

(19)



(10) **LT 3132 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patento numeris: **3132**

(51) Int.Cl.⁵: **B01F 3/04**

(21) Paraiškos numeris: **IP228**

(22) Paraiškos padavimo data: **1992 11 17**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1994 07 15**

(45) Patento paskelbimo data: **1994 12 25**

(31,32,33) Prioritetas: **364/91, 1991 02 01, HU**

(72) Išradėjas:

**Laszlo Kozma, HU
Sandor Kovats, HU
Bela Makadi, HU
Laszlo Cseke, HU
Sandor Pusztai, HU
Mihaly Kaszas, HU
Gyorgy Santha, HU
Istvan Bartho, HU
Karoly Zalai, HU
Gyula Beszedics, HU
Gabriella Kordik, HU
Karoly Gergely, HU
Miklos Feder, HU**

(73) Patento savininkas:

Richter Gedeon Vegyeszeti Gyar Rt., H-1103 Budapest, Gyomroi ut 19-21, HU

(74) Patentinis patikėtinis:

**Marius Jakulis-Jason, 3, A.A.A.Baltic Service Company, Rūdninkų g. 18/2-12,
2001 Vilnius, LT**

(54) Pavadinimas:

Dujų išsklaidymo skystyje maišytuvai

(57) Referatas:

Sudėtinga maišymo sistema su stadijomis, susidedančiomis iš didelio diametro koeficiento propelerinių maišytuvų, kur ašmenys turi srovės elementus ir kur net ekstremaliais atvejais užtikrinama energijos proporcijos, suvartotos dujų kiekiui, įleistam į reaktorių, išsklaidyti, daugiatazių mišinių homogenizavimas, kietų dalelių suspensija ir t.t. bei savybės, atitinkančios dujų-skysčio mišinių reologines savybes ir specialius procesų reikalavimus. Atskiri kanalai (5), priešingai sukimosi kryptiai, yra propelerinių maišytuvų (2) išsklaidymo stadijos (2a) ašmenų (4), pritvirtintų prie bendrojo veleno, kur kanalai (5) susisiečia su dujų įėjimu (7). Maišymo stadijų (2b, 2d), naudojamų homogenizacijai ir suspensijai, tam tikras ašmenų (4) dalies kritimo kampas yra priešingos krypties, ilgis ir/arba kritimo kampas yra mažesnis negu kitų ašmenų. Reflektorinės pertvaros strypai (8) yra ant nulinkusio ašmenų galo, ant tam tikros propelerinių maišytuvų dalies (2c); jie panašiai naudojami homogenizacijai ir suspensijai, ir/arba pagalbiniui ašmenys (12) yra išdėstyti daugiausia 20° kampu ašmenų sparnams virš ašmenų nulinkusio galo arba žemiau jo (Fig. 1 ir 6).

- Išrimas skirtas dujų išsklaidymo skystyje ir intensyvaus maišymo cilindrinuose reaktoriuose su vertikaliais velenais, daugiausia bioreaktoriuose; turbinčiuose maišymo variklio ašmenis, pritvirtintus prie bendrojo vertikalaus veleno, maišytuvui. Šiuo metu bioreaktoriuose (fermentoriuose) daugiausia naudojami vadinamieji Raštono (Rushton) turbomaišytuvai, kuriuos suka velenas, sumontuotas fermentoriaus centre, ir kuris turi 6 stačiakampius tiesius ašmenis, spinduliu pritvirtintus prie apskritos plokštės. Jei bioreaktoriaus aukštis yra daug didesnė už diametrą, naudojama sistema, susidedanti iš 2-4 turbomaišytuvų, pritvirtintų prie bendrojo veleno.
- Oras, kuris turi būti išsklaidytas, įpučiamas per perforuotą platų vamzdį, purkštuvus arba centrinių purkštuvą, esančius maišytuvo apačioje (Fejes G. Industrial mixers, p. 52-55).
- Turbomaišytuvai, paprastai sudarantys $1/3$ fermentoriaus diametro, veiksmingai išsklaido orą intensyviomis sukurinėmis ir šlyties jėgomis, kurios atsiranda aplink ašmenų eilę, bet dėl didelio vietinės energijos išsekimo, nepaisant didelės specifinės turbomaišytuvų energijos suvartojimo, energijos, suvartotos tose zonose, kurios yra toliau nuo maišytuvo, dalis yra minimali, ir maišytuvo ašinio transportavimo produktyvumas yra mažas, o tai sukelia daug problemų dėl bioreaktorių didelio tūrio.
- Taip pat yra žinomi dvisparniai ir daugiasparniai propeleriniai maišytuvai su nuožulniomis arba išlenktomis pagal geometrinį spiralinį paviršių ašmenimis, iš kurių ir montuojama maišymo sistema.
- SEM tipo maišytuvai naudoja plonų propelerio sparnų reologines savybes, o EKATO maišytuvai - lygiagrečių

dvisparnių ašmenų, išdėstytų kampu ir reikalingu atstumu vieni nuo kitų, interferencijos reiškinius (Interming and Interprop mixers, Fejes, G.: Industrial mixers, p 65).

