



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

207 537

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 23 05 79
(21) PV 3546-79

(51) Int. Cl.³ B 06 B 1/20

(40) Zveřejněno 31 03 80

(45) Vydáno 01 12 83

(75)

Autor vynálezu

HUJEČEK ZDENĚK ing. CSc.

MÁLEK ANTONÍN ing. CSc., PRAHA

(54)

Pneumatický vibrátor pro rozkmitávání konstrukční součásti

1

Vynález se týká pneumatického vibrátoru pro rozkmitávání konstrukční součásti, zejména však vrtulového listu při únavových rezonančních zkouškách.

Únavové rezonanční zkoušky se provádějí u vybraného souboru vyrobených vrtulových listů v souvislosti se zjišťováním podkladů pro určení životnosti při vysokocyklovém zatěžování a pro průběžnou kontrolu kvality při sériové výrobě. Při provádění těchto zkoušek je třeba vrtulový list rozkmitat do značných výchylek působením elektrodynamického, mechanického nebo pneumatického vibrátoru s využitím rezonančního jevu. Pro daný účel se zejména dobře užívají vibrátory pneumatické. Výhodou pneumatických vibrátorů je jednoduchost jejich konstrukce a provozní spolehlivost. Zkoušená konstrukční součást není ovlivňována přídatnou tuhostí a ve většině případů ani přídatnou hmotností. Pneumatickými vibrátory lze vybudit v podstatě všechny významné vlastní tvary kmitů konzolového i volného nosníku, pokud má dostatečně malé tlumení.

Dosud známé typy pneumatických vibrátorů rozkmitávají zkoušenou konstrukční součást pulsujícím proudem vzduchu nebo jiného vhodného tlakového média. Zkoušená konstrukční součást je upnuta svým nekmitajícím koncem v držáku, případně je ve svých nekmitajících částech podepřena nebo zavěšena. Na vhodné ofukované místo kmitající části je přiváděn pulsující proud tlakového média z trysky, uchycené pevně v základně zkušebního zařízení.

287 537

Pulsující proud se vytváří přerušováním proudu tlakového média před vstupem do trysky. Zpravidla se používá rotační clona.

Nevýhodou známých typů pneumatických vibrátorů, zejména při rozkmitávání vrtulového listu do velkých výchylek rozkmitů, je slábnutí silového impulsu proudu tlakového média se vzrůstající vzdáleností ofukovaného místa kmitající části rozkmitávaného vrtulového listu od vyústění trysky tlakového média. Slábnutí je způsobeno jednak rozptylem tryskajícího proudu ještě před dopadem na ofukované místo a jednak nedokonalým využitím pohybové energie tlakového média, které po dopadu na ofukované místo odtéká ve směru převážně kolmém na směr pohybu rozkmitávaného vrtulového listu.

Uvedené nevýhody odstraňuje pneumatický vibrátor pro rozkmitávání konstrukční součásti, upnuté svou nekmitající částí v držáku, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že proti trysce pro tlakové médium je na kmitající části konstrukční součásti připevněn převaděč silového impulsu tlakového média, provedený například jako obraceč proudu tlakového média. Obraceč má na straně přivrácené k trysce vytvořenu miskovitou prohlubeň s hrotem nebo břitem, vyčnívající symetricky z jejího dna proti trysce, a se stěnou plynule napojenou na hrot nebo na břit.

Podle jedné alternativy provedení je převaděč silového impulsu proveden jako nátrubek, připevněný jedním koncem na kmitající části konstrukční součásti souose s trubkovitým nástavcem trysky tlakového média, přičemž vnitřní plocha nátrubku je v axiálním směru tvarově shodná v odstupu pracovní mezery s vnější plochou trubkovitého nástavce.

