



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

259735
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
C 12 M 1/06

[22] Přihlášeno 03 04 86
[21] (PV 2336-86.T)

[40] Zveřejněno 15 03 88

[45] Vydáno 15 03 89

[75]

Autor vynálezu

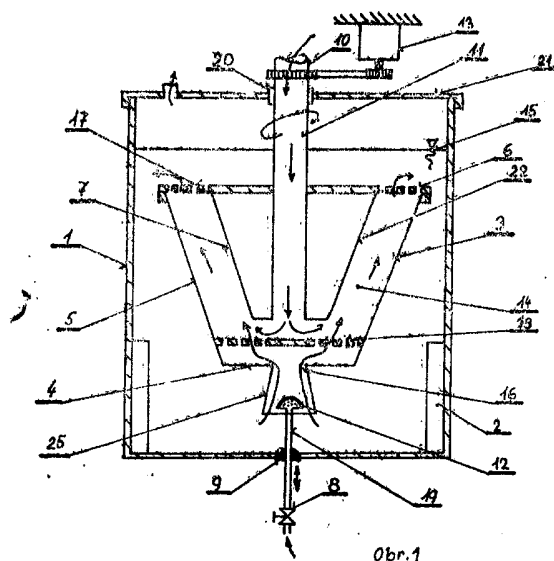
KŘOVÁK PŘEMYSL JUDr. ing., ŘEHÁČEK ZDENĚK RNDr. PhMr. DrSc.,
KŘEN VLADIMÍR ing., PRAHA

(54) Zařízení, zejména pro aerobní a anaerobní fermentace a biokonverze

1

Předmětem řešení je zařízení zejména pro aerobní a anaerobní fermentace a biokonverze. Zařízení obsahuje reakční nádobu s dutým rotorem otáčejícím se v kapalně fázi a tvořeným pláštěm, dnem, případně opatřený nástavcem, který má ve středu dna vstupní otvor pro vstup kapalně fáze do rotoru. Uvnitř dutého rotoru nebo ve vstupním otvoru nebo v nástavci dutého rotoru je umístěn distributor plynu, který může mít i samostatnou osu otáčení. Je-li uvnitř rotoru náplň pevné fáze nebo vestavba s pevnou fází, může být distributor plynu umístěn i v těchto prostorech uvnitř dutého rotoru. Další výhodou je, že dutý rotor může být opatřen plnicí, případně vyprazdňovací trubicí pro částice pevné fáze.

2



Vynález se týká zařízení zejména pro aerobní a anaerobní fermentace a biokonverze.

Pro účely zpracování tekoucích řídkých i velmi viskózních médií, zvláště pro fermentaci mikroorganismů, ale i pro jiné zejména chemické reakce, a to za účelem míchání (homogenizace), rozstříkování a čerpání kapaliny vzhůru, bylo vyvinuto zařízení sestávající z nádoby pro kapalně médium, ve které je umístěn dutý rotor, např. tvaru válce nebo komolého kužele s hnanou hřídelí, který je buď zcela, nebo částečně potopen do kapalného média. Dutý rotor je tvořen pláštěm, dnem, případně víkem.

Dno rotoru je opatřeno alespoň jedním vstupním otvorem pro kapalně médium a v plášti, případně víku dutého rotoru jsou výstupní otvory pro zpracovávanou kapalinu, vystupující z rotoru zpět do nádoby. (AO č. 228 221, AO č. 228 350 a další.)

Později byl uvedený dutý rotor uzpůsoben tak, že v dutém rotoru byla uložena pevná fáze, s výhodou částice reakčního činidla ve formě náplně nebo vestavby, která je těmito částicemi naplněna a rotor je přeměněn na univerzální zařízení pro styk pevné a kapalně fáze. (AO č. 255 257.) Toto zařízení bylo pak uzpůsobeno zejména pro biokatalytické reakce pomocí imobilizačních enzymů a buněk (AO č. 256 203).

Při otáčení rotoru v kapalném médiu (bez ohledu na to, zda jsou v dutině rotoru uloženy částice pevné průlinčité fáze, nebo ne) kapalina se nasává do rotoru vstupním otvorem ve dnu rotoru a uvnitř rotoru vytváří kapalinové vřetenno, v jehož středu vzniká povrchový kapalinový paraboloid. Nastává intenzivní cirkulace kapaliny dutým rotorem, přičemž kapalina vystupuje z rotoru výstupními otvory v horní části pláště nebo otvory ve víku. Není-li rotor opatřen těmito otvory ani víkem, je rozstříkovaná volně přes horní okraj rotoru zpět do kapaliny.

