



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

226122
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
B 03 C 1/14

(22) Přihlášeno 12 02 82
(21) [PV 993-82]

(40) Zveřejněno 29 07 83

(45) Vydáno 15 04 86

(75)
Autor vynálezu

ŽEŽULKA VÁCLAV ing., MNÍŠEK, KOLÁŘ OTTO, ČERNOŠICE, HENCL
VLADIMÍR RNDr. DrSc., CIBULKA JAROSLAV ing. CSc., HORÁČEK
MIROSLAV, PRAHA

(54) Způsob kontinuální magnetické separace pevných látek ze suspenzí
a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

Vynález se týká způsobu a zařízení pro kontinuální magnetickou separaci pevných látek ze suspenzí, nesnadno sedimentujících, jako např. jsou odpadní vody, kaolinové suspenze apod. Toto zařízení umožňuje zachycení látek na feromagnetickou matici, přičemž suspenze zbavená těchto látek prochází maticí, což v případě odpadních vod vede k jejich vyčištění, v případě kaolinu k odstranění fero- i paramagnetických látek.

Současná známá zařízení pro tyto účely využívají vysokogradientního magnetického pole, vytvářeného elektromagnetickým vinutím a železným vratným obvodem, v jehož prostoru je umístěna vložka z feromagnetického materiálu, tzv. matrice, na které se indukuje magnetické pole o vysoké intenzitě a gradientu, schopné zachytit i velmi slabě magnetické látky. Z řady konstrukcí je nejpokrokovější zařízení, které je založeno na filtraci suspenze vrstvou vlny, tvořené vlákny feromagnetické nerezavějící ocele, umístěné do magnetického homogenního pole. Výhodou takového řešení je jednoduchost konstrukce, žádné otáčející se součásti a možnost získat velký pracovní objem a tím i výkon. Nevýhodou je skutečnost, že je nutno proces separace provádět diskontinuálním způsobem při práci v cyklech, kdy

2

v prvním cyklu se provádí plnění pracovní zóny až do momentu obsazení povrchu matrice odseparovanými látkami při zapnutém magnetickém poli, v druhém cyklu po vypnutí magnetického pole se provádí vyplachování matrice vodou, nebo směsí vody a stlačeného vzduchu, po opětovém nabuzení magnetického pole se cyklus plnění opakuje. To má za následek, že je nutno periodicky systémem ventilů podávat separovanou suspenzi a promývací vodu a periodicky vypínat a zapínat magnetické pole. Vznikají tak ztráty v časovém využití zařízení, které se podle publikovaných údajů pohybují kolem 30 % z celkového časového fondu využití stroje, tzn. dochází i k poklesu výkonu zařízení. Diskontinuální cyklický provoz má dále nevýhodu v tom, že při postupném zanášení matrice zachycenými pevnými látkami dochází jednak ke zmenšení mezerovitosti matrice, tj. volný objem nevyplněný feromagnetickými tělesy se zmenšuje a zvyšuje se tak průtoková rychlost proudění suspenze mezi tělesy matrice, což vede k postupnému zhoršování výsledku separace. Další nevýhodou je nutnost dálkového ovládání a automatické regulace uzavírání a otevírání ventilů, u větších modelů velkopřůměrových a zabezpečení jejich bezporuchové funkce, např. těsnění, při práci

s vodními suspenzemi často velmi abrazivních látek.