5

Propelerinių maišytuvų, kurių diametras didesnis už fermentoriaus, energijos išsklaidymas vienosdesnis ir ašinio transportavimo produktyvumas didesnis, todėl išseikvojama tiek pat energijos, bet jie našiau ir lygiau maišo skystį aukštuose fermentoriuose, tačiau jų išsklaidymo produktyvumas mažesnis, ir jis kompensuojamas naudojant keletą fazių.

10

Taip pat yra žinomi siurbiamieji maišytuvai, susidedantys iš tuščiavidurių maišymo elementų, pritvirtintų prie besisukančio cilindrinio veleno ir tinkančių dujoms maišyti, išsklaidyti ir iš dalies transportuoti. Tuščiaviduriai maišymo elementai paprastai yra vamzdžiai, nupjauti 45° kampu, kurių galuose atitinkamu greičiu krenta slėgis ir dujos siurbiamos per tuščiavidurį cilindrinį veleną bei skaldomos šlyties jėgomis, kurias skystyje sukelia aštrūs vamzdžio galai (Fejes, G.: Industrial mixers, p 57). Šie maišytuvai dėl riboto siurbimo pajėgumo nenaudojami fermentacijos pramonėje. Taip pat yra žinomi tokie siurbiamieji maišytuvai, kuriuose tuščiaviduriai elementai yra pusiau cirkuliaciniai kanalai, atviri toje pusėje, kuri priešinga judėjimo kryptčiai, ir kurių diametras beveik toks pat kaip ir rezervuaro, todėl jie naudojami tik mielių pramonėje ir kartais tokiuose procesuose, kurie nereikalauja intensyvaus skysčio maišymo.

20

25

30

Maišymo reaktoriuose tikslas yra vienodas - kietos, skystos ir dujinės fazių paskirstymas medžiagos ir šilumos perdavimo procesams stiprinti. Maišymo rezultatas yra tas pats, kad tarpe maišomųjų elementų ir reaktoriaus sienos su reflektorinėmis pertvaromis

35

- sukeliamas reikšmingas dažnio gradientas ir turbulentiškumas. Fermentacijos procesuose dažnio gradientas - proporcingas turbulentiškumas ir šlyties jėgos padidina įpurkšto oro pūslelių išsklaidymą, sumažina ribinių sluoksnių tarp mikroorganizmų, kultūros terpės ir oro pūslelių stovį ir tuo būdu pagerina bei pagreitina medžiagos ir šilumos perdavimo procesus, kurie vyksta ant fazių ribinių paviršių
- 10 Tokia trifazė mikroorganizmų kultūros terpė ir įpurkšto oro sistema atsiranda bioreaktoriuose, kur srovės erdvė ir jos poveikis medžiagos perdavimui labai komplikuojasi dėl įvairių sąveikų, tokių kaip fermentuojančio reologinių savybių pakitimas dėl mikroorganizmų medžiagų apykaitos. Problema dar labiau komplikuoja reikalavimų įvairumas ir prieštaravimai. Pavyzdžiui, svarbioje fermentacijos proceso dalyje intensyvus turbulentiškumas ir šlytis yra reikalingi orui ir tepalolašams išsklaidyti, kultūros terpei ir biomasei smulkiai sumaišyti, sukepimui sukapoti, bet tuo pačiu metu intensyvus maišymas padeda susidaryti tvirtoms putoms, kurios iš dalies tiesiogiai ir iš dalies putojimą slopinančiomis medžiagomis susilpnina deguonies perdavimą ir anglies dioksido gazavimą, ir gali mechaniškai pažeisti mikroorganizmus arba sukelti gamybos sumažėjimo morfologinius pakitimus.
- 30 Maišymo procesų, vykstančių bioreaktoriuose, sudėtingumui yra būdinga tai, kad kiekviena pagrindinė operacija: išsklaidymas, suspensija, tirpinimas, homogenizacija ir t.t., atlieka svarbų vaidmenį procesuose, t.y. iš esmės kiekvienas fermentacijos procesas turi savo specifinius reikalavimus, labai skirtingus, priklausomai nuo tipo ir ypatybių. Todėl pagrindinių operacijų poveikis išlieka palyginti siaurose ribose tam, kad be būtino naudingo poveikio priešinga įtaka būtų minimali. Kai dėl turbomaišytuvų, naudojamų

daugumoje bioreaktorių, vienodai nenaudinga išseikvoti maišymo energijos didžiąją dalį turbulentiškumui sukelti, apie 70% jos išsklaidyti labai arti turbinos ašmenų ir tai, kad šios sąlygos gali būti pakeistos tik nežymiai.