Vvznívá-li otáčející se rotor s výstupními otvory nebo svým volným horním okrajem do prostoru nad hladinou kapaliny, je vstupující kapalina rozstříkována v tomto prostoru, např. na stěny míchací nádoby ve formě drobných kapiček, po kterých pak stéká ve formě tenkého filmu zpět na hladinu kapalně média.

V případě, že v rotoru je umístěna náplň s pevnou fází nebo vestavba s pevnou fází, dochází při cirkulaci kapaliny rotorem směrem vzhůru vedle míchání kapaliny i k intenzivnímu styku pevné fáze s kapalnou fází, která uvnitř rotoru si stále udržuje vlivem odstředivých sil tvar kapalinového vřetene.

Uvedené známé zařízení není zvláště uzpůsobeno pro bioprocessy, při kterých se vyžaduje intenzivní styk kapalně média ještě navíc s plynnou fází, např. se vzduchem, kyslíkem, kyslíčkem uhličitým, N_2 , případně dalšími inertními plyny apod.

Některé alternativy popsaného zařízení sice umožňují současně s mícháním i rozstřík kapalně média, např. fermentačního média, do plynně, např. vzduchově prostoru nad hladinu média, ale např. pro růst některých prokaryontních a enkaryontních mikroorganismů nebo pro některé biokatalytické procesy se vyžaduje mnohem intenzivnější styk kapalně a plynně fáze.

Tak je tomu např. při submerzních fermentacích námelových alkaloidů, kdy je zapotřebí přivádět do bioprocessu zároveň O_2 nebo vzduch, a to pod vyšším tlakem nebo ve větším množství než by mohl zajistit pouhý rozstřík kapalně média nad jeho hladinu.

Tyto nevýhody odstraňuje zařízení pro aerobní a anaerobní fermentace a biokonverze, podle vynálezu, obsahující nádobu a dutý rotor s hnanou hřídelí uvnitř nádoby, jehož podstatou je, že uvnitř dutého rotoru, ve vstupním otvoru nebo v nástavci dutého rotoru je umístěn distributor plynu.

Toto zařízení je uzpůsobeno jak pro běžné fermentace, kde se nevyžaduje přítomnost částic pevně fáze, tak bioreakce, kde se současně vyžaduje vedle kapalně a plynně fáze i přítomnost částic pevně fáze ve formě náplně nebo vestavby. V tomto případě může být distributor plynu umístěn přímo v náplni s pevnou fází nebo ve vestavbě s průlinčitými nebo perforovanými víky s náplní pevně fáze, která je uložena uvnitř dutého rotoru.

Dalším význakem zařízení podle vynálezu je, že distributor plynu může být opatřen samostatnou osou otáčení. Vzhledem k otáčejícímu se rotoru může se pak distributor plynu nebo jeho hlava

1. otáčet ve stejném směru jako rotor, ale odlišnou rychlostí, (rychleji nebo pomaleji, zejména je-li volně otáčen kapalinovým vřetenem vytvořeným v rotoru),
2. otáčet v opačném směru než rotor nebo volnou rychlostí nebo
3. být v relativním klidu vůči otáčejícímu se rotoru (je-li např. pevně spojen s reakční nádobou, např. fermentační).

Výhodou je, že tímto způsobem lze modelovat řadu pracovních režimů při styku kapalně a plynně fáze nebo všech tří fází, tj. kapalně, plynně i pevně. Distributor plynu, umístěný např. uvnitř náplně s pevnou fází, přebírá zároveň funkci mechanického míchadla kapaliny v prostoru této náplně uvnitř dutého rotoru.

Tím dochází k další intenzifikaci bioprocessu, při kterém plyn, např. vzdušný kyslík, rozpouští se dokonaleji v kapalně fází a proniká do částic pevně fáze, např. tvaru globulí, obsahujících zakotvené mikrobiální buňky nebo jejich částice, čímž se vy-

tváří aerobní podmínky, nezbytné pro řadu fermentací, např. při výrobě alkaloidů.

Distributor plynu sestává z hlavy a z trubice pro přívod plynu, která je opatřena regulačním ventilem. Trubice pro přívod plynu je obvykle vedena centrálním vstupním otvorem uprostřed dna dutého rotoru, případně nástavcem dutého rotoru.

Hlava distributoru může být např. posuvná ve svislém směru, přičemž může mít i regulační funkce pro vstupující kapalnou fázi do dutého rotoru (viz dále obr. 1).

Tvar hlavy distributoru plynu, která je opatřena výstupními otvory pro distribuci plynu do kapalně fáze, může být různý, např. tvar dutého věnce, rovné trubice, perforované kruhové desky, sítěky tvaru polokoule apod. Rovněž tak tvar dutého tělesa tvořící samotný rotor, tvar jeho dna, pláště, víka, tvar vstupních a výstupních otvorů rotoru, tvar dutiny v rotoru, ve kterém se nachází náplň s pevnou fází nebo tvar do rotoru vložené vestavby s pevnou fází, není omezen.