Výše uvedené nevýhody odstraňuje způsob kontinuální magnetické separace pevných látek ze suspenzí, při kterém jsou tyto pevné látky zachycovány v uzavřeném prostoru ve fázi působení magnetického pole na matici a ve fázi nepřítomnosti magnetického pole vyplachovány z matrice vodou, případně ve směsi se stlačeným vzduchem. Jeho podstata spočívá podle vynálezu v tom, že se výchozí suspenze nepřetržitě přivádí pod tlakem v zóně separace z jedné strany na matici, která obíhá v uzavřeném okruhu, a současně se mimo zónu separace, na opačné straně matrice, tvoří nad hladinou suspenze zbavené magnetických pevných částic tlakový polštář, jehož objem a tlak se neustále mění, jednak periodickým přiváděním pomocného tlakového vzduchu a jednak periodickým vypouštěním takto vzniklé vzdušné směsi, případně spolu s již přečištěnou suspenzí, přes matici se zachycenými pevnými magnetickými látkami, které se tím uvolňují a jsou tak vynášeny z uzavřeného prostoru. Součástí vynálezu je rovněž zařízení s maticí a s magnetickým systémem, který je opatřen vratným obvodem z desek, uzavírajících cívky elektromagnetického vinutí. Podstata tohoto zařízení spočívá v tom, že do vratného obvodu, sestávajícího ze soustavy nad sebou ležících základových desek, obvodové desky a krycí desky, je shora, do prostoru ohraničeného vnitřní stranou vinutí, zabudována alespoň částí své spodní zaoblené poloviny válcová tlaková nádoba, v jejíchž bočních svislých stěnách jsou v podélné ose protilehle uspořádány ložiskové domky průchozího otočného hřídele se svislým středovým nosným kotoučem, přidržujícím mezikružní příhradové konstrukce věnce rotoru s maticí a současně je tlaková nádoba v zóně separace opatřena přívodním otvorem se vstupním hrdlem a v prostoru mimo zónu separace, pod hřídelem rotoru, v bočních stěnách téže tlakové nádoby, protilehlými otvory s výstupními hrdly a nad hřídelem rotoru, jednak ve válcové stěně tlakové nádoby výřezy s hrdly a jednak, v bočních stěnách tlakové nádoby, protilehlými otvory pro přívod stlačeného vzduchu. Rovněž podle vynálezu jsou na krycí desku vratného obvodu, v prodloužení její roviny, svorníky protilehle uchyceny protipóly, doplňující krycí desku ve volném prostoru tlakové nádoby a hřídel rotoru je na jednom ze svých volných konců připojen na brzdu.

Způsob podle vynálezu umožňuje nepřetržitý přívod separovaného materiálu, takže není třeba neustále zapínat nebo vypínat magnetické pole. Zachycené pevné částice jsou periodicky odstraňovány, přičemž stupeň vyčištění odtékajících kapalných produktů je stálý ve srovnání s dosavadními přerušovanými způsoby. Tím se dosahuje dostatečného zahuštění pevné fáze, což je dů-

ležitě zejména při čištění odpadních vod. Cyklus promývání matrice lze nastavit v libovolném časovém úseku, který nemá vliv na výkon zařízení, u kterého nejsou nutné periodicky pracující uzavírací ventily, ani na vstupu do zařízení, ani na výstupu nemagnetického podílu, kteréžto ventily jsou u větších typů velkopřůměrové a tedy nákladné.

Na připojených výkresech je znázorněn příklad provedení zařízení pro kontinuální magnetickou separaci pevných látek ze suspenzí podle vynálezu, kde na obr. 1 je nárysný pohled na toto zařízení ve svislém řezu rovinou A—A z obr. 2, na kterém je znázorněn podélný osový řez zařízením podle roviny B—B z obr. 1.