Tuo atveju, kai susidariusios fermentuojančių skysčių putos labai gazuotos, klampios, tvirtos ir neturi Niutono savybės, palyginti greitai gali sulėtėti cirkuliacija ir turbulentiškumas, kuriuos sukelia nedidelio diametro turbomaišytuvai. Cirkuliaciją galima sustiprinti padidinus turbomaišytuvo diametrą, bet tai riboja neproporcingas maišymo energijos didėjimas: ji pagal žinomą santykį didėja nuo maišymo diametro penktojo laipsnio. Todėl turbomaišytuvo diametras neturi viršyti 40% aparato diametro netgi tuo atveju, kai nedidelis fermentorius mažesnis negu 40m^3 , taigi savybė yra nedidelis diametras. Kita vertus, tai sukelia papildomų problemų, kadangi reaktoriaus turis ir fermentuojančio skysčio klampumas sumaišytose zonose padidėja nepakankamai.

Propelerinių maišytuvų diametras, atsižvelgiant į daug mažesnę energijos išseikvojimą gali priartėti prie reaktoriaus diametro. Todėl didelio diametro, 60-79% aparato diametro, propeleriniai maišytuvai vis plačiau naudojami bioreaktoriuose, kurių išsklaidymo galingumas mažesnis, bet labiau tinkantis klampiems fermentuojantiems skysčiams

Pagaminti efektyvų maišytuvą yra sunku, nes klampių fermentuojančių skysčių, turinčių mikroorganizmų ir oro purslelių, savybės dažnai labai skiriasi nuo Niutono skysčių savybių. Kai kurie mokslininkai nustatė, kad mažesnio diametro turbomaišytuvas gali sugerti 6 kartus daugiau deguonies negu didesnio diametro turbomaišytuvai, net išseikvojus tiek pat energijos, nors tokio

skirtumo nėra švariame vandenyje (Steel, R. - Maxon, W.D.: Biotechn. and Bioeng. 2, 231, 1962). Šie nepakankamai žinomi reiškiniai, priklausomai nuo kultūrų savybių ir kultūros terpės sudėties, taip pat

5 pateisina maišymo sistemų, kurių maišymo poveikis gali būti kontroliuojamas plačiose ribose ir keičiamas atsižvelgiant į kiekvieną maišymo operaciją, sukūrimą.

Kita vertus, bendra aprašytų maišytuvų ypatybė yra ta,

10 kad bet kuris iš jų gali daryti tam tikrą maišymo poveikį, kuris galėtų apriboti procesų optimizavimą.

Maišymo efektyvumas, atsižvelgiant į aparatą, priklauso nuo naudojamos energijos dydžio ir maišymo sistemos

15 konstrukcijos. Paprastai ištirpusio deguonies koncentraciją galima pagerinti iki reikalingo lygio žinomais maišytuvais, padidinant maišymo energijos ir įleisto oro kiekį. Tačiau neproporcingai didėjantis energijos poveikis ir jos kaina, putų susidarymo intensyvinimas

20 ir mikroorganizmų sugedimas, didėjant reaktoriaus apimčiai, gali vis labiau ir labiau riboti gamybą.

Žinoma daugiapakopė turbina, paprastai susidedanti iš tų pačių elementų, ir kitos maišymo sistemos dėl

25 paminėtų trūkumų ir konstrukcijų apribojimų neužtikrina pakankamo lankstumo, kad patenkintų specifinius įvairių mikroorganizmų reikalavimus.

Dėl didėjančių bioreaktoriaus matmenų aprašytos aplinkybės reikalauja maišymo-gazavimo sistemų optimizavimo

30 stiprinimo, o tai yra šio išradimo objektas.

Šiame išradime pateikiamas sudėtingas maišytuvas, kuris turi didelio diametro propelerinius maišytuvus, pritvirtintus prie bendro vertikalaus maišomojo veleno, ir

35 kuriame atviri kanalai yra išsidėstę prieš sukimosi kryptį ant bent vieno maišytuvo ašmenų - toliau

5 pirminių ašmenų; šie kanalai susisiekią su dujų įėjimu; tam tikras kito antrinio propelerio maišomųjų ašmenų dalies veikimo kampas yra priešingos krypties ir jų ilgis bei veikimo kampas nelabai sulyginamas su kitomis ašmenimis.

10 Turbulentiškumą stiprinantys reflektorinės pertvaros strypai yra sumontuoti ant pirminių ir antrinių maišomųjų ašmenų galų arba jų dalies.

15 Dujos, tekančios pro tuščiavidurį maišiklio lizdą į kanalus ant maišymo sistemos pirminių ašmenų, yra išretinamos ir pabaigoje išsklaidomos palei visą kanalų ir ašmenų ilgį dėl prisilėgimo ir turbulentiškumo sparno ašmenų įsiurbimo pusėje, sukeliančių intensyvių skysčio tekėjimą; tuomet dujos nukreipiamos srove, kurią skatina efektyvi ašinė srovė ir greitina propelerio sparnai.