Dalším význakem vynálezu je, že dutý rotor může být opatřen plnicí a vyprazdňovací trubicí pro částice pevné fáze. Touto trubicí může být např. dutá osa rotoru, pomocí které lze za pomoci přetlaku nebo vakua plnit nebo vyprazdňovat částice pevné fáze v dutině rotoru. Za tím účelem může být dutá osa rotoru v místech, kam má být uložena náplň pevné fáze, perforovaná nebo opatřena kanálky pro zavedení pevné fáze do tohoto prostoru. Částice pevné fáze lze pomocí trubice dávkovat též při otáčení rotoru, takže zaplnění dutiny rotoru pevnou fází se pak děje působením odstředivé síly a odstředivého tlaku.

Na příloženém výkrese jsou schematicky znázorněny některé příklady zařízení dle vynálezu v nárysu.

Na obr. 1 je znázorněno zařízení podle vynálezu, u kterého dutý rotor má tvar komolého kužele. Hlava distributoru plynu má tvar perforované polokoule, je umístěna v prostoru sacího nástavce, resp. ve vstupním otvoru ve dnu rotoru. Středem dutého rotoru prochází plnicí a zároveň vyprazdňovací trubice pro pevnou fázi. Rotor je zcela ponořen pod hladinu kapalně fáze.

Na obr. 2 je zobrazeno zařízení, u kterého dutý rotor má tvar válcové trubice. Horní část rotoru vyčnívá nad hladinu kapalně fáze, takže cirkulující kapalina je neustále rozstříkována ve tvaru kapiček do vzduchového prostoru nad hladinou. Distributor plynu tvaru perforovaného věnce se samostatnou osou otáčení, je uložen v prostoru mezi dnem rotoru a dolním perforovaným víkem, nad kterým je v dutině rotoru uložena pevná fáze. Náplň pevné fáze má tvar prstence.

Obr. 3 znázorňuje alternativu zařízení, u kterého hlava distributoru plynu má tvar perforované trubice, která přechází na o-

bou koncích do tvaru duté lopatky s otvory pro výstup plynné fáze a která je otočně uložena v prostoru náplně pevné fáze.

Na obr. 4 je znázorněna další alternativa zařízení zejména pro aerobní a anaerobní fermentace a biokonverze, dle vynálezu, rovněž s rotorem ve tvaru válce, do kterého je vložena výměnitelná vestavba v podobě kazety s kanálky pro cirkulující kapalnou fázi.

Dutý rotor, spojený s vestavbou, i distributor plynu jsou opatřeny samostatnou osou otáčení, takže se mohou (stejně jako u zařízení na obr. 2 a 3) otáčet nezávisle na sobě.

Na obr. 1 je schematicky znázorněno zařízení dle vynálezu v nárysu, které sestává z reakční nádoby 1 se záložkami 2, která je naplněna kapalnou fází 15 a ve které, potopený pod hladinou kapalně fáze 15, je otočně uložen dutý rotor 3, jehož vnější plášť 5 i vnitřní plášť 7 mají tvar komolého kužele. Nádoba 1 je opatřena víkem 21, ve kterém je upevněno ložisko 20 pro uložení osy 18 otáčení, která je dutá a tvoří současně plnicí a vyprazdňovací trubicí 11.

Dutý rotor 3, uzavřený perforovaným víkem 6 s otvory 17, je opatřen dnem 4, v jehož středu je centrální kruhový vstupní otvor 16 se spodním komickým nástavcem 25. Osa 10 otáčení spojuje rotor 3 s elektromotorem 13, jehož otáčky lze regulovat. Prostor mezi oběma pláštěmi 5 a 7 tvoří náplň pevné fáze 14 a je dole uzavřen perforovaným víčkem 18, kterým kapalná fáze 15 vstupuje do tohoto prostoru.

Distributor 12 plynu tvaru perforované polokoule je kluzně uložen ve spodním nástavci 25 v ucpávce 9. Je opatřen přívodní trubicí 19 plynu s regulačním ventilem 8, kterou se přivádí plyn do hlavy distributoru 12 plynu.

Dutý rotor 3 je zcela ponořen pod hladinou kapalně fáze 15 a jeho otáčením vznikne v rotoru 3 kapalinové vřetení, které nasává otvorem 16 okolní kapalnou fázi 15 do dutého rotoru 3. V kuželovitěm nástavci 25, ve kterém je uložen kluzně a posuvně distributor 12 plynu, se kapalná fáze 15 spojuje s plynnou fází a obě fáze jsou pak nasávány spodním perforovaným víkem 18 do prostoru náplně pevné fáze 14. Posouváním hlavy distributoru 12 směrem dolů nebo nahoru lze regulovat průtok kapaliny dutým rotorem 3.