Zařízení pro kontinuální magnetickou separaci se skládá v podstatě ze čtyř hlavních částí: z magnetického systému, tlakové nádoby, rozdružovacího rotoru a brzdy. Kromě toho jsou pro chod zařízení nezbytné regulační a uzavírací armatury, jakož i zdroj tlakového vzduchu. Magnetický systém zařízení tvoří vodorovně uložené elektromagnetické vinutí 1 obdélníkového průřezu, z vnějšku zcela uzavřené vratným obvodem z desek z měkkého železa. Desky jsou ve třech vrstvách nad sebou: nejprve je uspořádána spodní základová deska 2, na které leží cívky tohoto vinutí 1, výše jsou střední obvodové desky 2a, kterými jsou cívky vinutí 1 obloženy a konečně horní krycí deska 2b, na kterou navazují mezelehlé protipóly 3a, 3b (obr. 2). Protipóly 3a, 3b jsou tvaru válcové úseče a jsou uchyceny zevnitř na svislých čelních stěnách spodní části 4a ležící válcové tlakové nádoby 4 pomocí svorníků 3c, 3d zašroubovaných do horní krycí desky 2b. Tlaková nádoba 4 je zabudována symetricky do zaoblených vybrání, v krycí desce 2b a v základové desce 2 do prostoru ohraničeného vinutím 1. Z opačné strany vinutí 1 jsou u obvodových desek 2a ponechány vzduchové mezery 2c, 2d. Popsaný systém desek 2, 2a, 2b a vzduchových mezer 2c, 2d s protipóly 3a, 3b tvoří zónu separace, tj. působení magnetického pole, kterou současně prochází spodní úsek věnce 5 rotoru. Tlaková nádoba 4 je sestavena ze dvou částí: ze spodní části 4a, která je vsazena do magnetického systému, jak bylo popsáno a z horní části 4b, přičemž jejich dělicí rovina je horizontální a prochází osou otáčení rotoru. Ve spodní části 4a tlakové nádoby 4 je přívodní otvor 6 s tangenciálně přivařeným obdélníkovým vstupním hrdlem 7, vedeným spodní základovou deskou 2 (obr. 1). V bocích této části tlakové nádoby 4 jsou pod osou rotoru dva obdélníkové otvory 8a, 8b, s kolmo přivařenými výstupními hrdly 9a a 9b a s regulačními armaturami 10a a 10b. Nad nosníky 11a, 11b uspořádanými na krycí desce 2b, jsou uloženy ložiskové domky 12a, 12b pro hřídel 13 rotoru.

V horní části **4b** tlakové nádoby **4** jsou do její válcové stěny provedeny dva obdélníkové výřezy **14a**, **14b** s hrdly **15a** a **15b**, z nichž je na obr. 1 znázorněno pouze hrdlo **15b**, které je směrem od pláště tlakové nádoby **4** staženo do kruhového průřezu. Na toto hrdlo **15b** (**15a**) je připojena uzavírací armatura **16b** (**16a**). Ve svislých čelních stěnách horní části **4b** tlakové nádoby **4** jsou dále dva otvory **17a**, **17b** s hrdly **18a**, **18b** pro přívod tlakového vzduchu, na které jsou připojeny uzavírací armatury **19a**, **19b**. Další částí zařízení je rotor, což je v podstatě svařenec, který se skládá ze tří základních částí: z náboje **20**, z nosného kotouče **21** a z věnce **5** v podobě mezikružní vytvořeného příhradovou konstrukcí **5a**. V příhradové konstrukci **5a** věnce **5** je uložena matrice **22**. Hřídel **13** rotoru je uložen v ložiskách **23a**, **23b**. Na hřídel **13** je nasazeno pero **24**, které zajišťuje přenos krouticího momentu mezi hřídelem **13** a nábojem **20** rotoru. Vně tlakové nádoby **4** je na hřídeli **13** rotoru uspořádána brzda **25**, která je na obr. 2 pouze naznačena.

Buben této brzdě **25** je nasazen pevně na hřídel **13** rotoru, nosník **26** jejích neznázorněných čelistí je pevně spojen s horními krycími deskami **2b** magnetického systému. Další možností je, že místo brzdě **25** je na hřídel **13** rotoru nasazena neznázorněná převodová skříň s elektromotorem. Podmínkou pro správnou funkci zařízení také je, aby v místě připojení tohoto zařízení na potrubí s proudící odpadní vodou byl určitý minimální tlak. Jeho výše závisí kromě jiného na tom, zda budou usazené nečistoty z matrice **22** odstraňovány tlakovou vodou nebo vzduchem. Maximální dovolený pracovní tlak je dán konstrukcí tlakové nádoby **4**. V místech spojení nosného kotouče **21** s nábojem **20** a věncem **5** jsou přivařena zpevňující žebra **27** a hřídel **13** je utěsněn v ložiskových domkách **12a**, **12b** těsněními **28a**, **28b**.