20 Pirminių propelerinių maišytuvų konstrukcija pagal šią išradimą pagrįsta tuo, kad kanalų, esančių ant ašmenų, pagalba dujos pabaigoje išsklaidomos dideliame paviršiuje be papildomos energijos ir lygiai įmaišomos į visą tekančio skysčio masę. Todėl maišymo sistema 25 didesnę dalį energijos naudoja dujų ir skysčio mišinio cirkuliacijai, o tai yra reikšmingas privalumas, atsižvelgiant į sistemos energijos suvartojimą.

30 Dujos paprastai leidžiamos pro tuščiavidurį veleną į pirminio maišytuvo tuščiavidurį lizdą arba kitu būdu, kai vamzdynas praleidžia dujas į maišytuvo lizdą, t.y. cilindrą su atviru apatiniu galu.

35 Pirminio maišytuvo oro įsiurbimo-išsklaidymo kanalai yra išdėstyti visu ilgiu pagal nulinkusius galus, bet jie gali būti išdėstyti (paprastai tai ne taip efektyvu) ant kitos ašmenų dalies, netgi šalia ašmenų,

kur nevyrauja srovės, kurią greitina ašmenys, išsklaidymo efektas. Šis atstumas yra apie 2 kartus didesnis už kanalo plotą, todėl nepraktiška montuoti kanalus toliau. Dėl konstrukcijos sudėtingumo
 5 privalumas yra toks, kad ašmenys, keliuose taškuose sujungti su kanalais, sudaro tvirtą sistemą, kuri daugiau atspari rezonanso reiškiniams; sukeliančias palyginti ilgų ir plonų ašmenų lūžimą

- 10 Dujos, kurios turi būti išsklaidytos, pro perforuotą platų vamzdį arba purkštuvus įleidžiamos į biorektorių, kuris yra žemiau apatinio maišytuvo. Todėl, jeigu bioreaktoriaus talpa yra keletas šimtų m^3 , oras leidžiamas, esant dideliame slėgimui. Kitas svarbus
 15 maišymo sistemos pagal šią išradimą bruožas yra tas, kad pirminis maišytuvas, atliekantis pirminį išsklaidymą, gali būti pritaikytas kaip aukštesnioji fazė, ne tik sumažinanti suslėgimą, bet ir pailginanti oro pusrlelių trajektoriją, tuo pagerinant medžiagos perdavimą.
 20 Tačiau tai nerealizuojama dėl žinomų priežasčių ir turbomaišytuvuose ir siurbiamuose maišytuvuose.

Pagal išradimą silpnesnė priešingos krypties srovė, kurią sukelia ašmenys su priešinga transportavimo
 25 kryptimi ir mažesniu transportavimo pajėgumu, t.y. mažesnis kritimo kampas ir/ar trumpesni antrinių propelerinių maišytuvų ašmenys, atliekantys dujų-skysčio mišinio cirkuliaciją ir antrinę kiekvienos oro pusrlelės išsklaidymą, iššaukia seriją sūkurių,
 30 smūgiuojančių pagrindinę srovę, kurių energija išsklaidoma lygiau negu tuo atveju, kai sūkuriai atsiranda prie tradicinių turbomaišytuvų plonų ašmenų galų. Tokių sūkurių intensyvumas kinta, keičiant kritimo kampą ir/arba sparno ašmenų ilgį. Taigi,
 35 priešingai tradicinių maišytuvų apribojimams, energijos, suvartotos cirkuliacijai ir turbolentiškumui, proporcija šių specifinių ašmenų atveju yra

5 kintama, ir, jei būtina, gali būti pagerintas tradicinių propelerinių maišytuvų mažas išsklaidymo produktyvumas. Daugelyje atvejų, naudojant šią sistemą, rezultatas yra geresnis negu naudojant tradicines sistemas.

10 Antrinių propelerinių maišytuvų išsklaidymo efektą galima pagerinti, jei nedidelio kritimo kampo ir/arba mažo diametro propelerio sparnų sukurta silpnė priešinga srovė sudarys atskirą fazę ir sparnai bus sumontuoti alternatyviai ant maišomojo veleno su antriniais propeleriniais maišytuvais, aprūpintais ašmenų sparnais, pasižyminčiais didesniu transportavimo pajėgumu, taigi, didesniu kritimo kampu ir/ar didesniu
15 diametru, sukeliančiu pagrindinę srovę. Tačiau toks sprendimas leidžia realizuoti mažiau smūginių zonų.

20 Propelerinių maišytuvų sparno ašmenų išsklaidymo pajėgumą galima dar pagerinti, jei reikia, reflektorinės pertvaros strypais, pritvirtintais prie jų nulinkusių galų. Nustatyta, kad reflektorinės pertvaros strypai sukuria sukūrių serijas, kurių intensyvumas reguliuojamas jų pločių plačiose ribose, tačiau kurie seka pagrindinės mišinio srovės tekėjimo kryptimi, ir
25 šis būdas palengvina išsklaidymą ir komponentų sumaišymą žalingai nesumažindamas fermentuojančio skysčio sumaišymo.