Přiváděný plyn se v kapalně fázi 15 částečně rozpouští a současně proniká do částic pevné fáze 14. Tím jsou vytvořeny potřebné podmínky pro daný proces, např. pro biokonverzi nebo biokatalýzu. Obě fáze, tj. kapalina i plyn, poté cirkulují vzhůru pevnou fází 14 a horním perforovaným víkem 6 dutého rotoru 3 se vrací zpět do kapalně fáze 15 v nádobě 1.

Cirkulace kapalně fáze 15 a plynné fáze přiváděné distributorem 12 plynu skrze pev-

nou fázi 14, jejíž částice jsou většího průměru než otvory 17 ve víku 18 a víku 6, probíhá nepřetržitě až do skončení reakce.

Na obr. 2 je znázorněn válcovitý dutý rotor 3, poháněný elektromotorem 13 s vodorovným dnem 4, ve kterém je centrální vstupní otvor 16, přičemž rotor 3 je opatřen spodním nástavcem 25.

Dutý rotor 3, svojí horní částí vyčnívající nad hladinu kapalně fáze 15, je otočně uložen v ložisku 20 ve víku 21 fermentační nádoby 1.

Výstupní otvory 17 ve víku 6 dutého rotoru 3 jsou uspořádány v řadách nad sebou v horní části vnějšího pláště 5 rotoru 3, těsně pod víkem 6.

Hlava distributoru 12 plynu ve tvaru věnce s výstupními otvory pro plyn je umístěna v prostoru mezi dnem 4 rotoru 3 a spodním perforovaným víkem 18. Mezi vnějším pláštěm 5 a vnitřním pláštěm 7 dutého rotoru 3 je uložena náplň pevné fáze 14.

Distributor plynu 12 má samostatnou hnanou osu 19 otáčení, (právě tak jako rotor 3), která prochází ucpávkou 9 ve dnu fermentační nádoby 1. Osa 19 spojuje distributor 12 s elektromotorem 13, umístěným pod nádobou 1. Náplň pevné fáze 14 (částice) mezi vnějším a vnitřním pláštěm 5 a 7 má tvar prstence a je nahoře uzavřena víkem rotoru 3 a dole víkem 18, které je na svém obvodu perforované ve tvaru mezikruží.

Vzhledem k otáčejícímu se rotoru 3 se distributor 12 plynu otáčí opačným směrem. Mezi dnem 4 rotoru 3 a spodním víkem 18 se vytváří specifické vírové pole, obsahující bublinky vstupujícího plynu, které je nasáváno nepřetržitě se tvořícím kapalinovým větrem uvnitř náplně pevné fáze 14.

Na obr. 3 je zobrazeno další možné zařízení dle vynálezu, u kterého distributor 12 plynu (O_2) je otočně uložen v prostoru náplně pevné fáze 14 a má tvar duté trubice rozšířené na obou koncích do tvaru lopatky, která je opatřena výstupními otvory pro přiváděný plyn do prostoru, ve kterém je náplň pevné fáze 14.

Rotor 3, který se otáčí pod hladinou kapalně fáze 15, je opatřen odnímatelným víkem 6 s výstupními otvory 17, které jsou posunuty ke středu víka 6. Uvnitř rotoru 3 je dutina se spodním perforovaným víkem 18, vyplněná volně loženými částicemi pevné fáze 14 tak, aby tyto při otáčení rotoru 3 mohly vířit v prostoru této dutiny v podobě suspenze.

Přírodní trubice 19 plynu s regulačním ventilem 8, otáčející se pomocí elektromotoru 13, je vedena ucpávkou 9 skrze dno nádoby 1 a ložiskem 20 skrze perforované víčko 18. Osa 10 otáčení má zároveň funkci plnicí případně vyprazdňovací trubice 11 pro pevnou fázi 14, a to pomocí přetlaku případně vakua z vnější strany nebo pomocí odstředivé síly.

Otáčeli-li se dutý rotor 3, cirkulující kapalně fáze 15 se nasává do nitra rotoru 3, kde se nachází náplň s pevnou fází 14 a to centrálním otvorem 16 ve dnu 4 rotoru 3 a je vedena dále vzhůru skrze perforovaný obvod spodního víka 18. Zde vstupuje do dutiny rotoru 3, ve které jsou volně loženy částice pevné fáze 14.

Lopatky distributoru 12 se buď neotáčejí vůbec, otáčejí se opačným směrem než rotor 3 nebo libovolným směrem, ale odlišnou rychlostí než rotor 3.