Při splnění uvedených podmínek pracuje zařízení pro kontinuální filtraci odpadních vod takto: neznázorněné příváděcí potrubí s tlakovou odpadní vodou se připojí na vstupní hrdlo **7**. Na výstupní hrdla **9a**, **9b** za regulační armatury **10a**, **10b** je současně připojeno neznázorněné potrubí pro vyčištěnou vodu. V počátečním stavu jsou uzavírací armatury **16a**, **16b**, **19a**, **19b** uzavřeny a rotor je zabrzděn. Odpadní voda začne proudit do tlakové nádoby **4** a v okamžiku, kdy hladina vody v tlakové nádobě **4** dosáhne horního okraje otvorů **8a**, **8b** výstupních hrdel **9a**, **9b**, začne docházet ke komprimování vzduchu nad vodní hladinou v tlakové nádobě **4**. Současně se zvyšováním tlaku vzduchu dochází ke zvětšování průtoku vody z výstupních hrdel **9a**, **9b**, jejichž regulační armatury **10a** a **10b** jsou otevřeny. K vyrovnání systému dojde tehdy, až tlak vzduchu nad vodní hladinou v tlakové nádrži **4** dosáhne tlaku vody v příváděcím

potrubí. Potom bude součet průtočných množství vody z výstupních hrdel **9a**, **9b** stejný jako vstupní průtočné množství. Rychlost proudění v zóně separace je dána průtokem vody na efektivní plochu matrice **22**. Regulovat tuto rychlost je možné škrcením průtoku z výstupních hrdel **9a**, **9b** regulačními armaturami **10a**, **10b**. V okamžiku, kdy dojde k vyrovnání tlaku v tlakové nádobě **4**, je hladina vody v této nádobě **4** poměrně vysoko. Otevřením uzavíracích armatur **19a**, **19b** se začne vhnět do tlakové nádoby **4** stlačený vzduch o vyšším tlaku, než je tlak odpadní vody. Tím začne hladina vody klesat a jakmile dosáhne těsně nad horní hranu výstupních hrdel **9a**, **9b**, uzavírací armatury **19a**, **19b** se opět uzavřou. Tím je dán počáteční stav zařízení. Odpadní voda, obsahující nečistoty, prochází v zóně separace přes feromagnetickou matici **22**, uloženou v příhradové konstrukci **5a** věnce **5** rotoru. Po připojení stejnosměrného elektrického proudu na cívky vinutí **1** magnetického systému vzniká v zóně separace magnetické pole. Na povrchu matrice **22** se indukuje silné, tzv. vysokogradientní magnetické pole, schopné zachytit i slabě magnetické látky.

Vyčištěná voda odchází tedy výstupními hrdly **9a** a **9b** do neznázorněného odváděcího potrubí, zatímco magnetický podíl je zachycován v matici **22**. Po určité době, dané obsazením povrchu matrice **22** v zóně separace, se uvolní brzda **25** případně, je-li instalován, zapne neznázorněný elektromotor na hřídeli **13** rotoru. Protože vstup odpadní vody do tlakové nádoby **4** je tangenciální, dojde v prvním případě vlivem energie proudící vody k pomalému roztočení rotoru; proud vody naráží na žebra příhradové konstrukce **5a** a na indukční výplň matrice **22** rotoru. Současně s uvolněním brzdě **25**, případně se zapnutím elektromotoru, se otevřou uzavírací armatury **16a**, **16b**, **19a**, **19b**.

Tím dochází především k prudkému úniku stlačeného vzduchu z tlakové nádoby **4** výřezy **14a**, **14b** a dále hrdly **15a**, **15b**. Proud vzduchu, procházející přes matici **22** v místech proti hrdlům **15a** a **15b** strhává sebou kal zachycený na matici **22** a současně část vody, která ulpí díky svému povrchovému napětí na povrchu matrice **22** a je během otáčení rotoru vynesena nad vodní hladinu. Tím dochází k vyčištění matrice **22** mimo zónu separace. Přitom ovšem vlivem otevření uzavíracích armatur **19a**, **19b** dochází ke vhněti stlačeného vzduchu do tlakové nádoby **4**, což s výhodou prodlužuje dobu čištění matrice **22** a zlepšuje odstranění zachycených podílů. Po otevření uzavíracích armatur **16a**, **16b** dojde k úniku vzduchu a tlakem vody stoupá hladina vody v tlakové nádobě **4**; to platí v případě, že množství vhněteného vzduchu je menší než vzduchu vypouštěného. Ještě než hladina vody