30 Ašmenų išsklaidymo pajėgumą galima pagerinti pagalbiniais sparnais, kurių plotis $1/3$ didesnis už plotį ašmenų, išdėstytų žemiau ar virš orą išsklaidančių kanalų. Atitinkamai keičiant šių pagalbinių sparnų kritimo kampą palyginti su ašmenų kampu, skysčio-dujų mišinio, praeinančio tarp jų ir ašmens greitį galima
35 keisti plačiose ribose, tuo būdu srovės, kurią sukuria pirminiai ir antriniai maišytuvai, turbulentiškumą galima toliau stiprinti. Pirminių ašmenų atveju srovės

pagreitinimas ir jo pasekmės: išsiurbimo efektas, turbulentiškumo ir išsklaidymo pajėgumo sustiprinimas būna tada, kai pagalbiniai sparnai pritvirtinami lygiagrečiai ašmenims, nes kanalai susiaurina skersinį pjūvį tarp ašmenų ir pagalbinių ašmenų.

Mažiau paklausiais atvejais propelerinių maišytuvų ašmenys gali būti padaryti kaip plokštės, palinkusios smailiu kampu sukimosi kryptimi, vietoj geometrinio spiralinio paviršiaus, naudojamo propeleriniuose maišytuvuose. Šiuo atveju ašmenų kritimo kampas gali būti sumažintas keliuose fazėse. Žinoma, turbulentiškumo sustiprinimas garantuojamas bet kuriuo atveju.

Ivairūs sudėtingo maišytuvo variantai pagal šį išradimą leidžia pritaikyti maišymo sistemas prie ypač skirtingų įvairių mikroorganizmų kultūrų proporcijų ir reikalavimų.

Todėl, pavyzdžiui, tuo atveju, kai labai putojantys fermentuojantys skysčiai kliūdo paduoti O_2 ir medžiaga, geriau naudoti sistemą, susidedančią iš pirminio maišytuvo su išsiurbiamuoju kanalu ir antrinių propelerinių maišytuvų be priešingos krypties sparno ašmenų. Kita vertus, mažiau putojančių mažo klampumo fermentuojančių skysčių atveju, kai užtenka nedidelio maišymo, galima naudoti sistemą, susidedančią tik iš antrinių maišytuvų.

Daugumoje žinomų fermentacijos procesų sudėtinga sistema, susidedanti tik iš pirminių ir antrinių maišytuvų, užtikrina optimalias medžiagos perdavimo sąlygas.

Sudėtingose maišymo sistemose pagal šį išradimą kiekviena pagrindinė maišymo operacija, nustatanti medžiagos perdavimą, energijos proporcijas suvartotos

cirkuliacijai ir turbulentiškumui, gali būti vienodai paskirstyti visame dujų-skysčio mišinyje, ir duoti procesai gali būti optimizuoti netgi ekstremaliais atvejais pagal proporcijas, atitinkančias specifinius reikalavimus. Tinkama maišytuvų priešingos krypties sparnų ašmenų konstrukcija pagal išradimą ir sukurių, lengvinančių maišymą, intensyvumo reguliavimas - be to, ir tolygaus medžiagos perdavimo optimizavimas padeda išvengti mikroorganizmų pažeidimų, o tai turbomaišytuvuose nekelia rimtų problemų.

Smulkiau išradimas bus aprašytas pateikiant pavyzdžius ir remiantis brėžiniais:

- Fig.1 yra šio išradimo maišytuvo detalės,
Fig.2 yra brėžinio fig.1 vaizdas iš viršaus,
Fig.3 yra brėžinio fig.1 pjūvis III-III,
Fig.4 yra ašmens su slopintuvo strypu pjūvis,
Fig.5 yra ašmens su pagalbiniu žiedu pjūvis ir
Fig.6 yra šio išradimo bioreaktoriaus pjūvis.

Brėžiniai fig.1-3 rodo šio išradimo aparato maišymo elementą. Propelerinis maišytuvas 2, pritvirtintas prie bioreaktoriaus maišomojo veleno 1 susideda iš ašmenų 4, išdėstytų ant lizdo 3. Kanalai 5 yra padaryti užpakalinėje ašmenų 4 pusėje. Jie per skylės 6 susisiečia su tuščiaviduriu lizdu 3.

Dujos praeina pro dujų įėjimą 7 į tuščiavidurį lizdą 3 ir iš ten pro skylės 6 į kanalus 5.

Brėžinyje fig.4 parodytas reflektorinės pertvaros strypas 8, pritvirtintas prie ašmenų 5 galo.

Fig.5 parodytas maišymo ašmens 4 (fig.1), kanalo 5, pritvirtinimo 11 prie ašmens, ir pagalbinio ašmens 12, pritvirtinto lygiagrečiai ir virš ašmens 0,3 ašmens pločio atstumu, pjūvis.