Distributor 12 plynu zajišťuje jednak přívod plynu a jednak působí zde jeho mechanické vzduchové míchadlo kombinované s lopatkovým, které vytváří specifický homogenizační režim uvnitř rotoru a uvnitř náplně pevné fáze, vhodný pro styk všech tří fází, kapalně, pevně i plynně.

Rovněž vzhledem k umístění výstupních otvorů 17 ve víku 6 rotoru 3, které tvoří mezikruží, ale posunuté směrem ke středu otáčení, vytváří se pod víkem 6 tlaková kapsa, takže styk všech tří fází v tomto prostoru se děje za zvýšeného hydraulického tlaku.

Hlava distributoru 12 plynu působí tedy současně jako mechanické míchadlo, které je duté a přivádí se jím potřebný plyn. Jeho tvar může být libovolný.

Na obr. 4 je znázorněno schematicky zařízení dle vynálezu rovněž v nárysu, u kterého jak válcový dutý rotor 3 s vloženou vyměnitelnou vestavbou 22, tak distributor 12 plynu tvaru perforované kruhové desky jsou opatřeny samostatnou osou 10 otáčení, každá s vlastním regulovatelným pohonem pomocí elektromotoru 13. Osa 10 otáčení, kterou tvoří trubice s distribučními otvory 27, má zároveň funkci plnicí, případně vyprazdňovací trubice 11 pro částice pevné fáze 14.

Vestavba 22 s náplní pevné fáze má tvar válcovité kazety, s průlinčitými nebo perforovanými víky 24, která dosedá na kruhovou vložku 26, umístěnou na dnu 4 rotoru 3.

Vestavba 22 je uvnitř rozdělena příčnými přepážkami 23 tvaru mezikruží na vodorovné kanálky, kterými je vedena od zdola nahoru kapalně fáze 15 spolu s bublinkami plynné fáze.

Rotor 3 je ponořen pod hladinou kapalně fáze 15 a výstupní otvory 17 pro cirkulující kapalinu jsou provedeny ve víku 6 rotoru 3.

Systém vytváří další možný režim pro zintenzivnění styku všech tří fází, kapalně, pevně a plynně.

Obr. 1 až 4 sice znázorňují zařízení, ve kterém dochází ke styku všech tří fází, obdobně však bude pracovat i zařízení dle vynálezu, u kterého dutý rotor nebude obsahovat částice pevné fáze ve formě náplně nebo vestavby (pro styk jen kapalně a plynné fáze).

Zařízení dle vynálezu je obecně použitelné pro různé procesy, kde se vyžaduje intenzivní distribuce plynu do kapalné, případně pevné fáze, zejména pro katalytické procesy, při kterých se zúčastní i aktivova-

né nosiče s částicemi pevné fáze. Zařízení je výhodné zvláště pro aerobní a anaerobní fermentační procesy, biokatalýzu a biokonverzi, např. pomocí immobilizovaných enzymů a buněk.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

