



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

248 697 ✓

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 12 02 85
(21) PV 1172-85

(51) Int. Cl. 4

G 01 L 5/16

(40) Zveřejněno 17 07 86
(45) Vydáno 01 08 88

(75)
Autor vynálezu

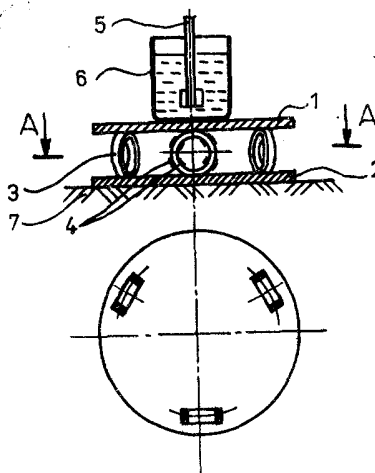
ŠMÍD JIŘÍ ing. CSc., PRAHA,
PLATE HORST dipl. ing.,
SCHÜNNEMANN ULRICH dipl. , ing.
HÖHNE DETLEF dr., ing., FREIBERG , /DD/

(54)

Zařízení k měření krouticích momentů v promíchávaných
a směšovací nádobách nebo rotačních viskozimetrech

Zařízení k měření krouticích momentů pro současné měření do míchací nebo směšovací nádoby nebo do rotačního viskozimetru zaváděného krouticího momentu a ve vertikálním směru působících sil, přičemž měřicí zařízení je při poměrně jednoduchém konstrukčním řešení mnohostranně použitelné, umožňuje dosažení vysoké přesnosti měření a dále i přímou registraci měřených hodnot.

Tento problém se řeší tím, že se mezi nádobu a podložku k upevnění nádoby a/nebo mezi pohon pro krouticí moment zavádějícího hřídele a jeho upevnění vproti okolí uspořádá měrný systém, skládající se z horní a spodní desky, které jsou spojeny prstencovitými měrnými členy tečně uspořádanými na kružnici, jejíž střed souhlasí s osou hřídele zavádějícího krouticí moment a na nichž jsou připevněny tenzometry, které slouží k zjištění deformací uvedených měrných členů.



Vynález se týká zařízení k měření krouticích momentů, které působí v promíchávaných a směšovacích nádobách, jakož i v rotačních viskozimetrech, přičemž je možno stanovit současně i vertikální sílu, kterou působí míchací orgán a obsah nádoby na podložku. Měřicí zařízení lze použít pro nádoby libovolného tvaru. Jeho použití je možné ve všech oblastech, kde se přes vertikální hřídel zavádí do nádoby krouticí moment, jako např. u běžných míchacích zařízení, ale i v aparátech pro směšování sypkých hmot nebo v rotačních viskozimetrech.

Pro výzkumná měření vnášeného míchacího příkonu jsou známy různé způsoby, které se opírají o zjištění působícího krouticího momentu. Při vyšších zaváděných krouticích momentech se zjištění krouticího momentu realizuje pomocí na hřídeli nalepených tenzometrů. K snímání měrných signálů z otáčejícího se hřídele se používají sběrací kroužky nebo se měrný signál přenáší pomocí vysílače bezdotykově z hřídele. U zařízení, u nichž je pohonná jednotka (motor) připevněn přírubou přímo na nádobu, je možné určovat působící krouticí moment z přestavného (vratného) momentu motoru. Za tím účelem se pomocí tenzometrů určí deformace měrného prvku (lucerny) umístěného mezi nádobou a pohonem, který může mít např. tvar klece (WP 130690). U malých míchacích jednotek, jako např. u laboratorních zařízení, se používají metody, které se opírají o měření přestavného (vratného) momentu na pohonu nebo reakčního momentu na promíchávané nádobě. Při měření přestavného momentu je pohon uložen centricky a vůči míchacímu hřídeli otočně. Při vnášení jistého krouticího momentu míchacím hřídelem (do vsádky) působí na pohonu stejně veliký moment opačného směru, který lze v důsledku otočného uložení změřit tak, že se přes systém pák působící síla přenesse na váhu (Uhl V.W., Gray J.F.: Mixing. Academic Press, New York, 1966).