Brėžinys rodo srovės tarp 2 lygiagrečių ašmenų pagreitinimo kanalu 5 susiaurinus srovės skersinį pjūvį.

Fig.6 parodytas šio išradimo aparato praktinis įgyvendinimas. Čia maišomasis velenas 1 yra sumontuotas bioreaktoriaus 9, kuris turi keturis ašmeninius, propelerinius maišytuvus 2a, 2d, centre.

Dujų įėjimas yra prie žemiausio propelerinio maišytuvo 2a. Šio pirminio propelerinio maišytuvo 2a konstrukcija tokia pati, kaip parodyta 1-3 fig., jo diametras sudaro 70% bioreaktoriaus diametro D , jo judėjimas vyksta žemyn. Be to, keturi antriniai propeleriniai maišytuvai 2b-2c yra sumontuoti ant maišomojo veleno 1. Propelerinių maišytuvų 2c ir 2e diametras d_1 ir judėjimo kryptis yra ta pati, kaip ir pirminio propelerinio maišytuvo 2a, du kiti propeleriniai maišytuvai 2b ir 2d turi du žemyn judančius ašmenis, kurių diametras d_1 , t.y. $0,7D$, ir du aukštyn judančius ašmenis, kurių diametras d_2 , t.y. $0,5D$. Atstumas h_1 tarp propelerinių maišytuvų 2a ir 2e sudaro 70% ilgesnių propelerinių maišytuvų diametro.

Reflektorinės pertvaros strypai yra pritvirtinti prie centrinio propelerinio maišymo 2c ašmenų, jų plotis sudaro 3% propelerinio maišytuvo diametro.

Aukščiau aprašyta maišymo sistema tinka maišyti ir gazuoti vidutinio putojimo fermentuojančius skysčius, kuriems reikalingas vidutinis maišymo intensyvumas.

5 Buvo atlikti bandymai su šio išradimo aparatu, kurių metu sudėtinga maišymo sistema, atsižvelgiant į būdingus hidromechaninius parametrus, homogenizavimo laiką, išsklaidymą ir dujų "sulaikymą", pasirodė geresnė už tradicinius Raštono turbomaišytuvus.

10 Matavimai buvo atlikti švariame vandenyje ir labai putojančioje kultūros terpėje. Nelauktai, vietoj geresnio išsklaidymo, pastebėtas mažesnis putojimas negu turbomaišytuvuose, kuris gal būt yra vienodesnio energijos išsklaidymo pasekmė.

15 Tai yra labai reikšminga fermentacijos procesų našumui, nes putojimą slopinančios medžiagos paprastai sumažina medžiagos perdavimą.

20 Remiantis aprašytais principais, maišymo sistemą galima sumontuoti įvairiais būdais, kurių privalumas kaip tik yra sudėtingumas ir kintamumai. Tačiau, norint kad jie efektyviai veiktų, būtina laikytis tam tikrų proporcijų:

25 Maišytuvų su aukštu diametro koeficientu, paprastai sukuriančių žemyn tekančią srovę, diametro sudaro 50-70% ir ašmenų su mažesniu transportavimo pajėgumu, sukuriančių priešpriešinę srovę, diametro sudaro 40-60% reaktoriaus diametro. Atstumas tarp maišytuvų sudaro 50-100% maišytuvų su aukštu diametro koeficientu diametro. Reflektorinės pertvaros strypų plotis sudaro 3-6% maišytuvo diametro.

35 Sudėtingas maišytuvas pagal šį išradimą - priklausomai nuo aplinkybių - kaip pagerinto hidraulinio efektyvumo

rezultatas, gali padidinti cheminių procesų intensyvumą, tuo pačiu padidinti pajėgumą sumažinti komponento kiekį procese, be to, pagerinti išeigą ir/ar sumažinti specifinį maišymo energijos panaudojimą biologiniuose procesuose.