Podle další podstatné alternativy je přerušovač proudu tlakového média tvořen rotující clonou v podobě disku, otočně uloženého v utěsněné skříně, opatřené přívodním potrubím tlakového média a nejméně jedním průchozím otvorem ve stěně přivrácené k příslušné trysce, přičemž v disku je na roztečné kružnici proti příslušnému průchozímu otvoru vytvořen nejméně jeden rozváděcí otvor pro průtok tlakového média do příslušné trysky.

Výhoda pneumatického vibrátoru podle vynálezu spočívá v tom, že se převaděčem silového impulsu využije pro užitečné rozkmitávání konstrukční součásti podstatná část pohybové energie, obsažené v tryskajícím proudu tlakového média. Přitom hmotnost použitého převaděče je zanedbatelná vzhledem k celkové hmotnosti rozkmitávané konstrukční součásti, takže v podstatě neovlivňuje její dynamické vlastnosti.

Příklad provedení vynálezu je znázorněn na připojených výkresech, kde znázorňuje obr. 1 v nárysném řezu pneumatický vibrátor s bubnovým diskem rotační clony přerušovače tlakového média a vrtulový list s obracečem proudu tlakového média, obr. 2 detail s obracečem proudu s rozdělovacím hrotem v nárysném řezu, obr. 3 axonometrický pohled na detail s obracečem proudu s rozdělovacím břitem, obr. 4 v nárysném řezu alternativu rotační clony s kotoučovým diskem a převaděč silového impulsu tvořený nátrubkem, obr. 5 v nárysném řezu detail trubkovitého nástavce trysky a převaděč silového impulsu tvořený pístem při konstrukční součásti vykmitnuté do horní úvrati a obr. 6 tentýž detail s konstrukční součástí

v dolní úvrati.

Pneumatický vibrátor 1 sestává ze skříně 6, 16 s otočně uloženým diskem 2, 19, tryskou 4 a převaděčem silového impulsu, tvořeným obracečem 14, nátrubkem 28 nebo pístem 34.

Pneumatický vibrátor 1 podle obr. 1 má k desce 3 připevněnu horizontální skřín 6 s bubnovým diskem 2, otočně uloženým v ložiskách 38 kolem horizontální osy a utěsněným na hřídelové straně těsněním 12. Ve válcové stěně 7 horizontální skříně 6 je upraven průchozí otvor 8, k němuž je z vnější strany připevněna tryska 4, usměrňující proud tlakového média na hrot 15, vystupující ze středu miskovité prohlubně 24 obraceče 14, připevněného na ofukované místo 5 kmitající části konstrukční součásti 2, například vrtulového listu, upnuté svou nekmitající částí v neznázorněném držáku.

Proti vstupu do trysky 4 je na roztečné kružnici bubnového disku 2 upraven nejméně jeden rozváděcí otvor 10, zužující se směrem k vstupu do trysky 4. Uvnitř bubnového disku 2 je upraven uklidňovací prostor 11, krytý na otevřené straně horizontální skříně 6 víkem 37, do kterého zaústíje potrubí 13 přívodu tlakového média z neznázorněného zdroje. Z víka 37 vystupuje do uklidňovacího prostoru 11 uzavřená válcová přepážka 31 souosá s bubnovým diskem 2 a opatřená v ose trysky 4 vstupním otvorem 32 odpovídajícího velikostí a tvarem rozváděcímu otvoru 10. Přepážka 31 ohraničuje uzavřený prostor 30, ve kterém se otáčí bubnový disk 2.

Rozkmitávaná konstrukční součást 2 je svou nekmitající částí upnuta, podepřena nebo zavěšena v neznázorněném držáku, podpěrách nebo závěsech. Trysk pulsuujícího tlakového média, vystupující z trysky 4 ve směru šipky, je přiváděn v podstatě kolmo na ofukované místo 5 kmitající části konstrukční součásti 2, na kterém je připevněn obraceč 14 proudu tlakového média s miskovitou prohlubní 24 (obr. 2). Z jejího středu vyčnívá symetricky umístěný hrot 15, plynule napojený na stěny vybrání 25 miskovité prohlubně 24, jejíž tvar může být kruhový (obr. 1, obr. 2) nebo jinak vhodně aerodynamicky tvarovaný. V případech nekruhového provedení hrot 15 přechází v břit 27 (obr. 3), který je plynule napojen na korýtku 26.