Při měření reakčního momentu se využívá skutečnosti, že za ustálených podmínek vyvolává do míchací nádoby zavedený krouticí moment stejně veliký krouticí moment na míchané nádobě. U známých řešení se dosud pro měření tohoto krouticího momentu používalo otočného uložení promíchávané nádoby. Toho se dosáhne tím, že se nádoba zavěsí do centricky umístěného zařízení nebo, že se nádoba upevní na otočný stolek. Nádoba se pak při působícím krouticím momentu vychýlí ze své klidové polohy, pokud se tato výchylka nekompenzuje stejně velikým krouticím momentem. Tento ke kompenzaci nutný krouticí moment se měří např. tak, že se výsledný otočný pohyb přes systém pák přenesse na váhu nebo že se na nádobu upevní lanko, které se přes kladku převede do vertikálního směru a pomocí závaží, která se vkládají na k lanku upevněnou miskou vah, se dosáhne kompenzace působícího momentu.

K zamezení významnějších přídavných třecích sil se pro uložení nádoby používá poměrně složitých konstrukcí, např. se vzduchovými ložisky (John G.: Verfahrenstechnik (Mainz) 3 (1969) 9, str. 393-398). Pro velmi malé krouticí momenty jsou známy systémy, u nichž je nádoba zavěšena pomocí několika torzních závěsů, z jejichž deformace se pak určí působící krouticí moment (Daue G., Greichen K. aj.: Meßvorrichtung für kleine Drehmomente, NV 2/73 ZMM der AdW).

Z odvětví, která nemají příliš společného s míchací či směšovací technikou, jsou známa měřicí zařízení, která umožňují současné měření sil působících v různých směrech a tím i současné měření sil a krouticích momentů. Aby se toho dosáhlo, opřou se příslušné prvky, na něž vnější síly působí, přes siloměrné elementy o vhodnou montážní desku. Při uspořádání podle patentového spisu USA 4 094 192 se k opření používají jednoduchá žebra, na nichž jsou nalepeny tenzometry. Pomocí tenzometrů získaný měrný signál není přitom selektivní, co se týká směrově závislých silových působení. Vhodným elektronickým zpracováním po předchozím cejchování lze i při nejrozdílnějších zatíženích z měrných signálů pomocí následně zapojeného elektronického vyhodnocovacího zařízení určit složky působících sil.

Při provedení podle patentu NSR 1 952 522 se vychází z toho, že jsou k dispozici měrné elementy, blíže necharakterizované, které jsou schopny selektivně rozlišit síly působící ve všech třech souřadných směrech. Obvykle se na příslušných opěrkách po-

užívá čtyř takových měrných členů. Sílu přenášející prvky a montážní deska se montují pod předpětím.

Podle WP 209 519 se montáž takových selektivně působících opěr provádí z jednotlivých elementů, které snímají silová působení vždy z jednoho speciálního směru (měření pomocí ohybově namáhaných nosníků s tenzometry). Toto řešení však vede k velmi složitým uspořádáním, aby bylo možno nechat jednotlivé síly působit nejvhodnějším směrem.