Aukščiau pateikti pavyzdžiai tiksliai iliustruoja išradimą, ir reikia suprasti, kad galimos įvairios aparato modifikacijos, bet išradimo apibrėžties ribose.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Dujų išsklaidymo skystyje ir intensyvaus maišymo
vertikaliuose cilindriniuose reaktoriuose maišytuvas,
5 kuris turi propelerinius maišytuvus su didelio diametro
koeficientu, sumontuotu ant bendrojo vertikalaus
veleno, ir dujų įėjimą, b e s i s k i r i a n t i s
tuo, kad atviri kanalai (5), priešingi sukimosi
krypčiai, yra ant bent vieno propelerinių maišytuvų
10 (2), kuris susisiečia su dujų įėjimu (7), ašmens.
2. Maišytuvas pagal 1 punktą, b e s i k i r i a n t i s
tuo, kad kanalai (5) per kiaurymes (6) yra sujungti su
tuščiaaviduriu lizdu (3), sumontuotu ant propelerinio
15 maišytuvo (2) maišomojo veleno (1), ir dujų įėjimas (7)
yra vamzdis, vedantis į tuščiaavidurį lizdą (3).
3. Maišytuvas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s
tuo, kad dujų įėjimas (7) yra latakas maišomajame
20 velene (1), ir kanalai (5) susisiečia su šiuo latakų.
4. Maišytuvas pagal bet kurią iš 1-3 punktų, b e s i s
k i r i a n t i s tuo, kad kanalai (5) yra prie ašmenų
(4) nulinkusių galų.
25
5. Maišytuvas pagal bet kurią iš 1-3 punktų, b e s i s
k i r i a n t i s tuo, kad kanalai (5) yra išsidėstę
arba pritvirtinti išilgai arba netoli ašmenų (4) taip,
kad atstumas tarp ašmenų (4) ir kanalų (5) būtų
30 mažesnis negu dvigubas kanalo angos plotis.
6. Dujų išsklaidymo skystyje ir daugiafazio mišinio
intensyvaus maišymo vertikaliuose reaktoriuose
maišytuvas, turintis didelio diametro koeficiento
35 propelerinius maišytuvus, sumontuotus ant bendrojo
vertikalaus veleno, b e s i s k i r i a n t i s tuo,
kad propelerinių maišytuvų (2) tam tikras ašmenų (4)

dalies kritimo kampas yra priešingos krypties, ilgis ir/arba kritimo kampas yra mažesnis negu kitų ašmenų.

- 5 7. Maišytuvas pagal 6 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad priešingos krypties trumpesni ir/arba mažesnio kritimo kampo ašmenys (4) pritvirtinami alternatyviai prie bendro lizdo (3) tarp smailes kritimo kampo ir/arba ilgesnių ašmenų.
- 10 8. Maišytuvas pagal 6 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad priešingos krypties trumpesni ir/arba mažesnio kritimo kampo ašmenys (4) yra pritvirtinti prie atskiro lizdo arba lizdų (3) ir alternatyviai sumontuoti ant bendrojo veleno (1) su didesnio kritimo kampo
- 15 propeleriniais maišytuvais (2), ir/arba ilgesni ašmenys panašiai pritvirtinti prie atskiro lizdo arba lizdų (3).
- 20 9. Maišytuvas pagal bet kuri iš 1-8 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad reflektoriniai pertvaros scrypai (8) yra ant bent dalies propelerinių maišytuvų (2) ašmenų (4) nuliūkusio galo.
- 25 10. Maišytuvas pagal bet kuri iš 1-9 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pagalbiniai sparnai (12) yra ant nuliūkusio galo pusės virš ašmenų (4) arba žemiau jų ir lygiagrečiai arba daugiausiai 20 kampu nukrypę; jų plotis sudaro bent 30% ašmens pločio.
- 30 11. Maišytuvas pagal bet kuri iš 1-5 ir 8 arba 9 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad žemiausiojo propelerinio maišytuvo (2) ašmenys (4) turi kanalus (5) ir dujų įėjimą.
- 35 12. Maišytuvas pagal bet kuri iš 1-5 ir 8 arba 9 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vieno iš

viršutinių maišymo fazių ašmenų (4) turi kanalus (5) ir dujų įėjimą.

13. Maišytuvas pagal vieną iš 1-11 punktų, b e s i s-
 5 k i r i a n t i s tuo, kad propelerinių maišytuvų (2)
 ašmenys (4) yra palinkę smailiu kampu sukimosi
 kryptimi.

