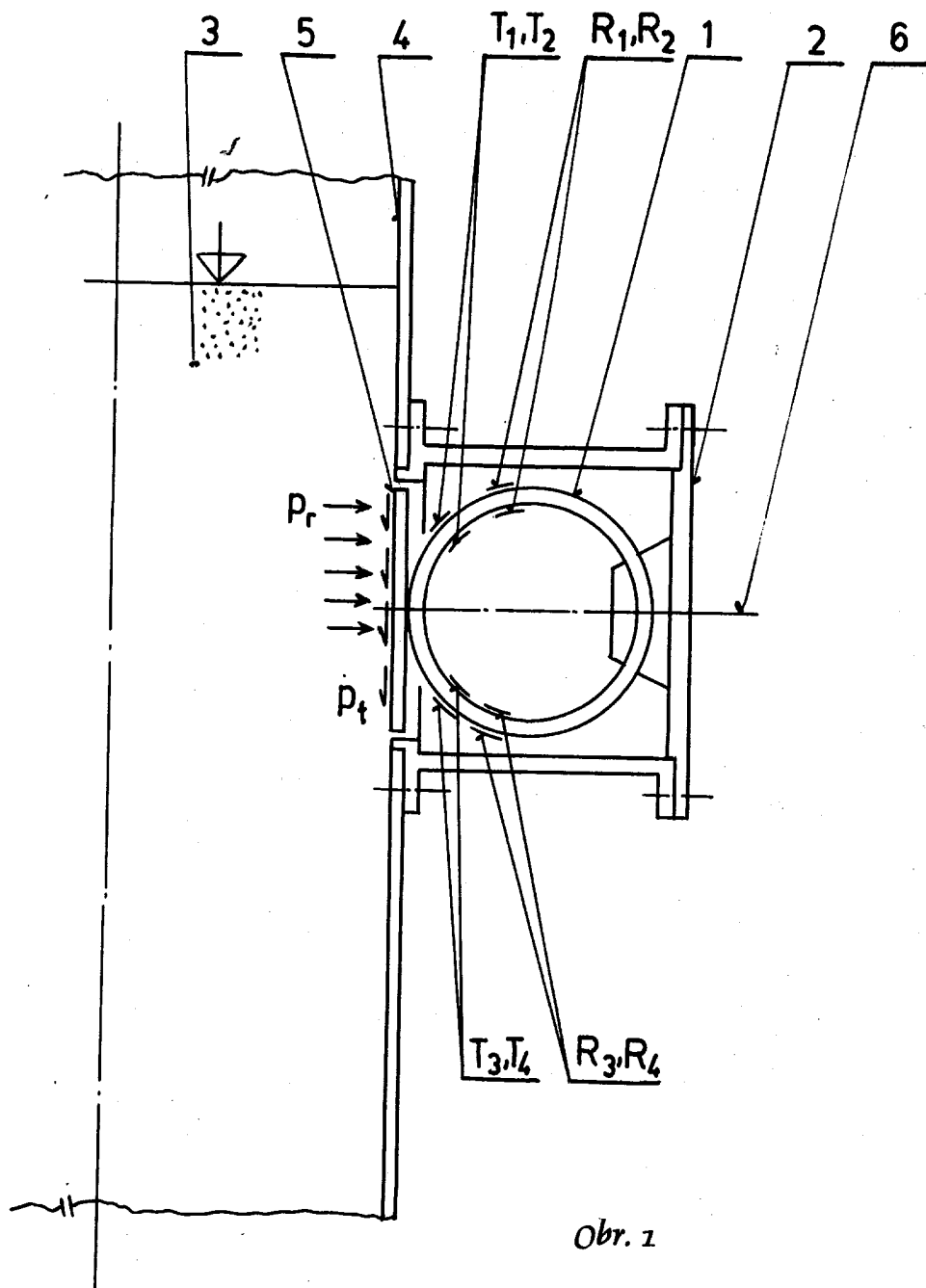
P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