Zjištěný stav techniky je zatížen následujícími nedostatky. Měření pomocí tenzometrů na hřídeli je možné jen při poměrně značných krouticích momentech, neboť umístění tenzometrů na hřídeli vyžaduje dostatek místa na hřídeli, přičemž se ovšem tato součást zařízení musí působícím krouticím momentem měřitelně deformovat. Snímání měrného signálu z otáčejícího se hřídele je problematické. Při snímání pomocí sběracích kroužků je třeba počítat s možnými zdroji poruch, bezdotykové snímání přes vysílače vyžaduje složité přístrojové vybavení. I pro menší krouticí momenty používané způsoby měření - využití přestavného nebo reakčního momentu - jsou zatíženy jistými nedostatky. Uložení nádoby není možno realizovat bez přidavných třecích sil (mrtvých odporů), které značně ovlivňují citlivost měření a stanovení velmi malých krouticích momentů prakticky znemožňují. S cílem udržet třecí síly na co možná nejmenší úrovni používá se komplikovaných uložení, např. vzduchových ložisek apod. K docílení dokonalého uložení musí nádoba co do svého tvaru a velikosti korespondovat s vlastním měřicím systémem; používání rozdílných nádob je obvykle silně omezené. Měření krouticích momentů vytárováním přes systém vah je pak časově velmi náročné, přenos na vážicí systém přináší sebou další, měření zkreslující přidavné síly. Těžko proveditelný je v těchto případech i přímý zápis měřených hodnot. Měření pomocí torzních závěsů je značně nestabilní a lze je použít jen ve speciálních případech. S těmito v míchací technice známými způsoby, není však možné současné měření přiváděného krouticího momentu a ve vertikálním směru působících sil.

Známa měřicí zařízení pro současné měření krouticích momentů a sil, popř. více silových působení, jsou v první řadě vhodná jen pro měření větších sil, příp. větších krouticích momentů. Jejich použití při malých silách by z principiálních důvodů nebylo ani možné a vedlo by k neobyčejně nestabilním konstrukcím,

aby se získal dostatečně veliký měrný signál. Sestavování měrných členů selektivních na silové složky, působící v určitém směru, z elementů citlivých na jednosměrné deformace vede ke složitým konstrukcím (především při použití jinak relativně velmi vhodné tensometrické techniky) při neobyčejně vysokém výrobním úsilí. Není-li možno měrný signál z měrných elementů získat přímo tak, aby byl již směrově selektivní, je třeba použít následně zapojené elektronické vyhodnocovací jednotky, případně činit jisté předpoklady o ne právě jednoduchých rozloženíh napětí v měrných elementech.

Cílem vynálezu je vývoj měřicího zařízení pro stanovování krouticího momentu při výzkumu míchacích a směšovacích operací současně s ve vertikálním směru působícími silami, přičemž by měřicí zařízení mělo být při poměrně jednoduché konstrukci všestranně použitelné, mělo by dosahovat vysoké přesnosti měření a mělo by umožňovat přímou registraci měřených hodnot.

Nedostatky výše uvedených řešení odstraňuje zařízení k měření krouticích momentů a ve vertikálním směru působících sil v promíchávaných a směšovacích nádobách, jakož i v rotačních viskozimetrech, jehož podstata spočívá v tom, že mezi nádobu a podložku k upevnění nádoby a nebo mezi pohon krouticí moment zavádějícího hřídele a jeho upevnění proti okolí je uložen měrný systém, skládající se z horní a spodní desky, které jsou spojeny prstencovitými měrnými členy, uspořádanými tečně na kružnici, jejíž střed souhlasí s osou hřídele, zavádějícího krouticí moment, a na nichž jsou upevněny tenzometry tak, že se pomocí deformací měřicího prstence získají selektivně měrné signály pro krouticí moment a pro v axiálním směru působící síly.

S výhodou lze v zařízení užít jako měrných členů tři kruhových prstenců, upevněných mezi horní a spodní desku. Měřicí zařízení lze s výhodou užít tak, že horní deska je provedena jako stůl, na němž je upevněna nádoba, do níž je zaváděn krouticí moment a spodní deska je provedena jako podložka měřicího zařízení. Jindy lze výhodně zařízení provést tak, že horní a spodní deska jsou opatřeny centrálními otvory, když na horní desce je upevněn pohon a hřídel zavádějící krouticí moment sahá přes tyto otvory až do nádoby, přičemž spodní deska je spojena s operami k upevnění pohonného bloku. Konečně lze s výhodou měřicí zařízení uspořádat tak, že na spodní desce je pevně zavěšen po-

honný blok a že horní deska je opatřena otvory nebo upevňovacími čelistmi, takže měřicí zařízení a míchadlo s pohonem lze upevnit na nosnou konstrukci.