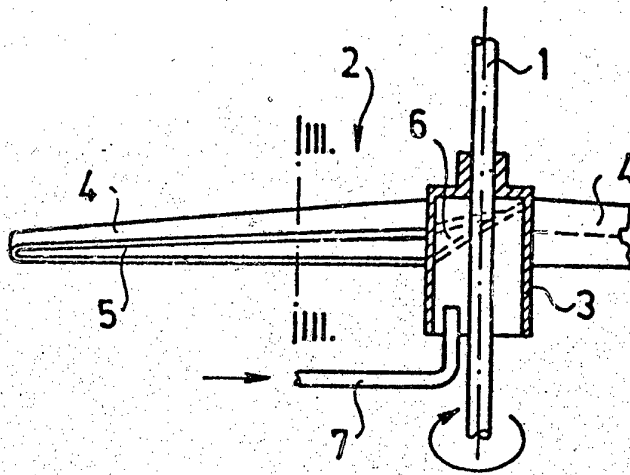


Fig.1

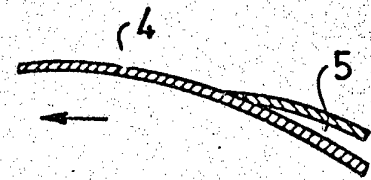


Fig.3

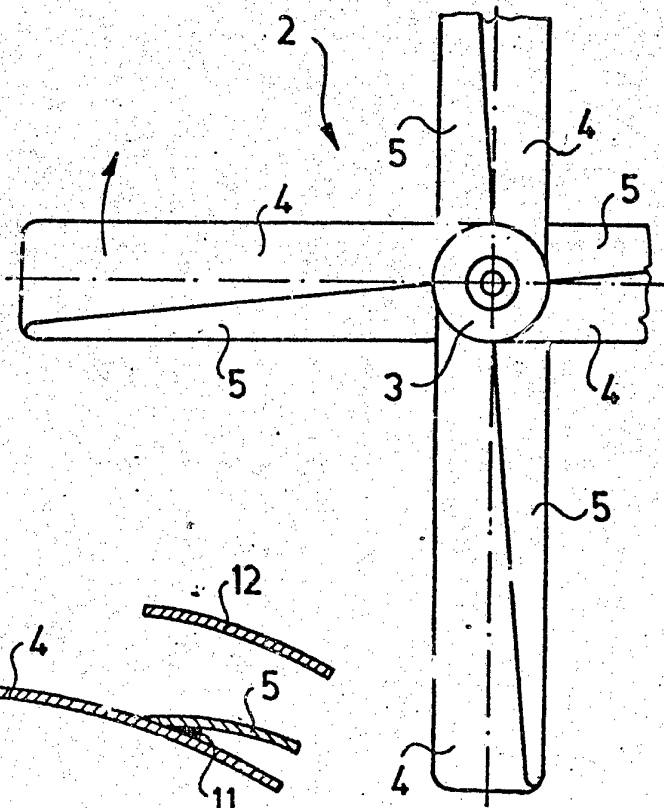


Fig.2

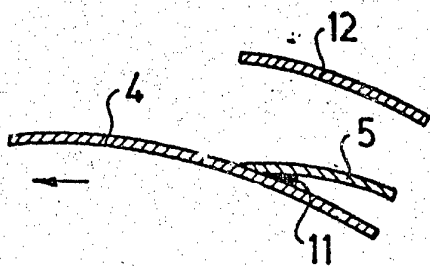


Fig.5

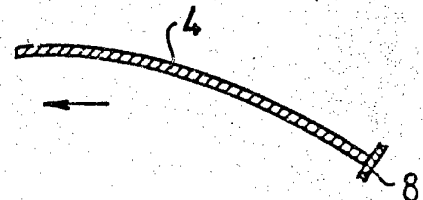


Fig.4

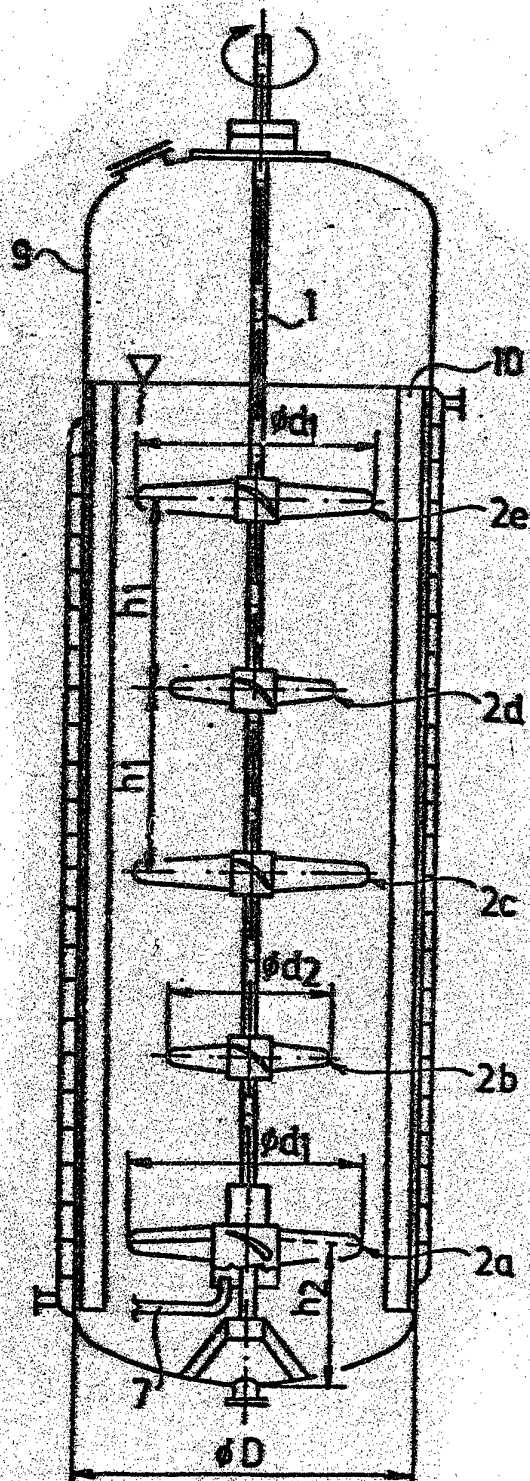


Fig.6