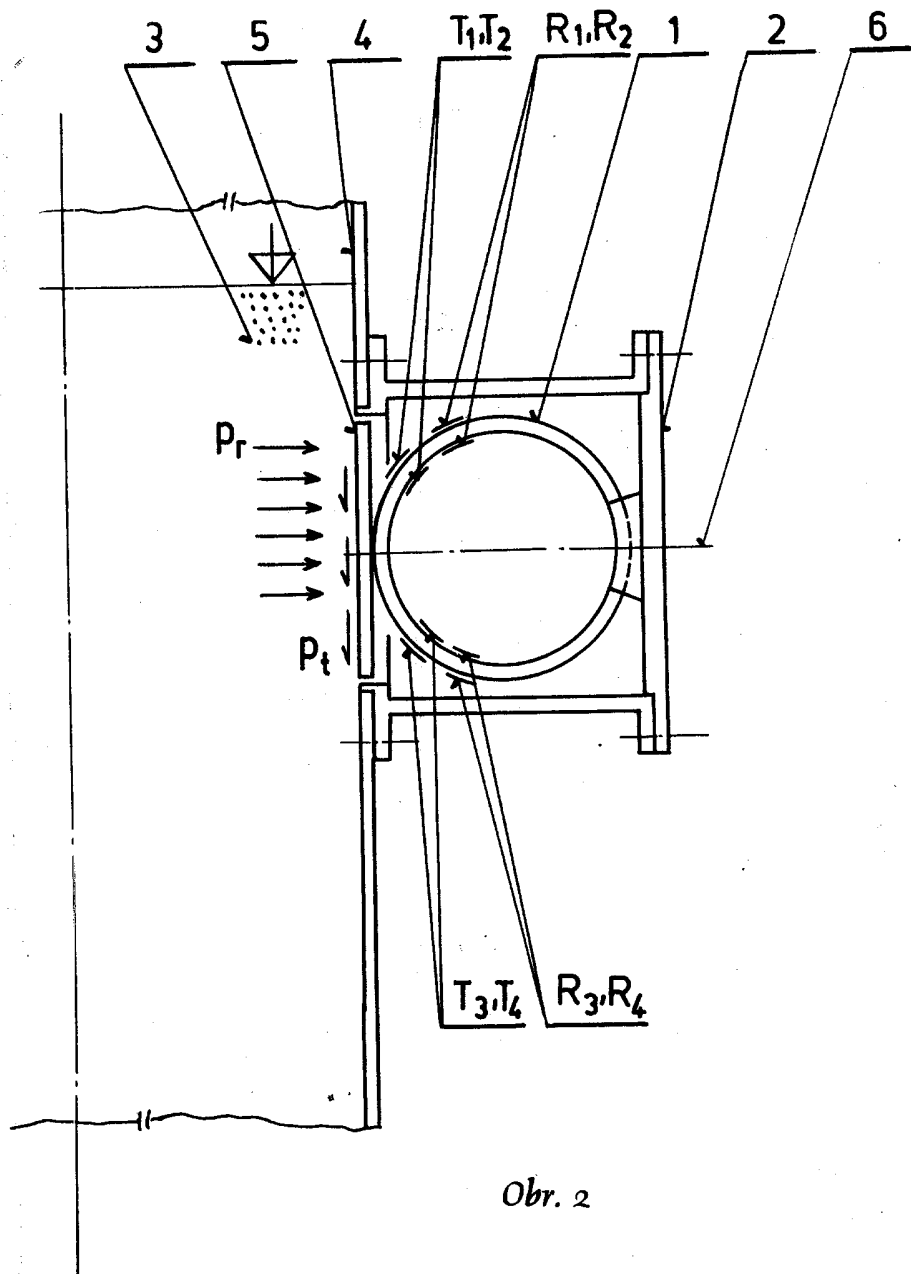
1. Měřič normálového tlaku a smykové napjatosti sypkého materiálu na stěny a dna nádob nebo opěrné stěny obsahující snímací desku volně uloženou ve stěně a siloměrný prvek prstencového tvaru opatřený tenzometrickými snímači umístěnými na vnějším a vnitřním povrchu siloměrného prvku symetricky podle osy měřiče a zapojenými do Wheatstoneových mostů, vyznačující se tím, že siloměrným prvkem (1), do kterého tuhá snímací deska (5) přenáší silový účinek normálového tlaku (p_r) a smykové napjatosti (p_t) je úplný prstenec po části svého obvodu spojený se základnou (2) měřiče, přičemž na siloměrný prvek (1) umístěné tenzometrické snímače (R_1, R_2, R_3, R_4) a (T_1, T_2, T_3, T_4) jsou upevněny v místech maximálních hodnot průběhu ohybových momentů od výslednic normálového tlaku (p_r) a smykové napjatosti (p_t) nebo u těchto míst a tenzometrické snímače (R_1, R_2, R_3, R_4) jsou zapojeny do úplného Wheatstoneova mostu pro měření pouze normálového tlaku (p_r) nezávisle na současně působící smykové napjatosti (p_t) a tenzometrické snímače (T_1, T_2, T_3, T_4) jsou zapojeny do jiného úplného Wheatstoneova mostu pro měření pouze smykové napjatosti (p_t) nezávisle na současně působí-