Pneumatický vibrátor podle obr. 4 má k základní desce 36 připevněnu vertikální skřín 16 s přívodním potrubím 23 tlakového média v boku válcové stěny. Nahoře je vertikální skřín 16 uzavřena čelní stěnou 17, v níž je upraven průchozí otvor 18, rozšiřující se směrem dovnitř, k němuž je připevněna tryska 4 s trubkovitým nástavcem 33.

Uvnitř vertikální skříně 16 je vytvořen uklidňovací prostor 21, vymezený nahoře přepážkou 41, propojující válcovou stěnu vertikální skříně 16 se středovým ložiskovým tělesem 43, uloženým v základní desce 36.

V ložiskovém tělese 43 jsou uložena vertikální ložiska 39, v nichž je otočně uložen hřídel utěsněný těsněním 22 a nesoucí na svém horním konci kotoučový disk 19, otáčející se v uzavřeném prostoru 40, vymezeném přepážkou 41 a spodní stranou čelní stěny 17.

207 537

V kotoučovém disku 19 na roztečné kružnici v ose trysky 4 je upraven nejméně jeden rozváděcí otvor 20, odpovídající svou velikostí a tvarem příčného průřezu vstupní straně průchozího otvoru 18. V přepážce 41 je v ose trysky 4 odpovídající otvor 42.

Na ofukovaném místě 5 (obr. 4) je připevněn svým jedním koncem válcový nátrubek 28 s vnitřní plochou 29, která je v axiálním směru nejméně v délce rovné rozkmitu kmitající části konstrukční součásti 2 tvarově shodná v odstupu pracovní mezery s vnější plochou trubkovitého nástavce 33. Druhý konec nátrubku 28 v horní úvratí kmitající části vytváří oproti ukončení trubkovitého nástavce 33 odfukovací mezeru c pro únik tlakového média z vnitřního prostoru nátrubku 28.

Podle obr. 5 a obr. 6 je na ofukovaném místě konstrukční součásti 2 připevněn svým jedním koncem píst 34, který se při kmitání konstrukční součásti 2 zasunuje do trubkovitého nástavce 33 v délce rozkmitu a. Mezi druhým koncem pístu 34 a ukončením trubkovitého nástavce 33 je v horní úvratí konstrukční součásti 2 vytvořena odfukovací mezera b. Vnější plocha 35 pístu 34 je v axiálním směru nejméně v délce rovné rozkmitu a tvarově shodná v odstupu pracovní mezery s vnitřní plochou trubkovitého nástavce 33.

Při otáčení rotující clony, ať již bubnového disku 2 nebo kotoučového disku 19, se periodicky otvírá a zavírá výtoková cesta tlakového média z uklidňovacího prostoru 11, 21 do trysky 4. Při otevřené výtokové cestě tryská proud tlakového média z trysky 4 směrem šipky a nárazem na ofukované místo 5 vytváří silový impuls, jehož účinek pro rozkmitávání konstrukční součásti 2 se zesiluje převaděčem, který využívá pohybovou energii, obsaženou v proudu tlakového média, z velké části pro rozkmitávání. Účinnost převaděče silového impulsu je závislá na tom, jak velké množství pohybové energie proudu tlakového média, dopadajícího na ofukované místo 5, se podaří předat rozkmitávané konstrukční součásti 2. Podle vynálezu převaděč řeší problém dynamicky nebo quasistaticky.