dosáhne úrovně spodní hrany výřezů **14a** a **14b**, se zabrzdí rotor brzdou **25** (případně vypne motor) a současně se uzavře armatura **16a**, **16b**. Protože armatury **19a**, **19b** zůstávají otevřené, do tlakové nádoby **4** je stále vháněn vzduch o vyšším tlaku, než je tlak odpadní vody. Tím začne klesat hladina vody v tlakové nádobě **4**. Jakmile hladina vody dosáhne původní úrovně před vypouštěním vzduchu, uzavírací armatury **19a**, **19b** se uzavřou. Po určité době dané obsazením povrchu matrice **22** v zóně separace se znovu otevrou uzavírací armatury **16a**, **16b**, **19a**, **19b**, uvolní se brzda **25**, případně zapne motor a celý cyklus se opakuje. Přitom průtok odpadní vody probíhá kontinuálně, s mírným poklesem průtoku při pročišťování matrice **22**. Popisovaný příklad použití brzdy **25** platí v případě, že kinetická energie vody daná průtokem a rychlostí je dostatečná k překonání odporu proti otáčení.

Jestliže tomu tak není, je třeba otáčení rotoru realizovat převodovkou s elektromotorem. V předchozím textu byl popisován

chod zařízení při odstraňování nečistot z matrice **22** stlačeným vzduchem. Z tohoto popisu vyplývá, že změnou výšky hladiny v tlakové nádobě **4** je možno proplachovat matici **22** také pročištěnou vodou, která prošla maticí **22** v zóně separace. Hladina vody v tlakové nádobě **4** bude potom nad horní hranou výřezů **14a**, **14b**. Jestliže dojde k otevření uzavírací armatury **16a**, **16b**, tlak vzduchu nad vodní hladinou vytlačuje vodu výřezy **14a**, **14b** přes matici **22**. Tím hladina vody opět klesá. Podle toho, kdy se uzavřou uzavírací armatury **16a**, **16b**, proplachuje se buď pouze vodou a hladina se zastaví nad horní hranou výřezů **14a**, **14b**, přičemž objem proplachovací vody je dán rozdílem objemu vody v tlakové nádobě **4** před začátkem vyplachování a po jeho skončení. Nebo také vzduchem a hladina se zastaví pod horní hranou výřezů **14a**, **14b**. Ve druhém případě je nutno do tlakové nádoby **4** připouštět podstatně větší množství vzduchu než v prvním případě.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