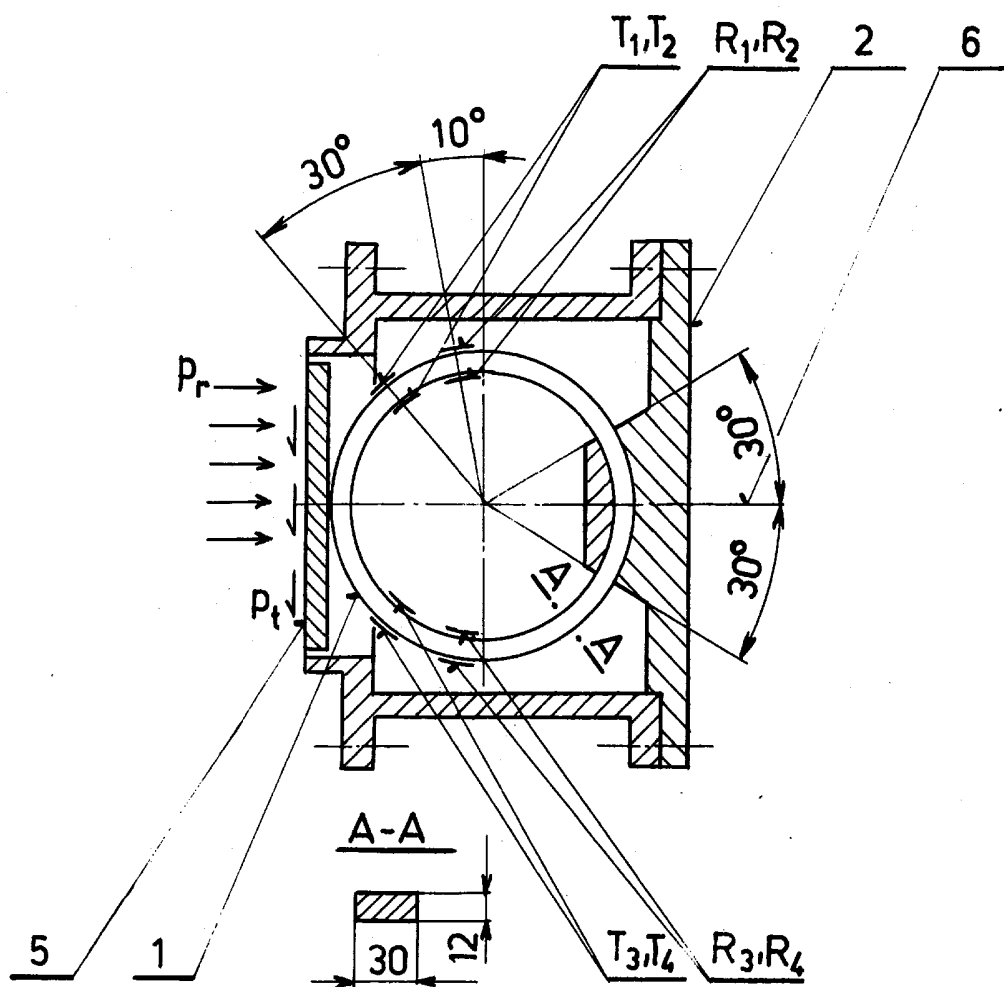
cím normálovém tlaku (p_r).

2. Měřič podle bodu 1 vyznačený tím, že siloměrný prstenec (1) je spojen se základnou (2) měřiče po části obvodu jedné nebo obou válcových ploch.
3. Měřič podle bodu 1 vyznačený tím, že siloměrný prstenec (1) je spojen se základnou (2) měřiče po části obvodu jedné nebo obou bočních ploch.

3 výkresy







Obr. 3