Vynález vychází ze zadání vyvinout zařízení, kterým by bylo možno měřit současně, do míchacích a směšovacích nádob, jakož i do rotačních viskozimetrů, zaváděný krouticí moment spolu s ve vertikálním směru působícími silami. Aby bylo možno stanovovat jak velké, tak i malé krouticí momenty, neprovádí se měření na hřídeli, přivádějícím krouticí moment. K dosažení vysoké citlivosti se eliminují rušivé třecí momenty a speciální měřicí zařízení je uzpůsobeno požadavku, aby na něm mohly být používány nádoby libovolných tvarů. Měřicí člen poskytuje elektrický měrný signál, takže je možná jeho přímá registrace, přičemž se získává nejen měrný signál odpovídající zavedenému krouticímu momentu, ale i další selektivní signál, odpovídající ve vertikálním směru působící síle.

Výhoda vynálezu spočívá v tom, že je umožněno přesné a rychlé měření a přímá registrace do míchací nebo směšovací nádoby zaváděného momentu a současně lze stanovit i vertikálně působící síly. Podle vynálezu nemusí již být nádoba nebo pohonný blok uložen otočně, čímž se eliminují výsledky měření zkreslující třecí momenty, příp. pro minimalizace tření používané neobvyčejně složité konstrukce uložení. Měřicí zařízení umožňuje stabilní upevnění nádoby nebo pohonného bloku při vysoké citlivosti měření. Je možno používat nádob prakticky libovolného tvaru a na jednom měřicím zařízení i poměrně rozdílné velikosti. Měrný signál není třeba snímat z otáčejících se součástí. Měřicí zařízení umožňuje vedle stanovení zaváděného krouticího momentu i měření vertikálně působících sil. Tak je např. možno určovat hmotnost obsahu nádoby a její časové změny.

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

- obr. 1 schéma zařízení k měření krouticího momentu a ve vertikálním směru současně působící síly v míchané nádobě,
- obr. 2 schéma zařízení k měření krouticího momentu při současném stanovení hmotnosti obsahu nádoby, např. flotační cely,
- obr. 3 schéma zařízení pro měření krouticího momentu v nádobě s míchadlem, když nádoba je pevně spojena např. potrubím ke svému okolí,

obr. 4 schéma zařízení pro měření krouticího momentu míchadla a ve vertikálním směru současně působících sil při výzkumu směšování.

Na obr. 1 je užito měřicí zařízení, které se skládá z horní desky 1 a spodní desky 2. Horní deska 1 a spodní deska 2 jsou spojeny třemi prstencovitými měrnými členy 3. Měrné členy 3 jsou uspořádány tečně na kružnici, jejíž střed souhlasí s osou hřídele 5, přenášejícího krouticí moment. Na prstencovitých měrných členech 3 jsou instalovány tenzometry 4 tak, že přes deformace měrných členů 3 je možno měřit krouticí momenty i selektivně vertikální síly, působící na horní desku 1 a spodní desku 2. Měrné členy 3 jsou dimenzovány tak, že míchací nebo směšovací nádobu 6, příp. pohon 8 - (viz obr. 2) lze spolehlivě a stabilně upevnit a stále se ještě získají postačující měrné signály z tenzometrů 4. Měřicí zařízení se umístí buď mezi nádobu 6 a podložku 7 k upevnění nádoby a/nebo mezi pohon 8 - (viz obr. 2) pro krouticí moment zavádějící hřídel 5 a jeho upevňovací zařízení 9.

Tím lze měřit buď reakční moment míchané nádoby a/nebo převratný moment pohonu spolu s ve vertikálním směru působícími silami.