U dynamického řešení převaděče obraceč 14 proudu tlakového média rozráží hrotem 15 nebo břitem 27 střed proudu, který vybráním 25 nebo korytky 26 převádí k obvodu miskovité prohlubně 24. Proud se plynule obrací a po předání své dynamické energie konstrukční součásti 2 opouští obraceč 14 vně a proti směru proudu, vystupujícímu z trysky 4, a rozptýluje se v prostoru.

Obraceč 14 s hrotem 15 se používá pro malé rozkmity a. Pro větší rozkmity a se používá obraceč 14 s břitem 27, který se orientuje tak, aby se střed proudu tlakového média při dopadu pohyboval po délce břitu 27.

U quasistatického řešení převaděče se používá nátrubek 28 nebo píst 34, který se při kmitání konstrukční součásti 2 nasouvá nebo zasouvá do trubkovitého nástavce 33. Tlakové médium působí v těchto typech převaděčů obdobně jako v pístových strojích. Mezi trubkovitým nástavcem 33 a nátrubkem 28 nebo pístem 34 musí být při vzájemném oscilačním pohybu dodržena vůle, aby nevznikaly ztráty třením. V horní úvratí konstrukční součásti 2 se nátrubek 28 vysune z trubkovitého nástavce 33, čímž vznikne odfukovací mezera c (obr. 4),

207 537

kterou unikne z vnitřního prostoru nátrubku 28 zbylé tlakové médium v době, kdy je proud tlakového média přerušen kotoučovým diskem 19. Odřukovací mezera může být vytvořena také mezi vnitřní plochou 29 a koncem vnější plochy trubkovitého nástavce 33.

V alternativním provedení (obr. 5, obr. 6) je použit píst 34, který je pulsem tlakového média vytlačován z vnitřku trubkovitého nástavce 33 trysky 4 ven až v horní úvratí konstrukční součásti 2 při rozkmitu a vytvoří odřukovou mezera b. Při přerušení proudu tlakového média kotoučovým diskem 19 odřukne zbylé tlakové médium z vnitřku trysky 4 a do vzniklého podtlakového prostoru se opět zasune píst 34.

Po nastavení otáček rotujícího disku 9, 19 tak, že frekvence přerušování proudu se rovná některé vlastní frekvenci vrtulového listu, nastane rezonance, při níž dynamické výchylky, způsobené silovým účinkem proudu tlakového média, jsou při obvyklé velikosti útlumu řádově větší, než statická výchylka, příslušná stejně velkému, ale neperiodickému, statickému, silovému účinku.

Pro zvýšení silového účinku pneumatického vibrátoru 1 na rozkmitávanou konstrukční součást 2 lze na skříně 6, 16 připevnit větší počet trysek 4 a na konstrukční součást 2 připevnit jim příslušné převaděče 14, 28, 34. K těmto tryskám 4 může být tlakové médium přiváděno rozváděcími otvory 10, 20, umístěnými na stejné roztečné kružnici nebo na různých roztečných kružnicích. Převaděče 14, 28, 34 musí být umístěny se zřetelem na tvar kmitu, do něhož má být konstrukční součást 2 vybudena, přičemž je nutno dbát správné fázové synchronizace. Pro dosažení tohoto požadavku lze převaděče 14, 28, 34 upevnit na libovolné straně rozkmitávané konstrukční součásti 2 s příslušným upravením velikosti a tvaru trysky 4 a trubkovitého nástavce 33.

Velikost uklidňovacího prostoru 11, 21 se volí v závislosti na počtu a velikosti trysek 4.