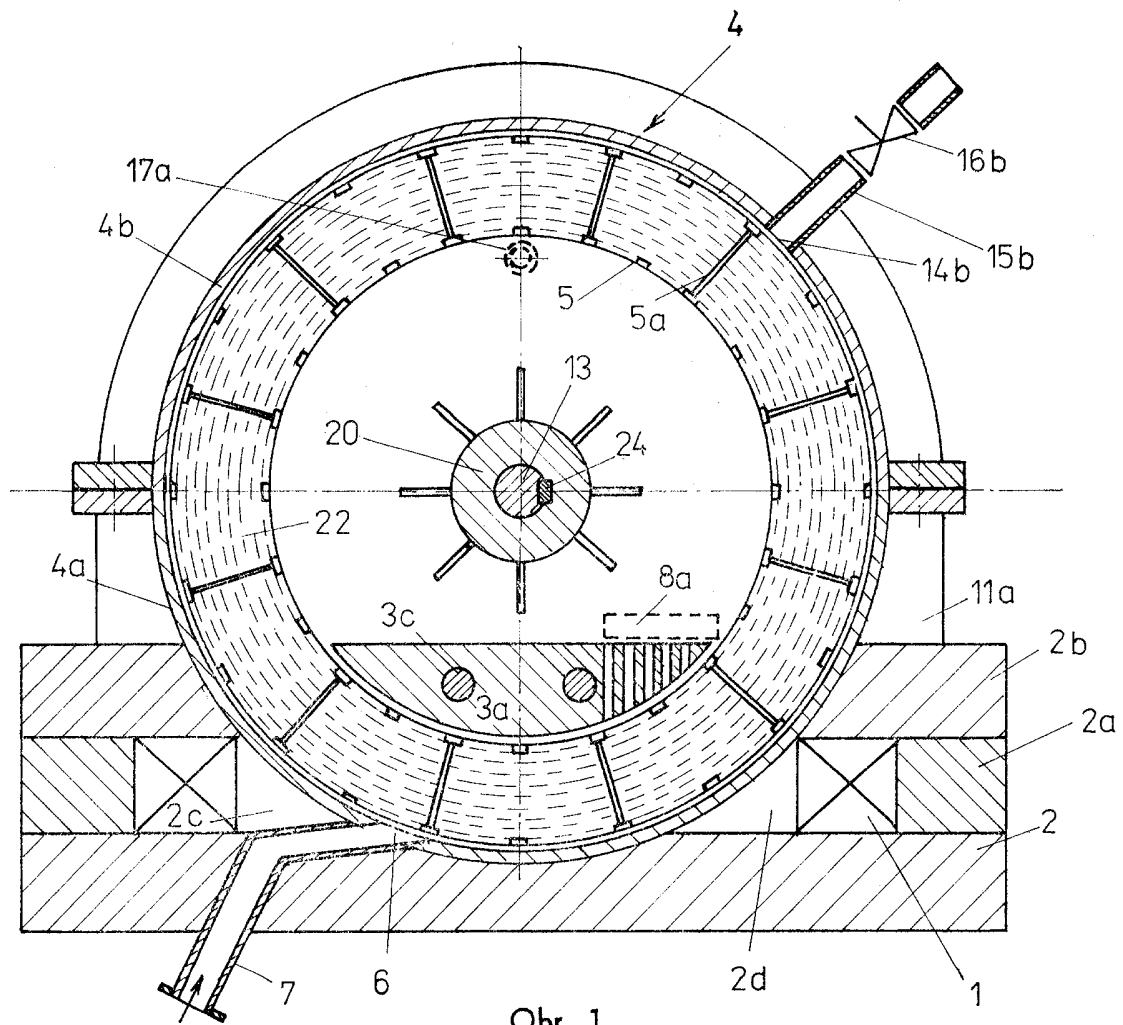
1. Způsob kontinuální magnetické separace pevných látek ze suspenzí, při kterém jsou tyto pevné látky zachycovány v uzavřeném prostoru ve fázi působení magnetického pole na matici a ve fázi nepřítomnosti magnetického pole vyplachovány z matrice vodou, případně ve směsi se stlačeným vzduchem, vyznačující se tím, že se výchozí suspenze nepřetržitě přivádí pod tlakem v zóně separace z jedné strany na matici, která obíhá v uzavřeném okruhu, a současně se mimo zónu separace, na opačné straně matrice, tvoří nad hladinou suspenze zbavené magnetických pevných částic tlakový polštář, jehož objem a tlak se neustále mění, jednak periodickým přiváděním pomocného tlakového vzduchu a jednak periodickým vypouštěním takto vzniklé vzdušné směsi, případně spolu s přečištěnou suspenzí, přes matici se zachycenými pevnými magnetickými látkami, které se tím uvolňují a jsou vynášeny z uzavřeného prostoru.

2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, s maticí a s magnetickým systémem, který je opatřen vratným obvodem z desek, uzavírajících cívky elektromagnetického vinutí, vyznačující se tím, že do vratného obvodu, sestávajícího ze soustavy nad sebou ležících základové desky (2), obvodové desky (2a) a krycí desky (2b) je shora do prostoru ohraničeného vinutím (1) zabu-