Příklad provedení podle obr. 2 ukazuje měřicí zařízení pro měření krouticích momentů přicházejících v úvahu při výzkumu flotace při současném stanovení hmotnosti obsahu v nádobě, např. ve flotační cele. Měřicí zařízení, skládající se z horní desky 1 a spodní desky 2 a měrných členů 3 je umístěno mezi nádobu 6, např. flotační celou, a pracovním stolem, na němž celé pokusné zařízení spočívá. Horní deska 1 je řešena jako stůl s upevňovacími čelistmi 9, takže nádobu 6 lze na ní spolehlivě upevnit, ale i snadno z ní sejmut. Spodní deska 2 je kvůli přesnému vodorovnému nastavení měrného zařízení vybavena nohami 10 a stavěcími šrouby 11.

Horní deska 1 a spodní deska 2 jsou spojeny třemi prstencovitými měrnými členy 3. Na tyto měrné členy 3 jsou nalepeny tenzometry 4, které poskytují jednak elektrický měrný signál podle na horní desce 1 působícího krouticího momentu (rovnému reakčnímu krouticímu momentu promíchávané nádoby 6), jednak signál úměrný vertikálním silám (rovným hmotnosti nádoby 6 a jejího obsahu). Měrné signály jsou vedeny do vhodného zesilovače 12, ukazovacího přístroje 13 a zapisovače 14. Nádobu 6, např. flotač-

ní celu, a hřídel 5 míchadla včetně pohonu 8 lze pro srovnávací měření lehce vyměnit, bez jakýchkoliv změn na měřicím zařízení.

Na obr. 3 je znázorněno zařízení pro měření potřebného krouticího momentu při výzkumu míchadel, příp. viskozitních měřeních, přičemž nádoba je na pevně spojena se svým okolím, např. proto, že k ní vedou chladicí nebo ohřívací potrubí.

Zařízení se skládá z horní desky 1 a spodní desky 2, opatřené dostatečně velkým otvorem, kterým prochází míchací hřídel 5 tak, aby dosahoval až do pod měrným zařízením uložené nádoby 6. Horní deska 1 a spodní deska 2 jsou spojeny třemi prstenovitými měrnými členy 3. Tyto jsou tečně uloženy na kružnici, v jejímž středu leží osa hřídele 5. Na měrné členy 3 jsou nalepeny tenzometry 4, které poskytují signál podle na horní desku 1 působícího krouticího momentu. K měření přestavného momentu pohonu 8 je horní deska 1 opatřena otvory tak, že pohon 8 je pomocí upevňovacích šroubů 15 pevně připojen k horní desce 1. Spodní deska 2 je opatřena přestavitelnými opěrami 16, takže měřicí zařízení lze ustavit na pracovním stole tak, aby se přizpůsobilo výšce jednotlivých použitých nádob.

Příklad provedení podle obr. 4 ukazuje měřicí zařízení pro měření potřebného krouticího momentu a ve vertikálním směru působících sil při výzkumu směšování. Pohon 8 je zavěšen na spodní desku 2 měřicího zařízení a horní deska 1 je opatřena otvory, takže zařízení je možno podle místních poměrů připevnit k nosníku 17. Horní deska 1 a spodní deska 2 jsou spojeny třemi prstenovitými měrnými členy 3, na nichž jsou upevněny tenzometry 4.