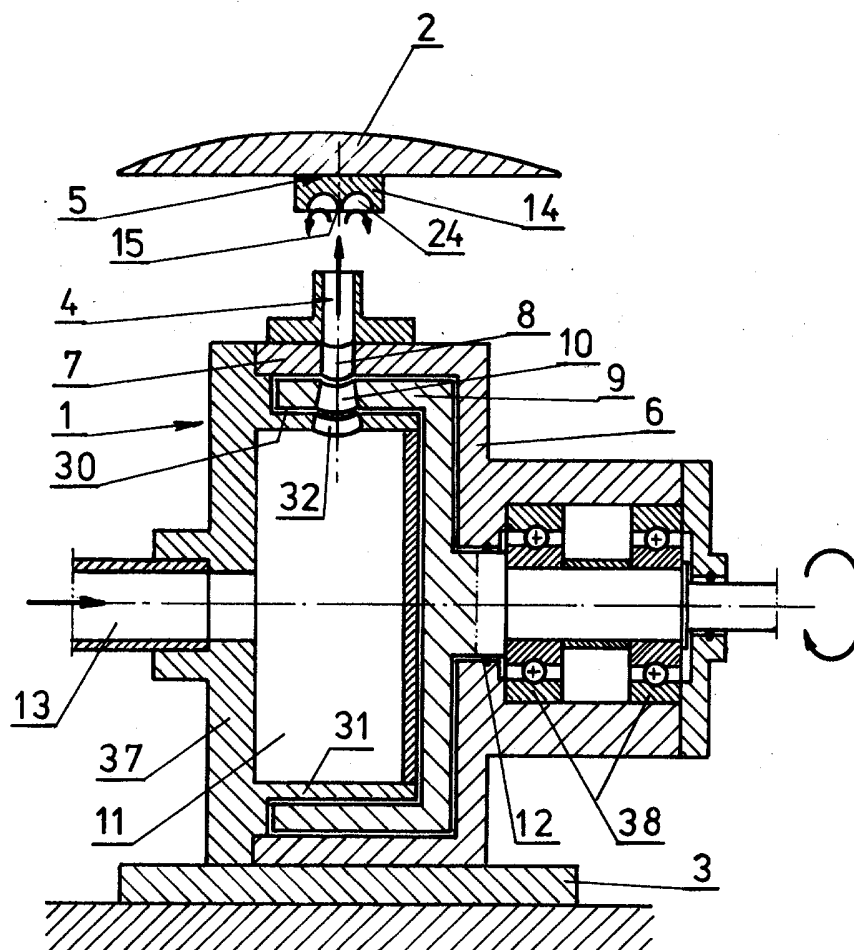
Hmotnost převaděčů 14, 28, 34 je nutno volit co nejmenší vzhledem k hmotnosti rozkmitávané konstrukční součásti 2, aby nedošlo k nežádoucímu zkreslení rozložení dynamického namáhání konstrukční součásti 2.

Pneumatický vibrátor podle vynálezu je určen zejména pro rozkmitávání vrtulového listu při únavových rezonančních zkouškách.

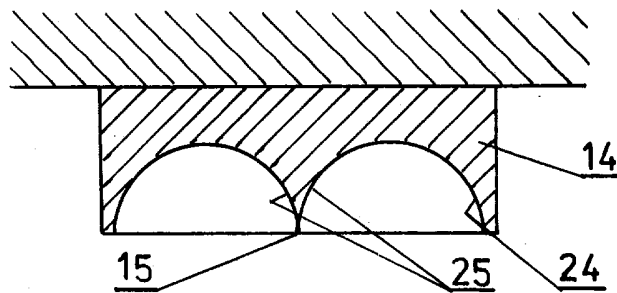
P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Pneumatický vibrátor pro rozkmitávání konstrukční součásti, upnuté svou nekmitající částí v držáku, přičemž pneumatický vibrátor sestává z přerušovače proudu tlakového média a z trysky pro ně, vyznačený tím, že proti trysce (4) pro tlakové médium je na kmitající části konstrukční součásti (2) připevněn převaděč silového impulsu tlakového