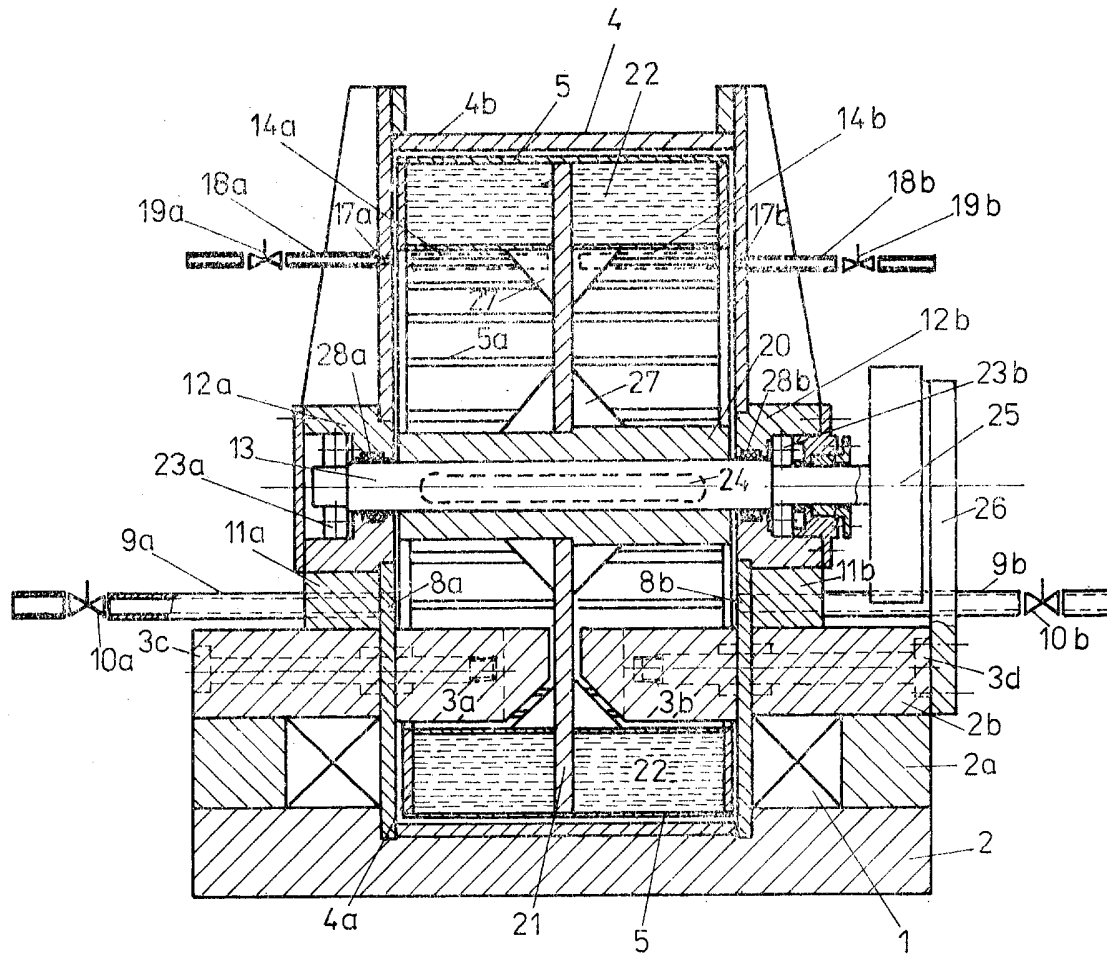
dována alespoň částí své spodní zaoblené poloviny válcová tlaková nádoba (4), v jejíchž bočních svislých stěnách jsou v podélné ose protilehle uspořádány ložiskové domky (12a, 12b) průchozího otočného hřídele (13) se středovým nosným kotoučem (21), přídržujícím mezikružní příhradové konstrukce (5a) věnce (5) rotoru s maticí (22) a současně je tlaková nádoba (4) v zóně separace opatřena přívodním otvorem (6) se vstupním hrdlem (7) a v prostoru mimo zónu separace pod hřídelem (13) rotoru v bočních stěnách tlakové nádoby (4) protilehlými otvory (8a, 8b) s výstupními hrdly (9a, 9b) a nad hřídelem (13) rotoru jednak ve válcové stěně tlakové nádoby (4) výřezy (14a, 14b) s hrdly (15a, 15b), a jednak v bočních stěnách téže tlakové nádoby (4) protilehlými otvory (17a, 17b) pro přívod stlačeného vzduchu.

3. Zařízení podle bodu 2, vyznačující se tím, že na krycí desku (2b) jsou v prodloužení její roviny svorníky (3c, 3d) protilehle uchyceny protipóly (3a, 3b) doplňující krycí desku (2b) ve volném prostoru tlakové nádoby (4).

4. Zařízení podle bodů 2 a 3, vyznačující se tím, že hřídel (13) rotoru je na jednom ze svých volných konců připojen na brzdu (25).



Obr. 1



Obr. 2