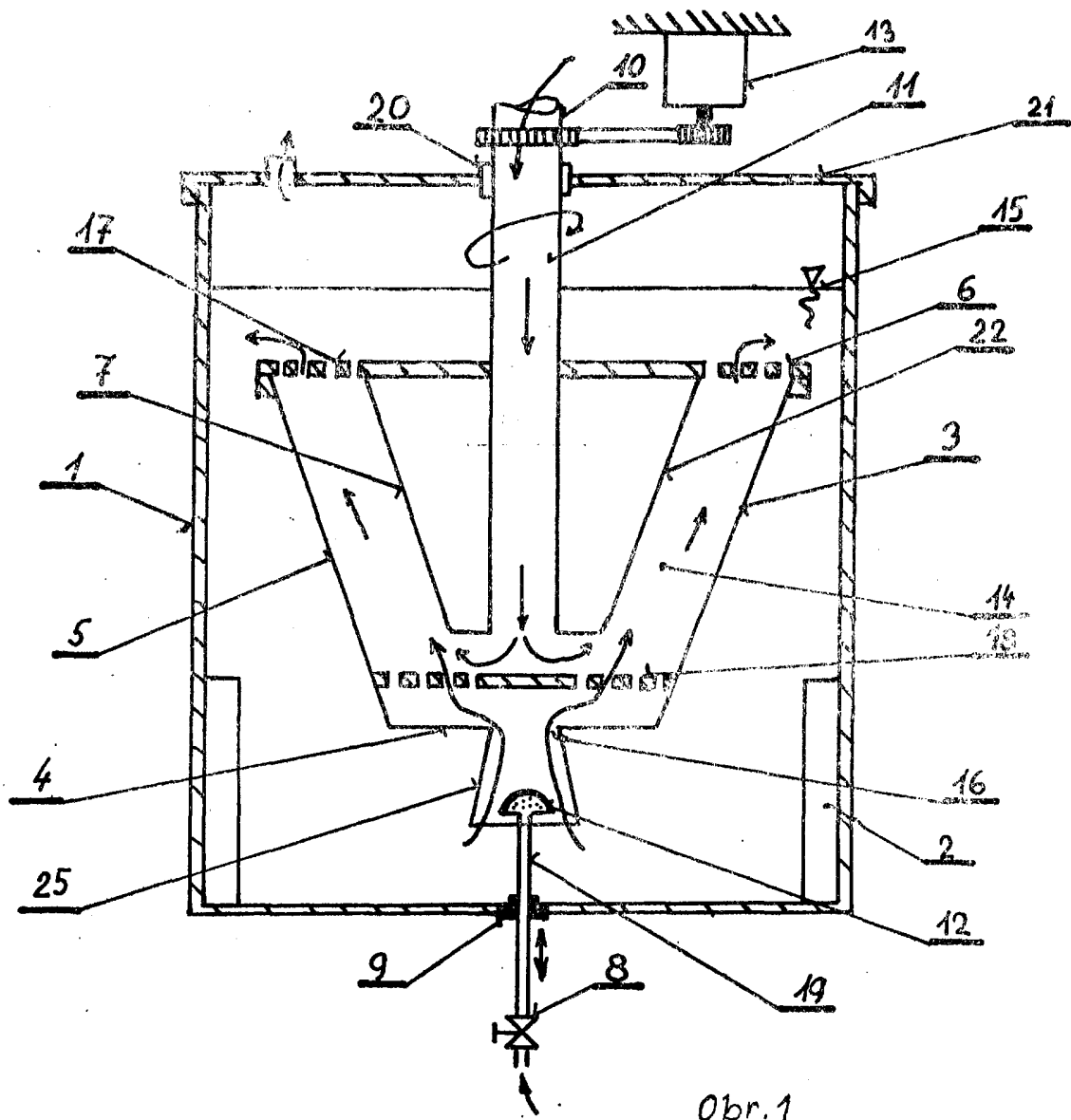
1. Zařízení zejména pro aerobní a anaerobní fermentace a biokonverze, obsahující reakční nádobu s přívodem plynu a dutý rotor s hnanou hřídelí, který je umístěn uvnitř reakční nádoby a který je tvořený pláštěm a dnem, případně opatřený nástavcem, přičemž v středu dna je alespoň jeden vstupní otvor pro vstup kapalné fáze do rotoru, přičemž dutý rotor je nahoře otevřený nebo opatřený víkem, vyznačený tím, že uvnitř dutého rotoru (3), ve vstupním otvoru (16) nebo v nástavci (25) dutého rotoru (3) je umístěn distributor (12) plynu.