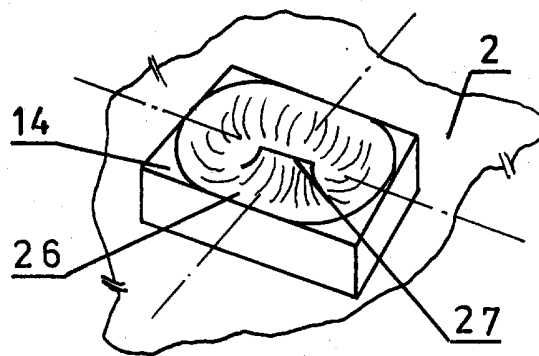
- média, provedený například jako obraceč (14) proudu tlakového média, nebo jako nátrubek (28) s trubkovitým nástavcem (33) trysky (4).
2. Pneumatický vibrátor podle bodu 1, vyznačený tím, že obraceč (14) proudu má na straně přivrácené k trysce (4) vytvořenu miskovitou prohlubeň (24) s hrotem (15) nebo s břittem (27), vyčnívající symetricky z jejího dna proti trysce (4), a se stěnou plynule napojenou na hrot (15) nebo na břit (27).
 3. Pneumatický vibrátor podle bodu 1, vyznačený tím, že vnitřní plocha (29) nátrubku (28) je v axiálním směru tvarově shodná v odstupu pracovní mezery s vnější plochou trubkovitého nástavce (33) souose uspořádaného vzhledem k nátrubku (28).
 4. Pneumatický vibrátor podle bodů 1 až 3, vyznačený tím, že přerušovač proudu tlakového média je tvořen rotující clonou v podobě disku (9, 19), otočně uloženého v utěsněné skříni (6, 16), opatřené přívodním potrubím (13, 23) tlakového média a nejméně jedním průchozím otvorem (8, 18) ve stěně (7, 17), přivrácené k příslušné trysce (4), přičemž v disku (9, 19) je na roztečné kružnici proti příslušnému průchozímu otvoru (8, 18) vytvořen nejméně jeden rozváděcí otvor (10, 20) pro průtok tlakového média do příslušné trysky (4).
 5. Pneumatický vibrátor podle bodu 4, vyznačený tím, že rozváděcí otvor (10, 20) v disku (9, 19) má alespoň ve své vstupní části vzhledem k směru pro proud tlakového média větší plochu svého příčného řezu, než je plocha příčného řezu vyústění trysky (4).
 6. Pneumatický vibrátor podle bodů 1 až 5, vyznačený tím, že uvnitř skříně (6, 16) je vytvořen uklidňovací prostor (11, 21).
 7. Pneumatický vibrátor podle bodů 1 až 6, vyznačený tím, že část disku (9, 19) s rozváděcím otvorem (10, 20) je ukryta v uzavřeném prostoru (30, 40) vymezeném stěnou (7, 17) a přepážkou (31, 41), tvořící součást skříně (6, 16), a opatřenou otvorem (32, 42) v ose vstupu tlakového média, vstupujícího do trysky (4).