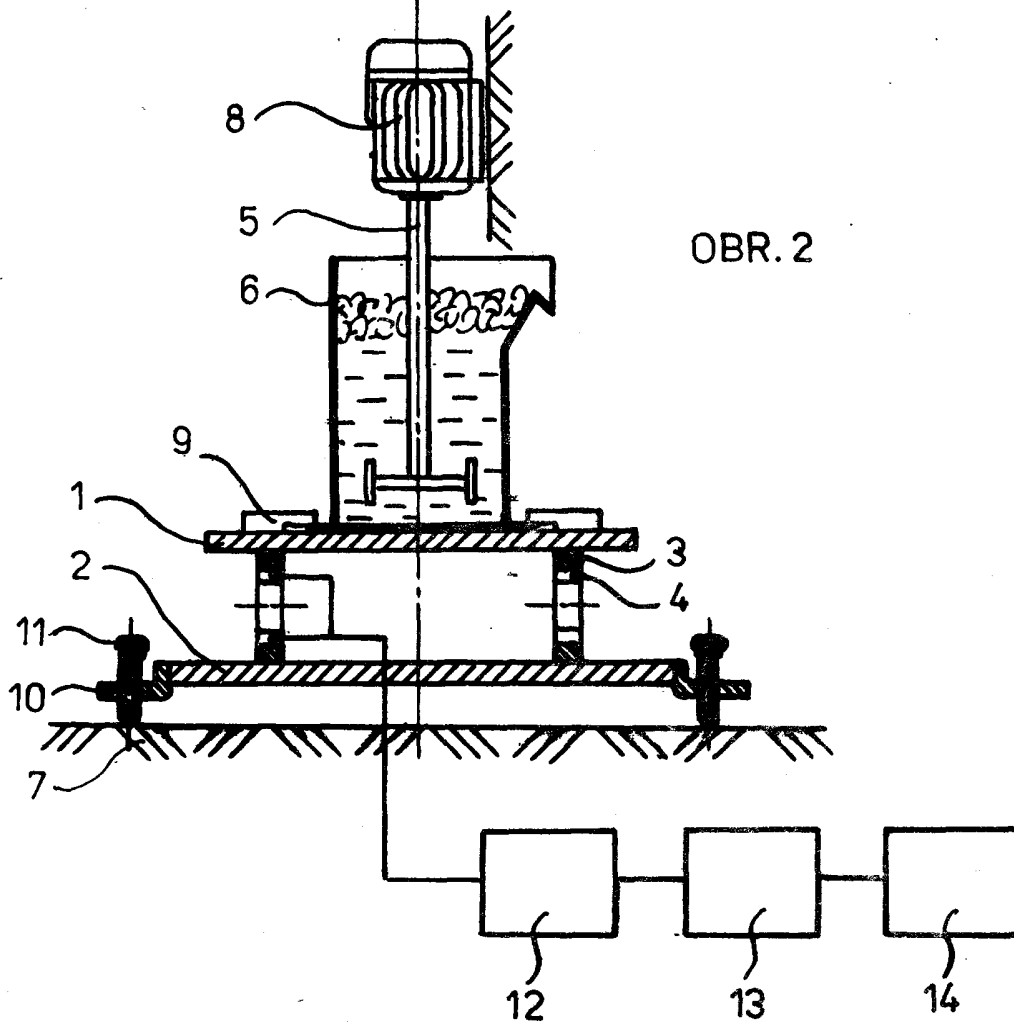
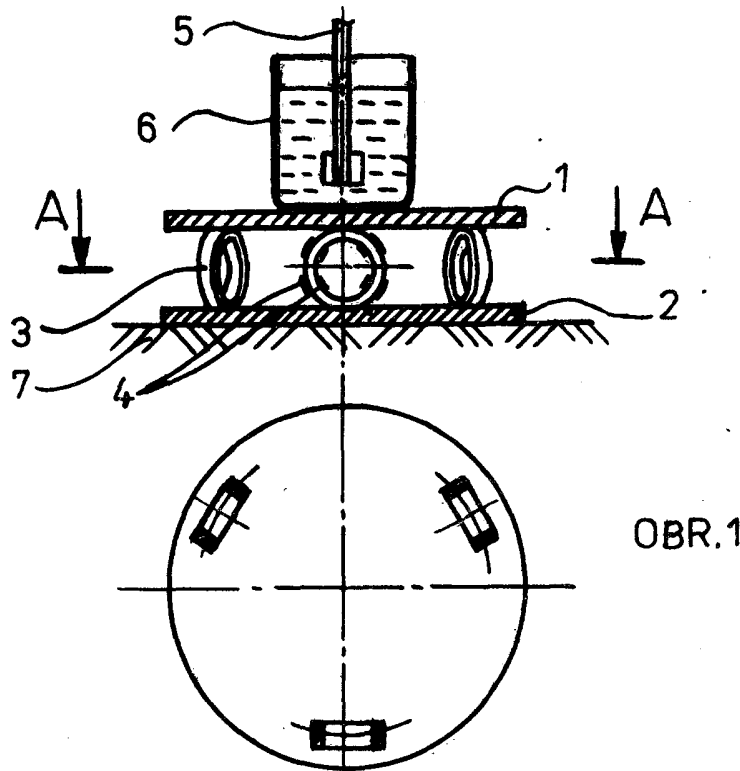
Funkce zařízení je patrná z obr. 1. Tíha promíchávané nádoby 6 působí jako vertikální síla na měrné členy 3. Současně je na měrné členy 3 z promíchávané nádoby 6 přenášen krouticí moment, projevující se jako reakční moment promíchávané nádoby 6. Účinek vertikální síly a současný účinek krouticího momentu způsobuje deformaci měrných členů 3. Tyto deformace, resp. po kalibraci zařízení oba silové účinky, jsou měřeny pomocí vhodně umístěných a zapojených tenzometrických snímačů 4, přičemž oba silové účinky jsou měřeny současně a nezávisle na sobě.