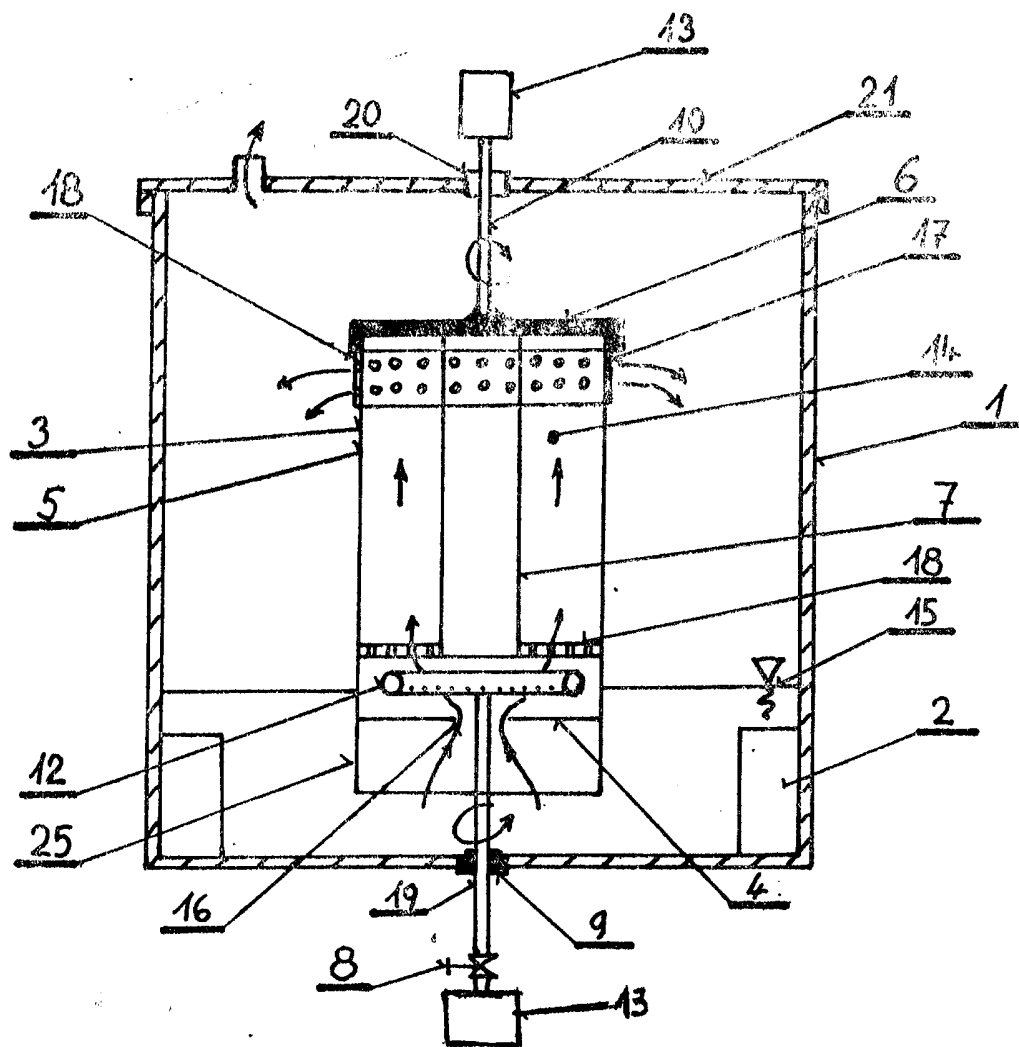
2. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že distributor (12) plynu je umístěn v náplni s pevnou fází nebo ve vestavbě (22) s průlinčitými nebo perforovanými víky s náplní pevné fáze, která je uložena uvnitř dutého rotoru (3).

3. Zařízení podle bodů 1, 2 a 3, vyznačené tím, že distributor (12) plynu je opatřen samostatnou osou (10) otáčení.

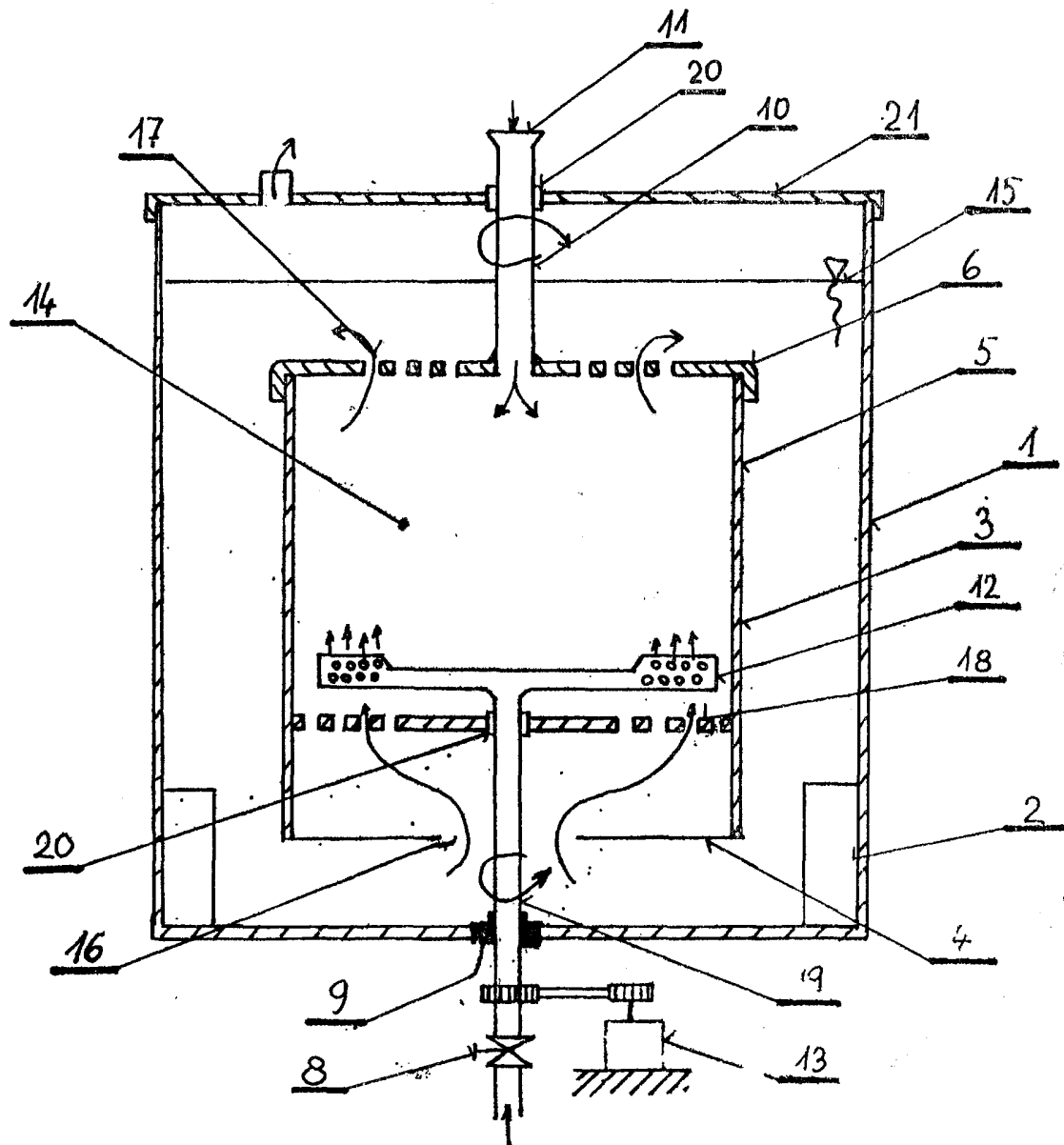
4. Zařízení podle bodů 1 až 4, vyznačené tím, že dutý rotor (3) je opatřen plnicí a vyprazdňovací trubicí (11) pro částice pevné fáze.