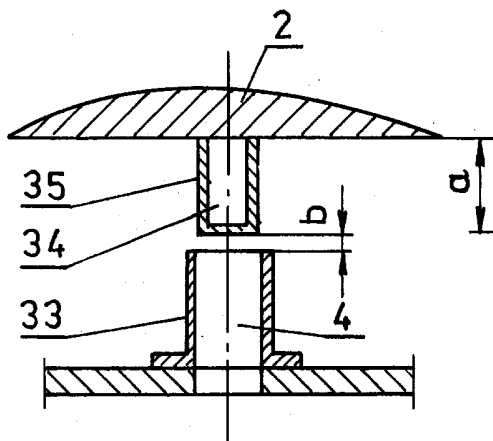
Obr. 1



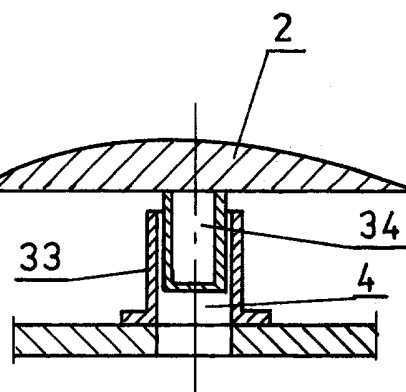
Obr. 2



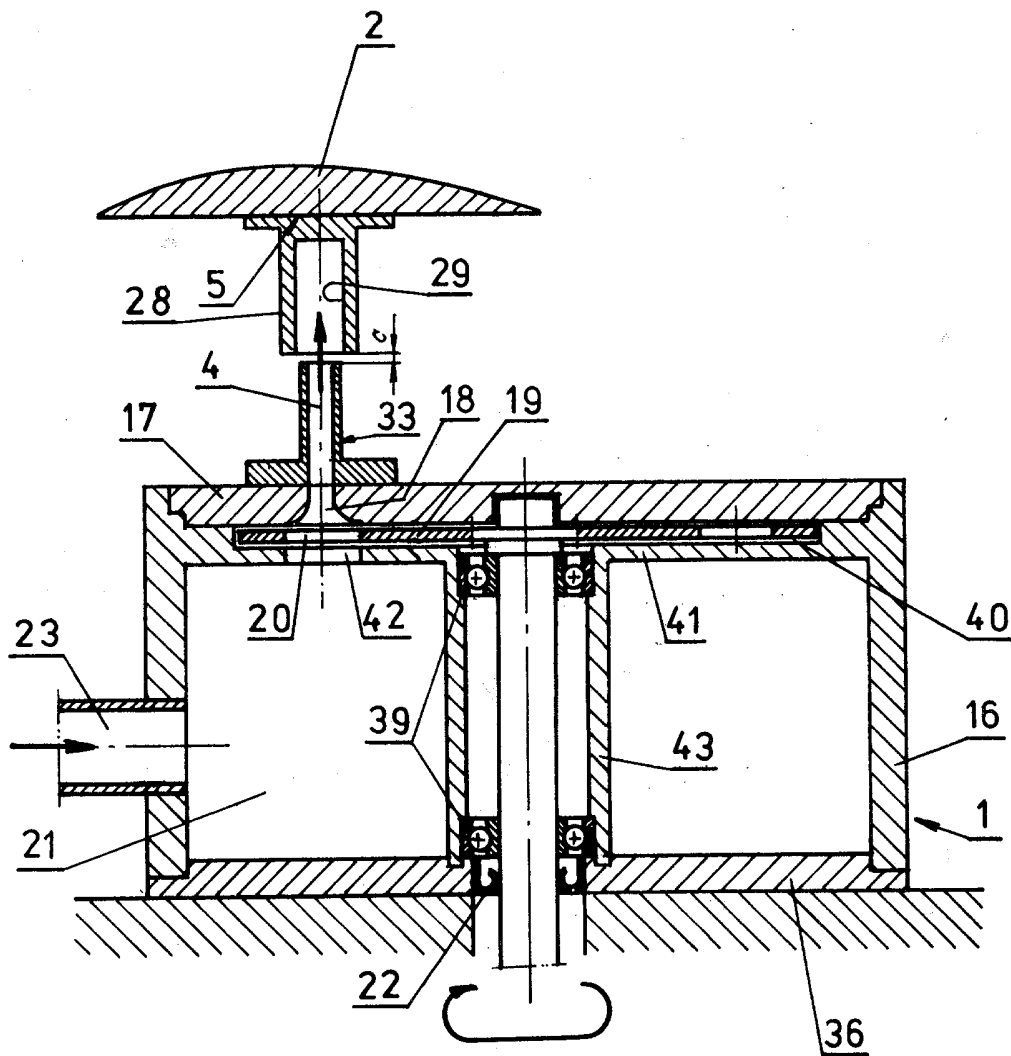
Obr. 3



Obr. 5



Obr. 6



Obr. 4