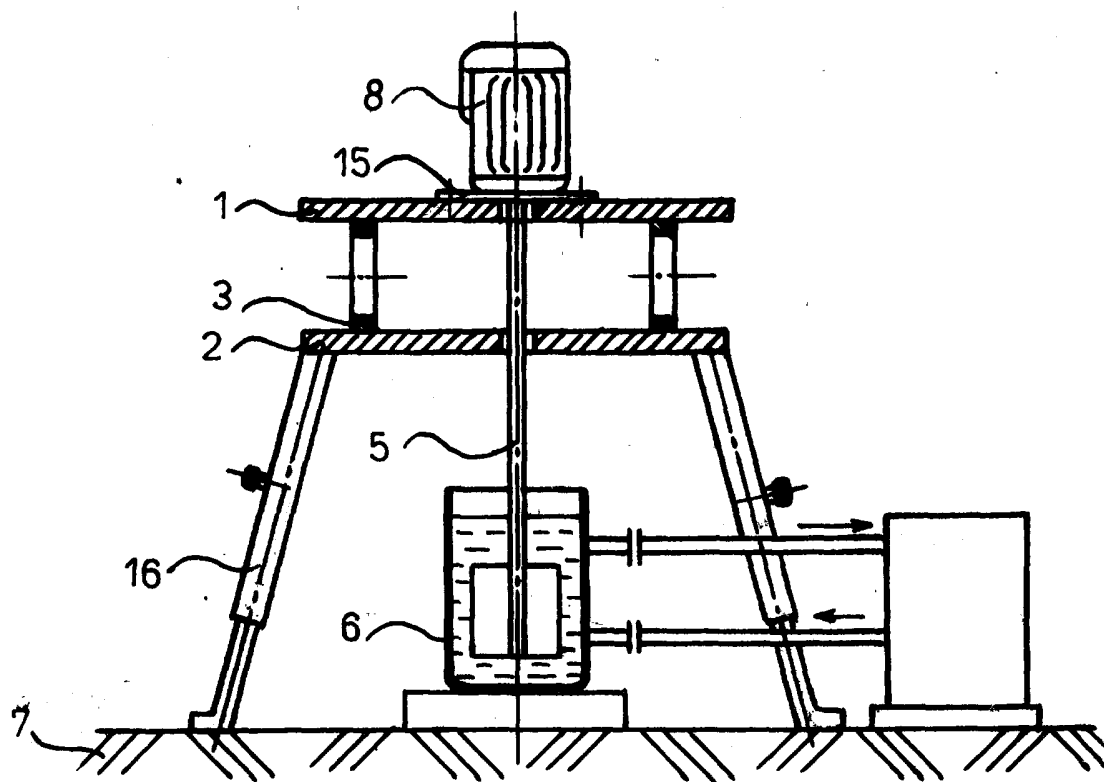
Jiná funkce zařízení je patrná z obr. 4, kde mezi pohon 8 hřídele 5, zavádějícího krouticí moment do nádoby 6, a jeho upevnění proti okolí na nosníku 17 je uložen měrný systém, skládá-

jící se z horní desky 1 a spodní desky 2, které jsou spojeny prstencovitými měrnými členy 3, na nichž jsou upevněny tenzometry 4. Účinek přestavného (vratného) kroutícího momentu pohonu spolu se silou, současně působící v axiálním směru, deformuje měrné členy 3. Deformace jsou pomocí tenzometrických snímačů 4 převáděny na selektivní elektrické měrné signály pro kroutící moment a axiální sílu.