4 listy výkresů

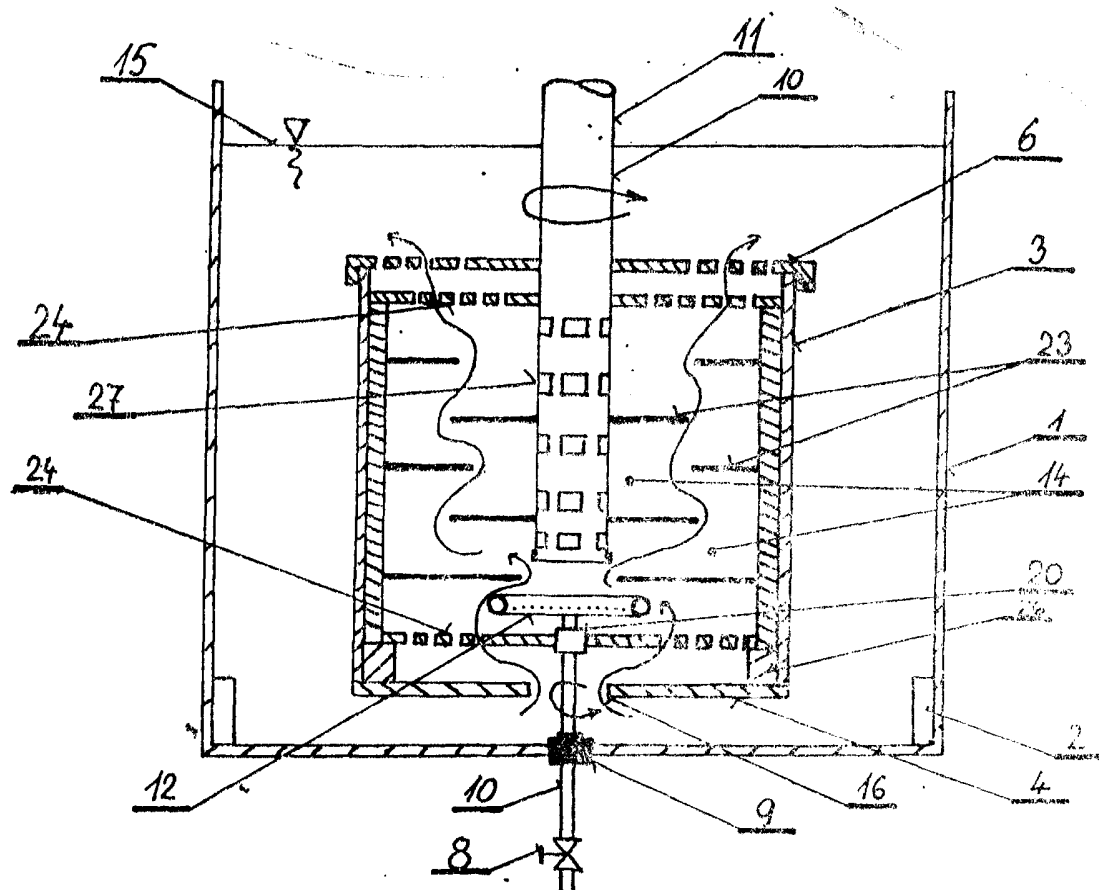




Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4