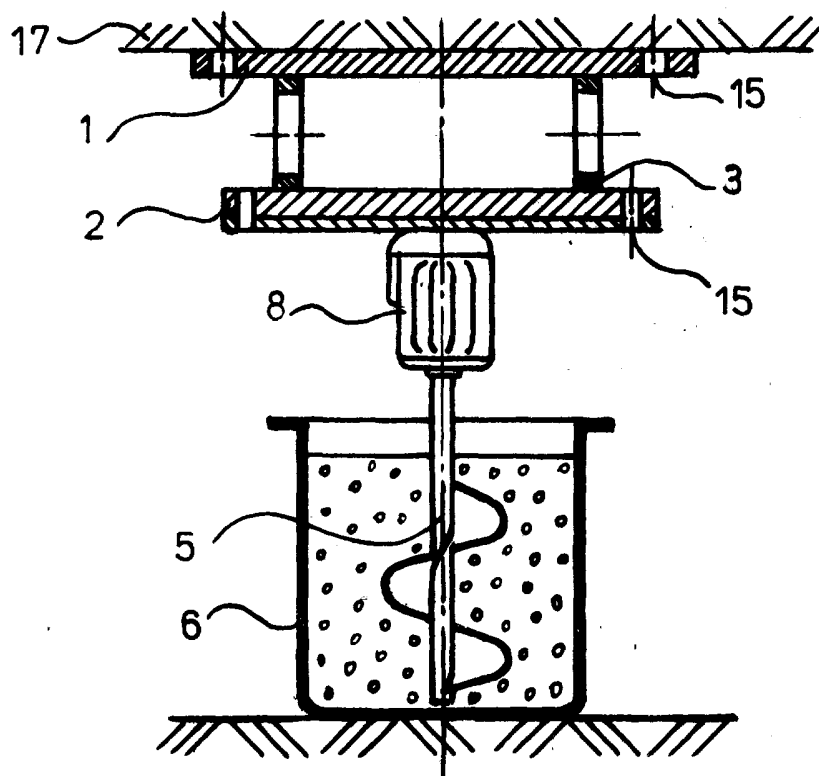
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení k měření kroutících momentů v promíchávaných a směšovacích nádobách, jakož i rotačních viskozimetrech, k současnému měření zaváděného kroutícího momentu a ve vertikálním směru působících sil, vyznačující se tím, že mezi nádobu (6) a podložku (7) k upevnění promíchávané nebo směšovací nádoby a/nebo mezi pohon (8) a nosník (17) pohonu (8) oproti okolí je uložen měrný systém, skládající se z horní desky (1) a spodní desky (2), které jsou spojeny prstencovitými měrnými členy (3), uspořádanými tečně na kružnici, se středem shodným s osou hřídele (5) a na nichž jsou upevněny tenzometry (4).
2. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že mezi horní desku (1) a spodní desku (2) jsou upevněny nejméně tři prstencovité měrné členy (3).
3. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že na horní desce (1) tvaru stolu je upevněna nádoba (6).
4. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že horní deska (1) a spodní deska (2) jsou opatřeny centrálními otvory, že na horní desce (1) je upevněn pohon (8), přičemž spodní deska (2) je spojena s opěrami (16) k upevnění pohonného bloku.
5. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že na spodní desce (2) je pevně zavěšen pohonný blok sestávající z hřídele (5) a pohonu (8) a horní deska (1) je opatřena otvory (15) nebo upevňovacími čelistmi (9).





OBR.3



OBR.4