

(11) Patent numeris: **6814** (51) Int. Cl. (2021.01): **F23G 5/00**

(21) Paraiškos numeris: **2019 066**

(22) Paraiškos padavimo data: **2019-08-20**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2021-02-10**

(45) Patent paskelbimo data: **2021-04-26**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(72) Išradėjas:

**Virgaudas Leonas DIKINIS, LT**  
**Olena FEDORYSHCHEVA, UA**

(73) Patent savininkas:

**DSS CRYSTAL LTD., A112 Aleksandra Gate, CF24 25A Cardiff, GB**

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

**Liucija JANICKAITĖ, Inpatra UAB, Šeškinės g. 59-53, LT-07162 Vilnius, LT**

(54) Pavadinimas:

**Įrenginiai bei būdai atliekoms perdirbti, panaudojant pirokatalizę**

(57) Referatas:

Reaktorius specialiai sukurtas atliekoms perdirbti termopulsaciniu metodu, neišmetant jokių darinių į aplinką. Autoriai šį metodą pavadino pirokatalize, skirta ekologiškai perdirbti atliekas. Įrenginiai bei būdai atliekoms perdirbti, panaudojant pirokatalizę, apimantys žaliavos ir katalizatoriaus padavimą į reaktorių, pabaigiant visišką žaliavos perdirbimą pirolizės zonoje, pirokatalizės dujų ir gautų produktų išvedimą iš reaktoriaus, žaliavą iki jos apdirbimo pirolizės ekrane (18) apdoroja dviejose pirokatalizės zonose: pirmoji zona yra sraiginiame mechanizme, kur gautos dujos, sukuriant pulsaciją, paduodamos iš sienelių ir veleno bei menčių; antroji pirokatalizės zona yra vamzdiniame pirokatalizės bloke (9), užsandarintame nuo dujų kameros ir nuo pirolizės bloko dvigubai lenkta diafragma (D); pirolizės zonoje vykdo reakcijas, palaikant 0,05 - 0,2 MPa slėgį ir temperatūrą (pirolizinę). Vykdam celiuliozės atliekų perdirbimą, jeigu reikalinga, atliekas smulkina ir sumaišo su sodrintu valgomosios druskos tirpalu, kartu paduodant gautas pirokatalizės dujas ir garą ir sukuriant pulsaciją visoje perdirbamoje masėje. Vykdam celiuliozės atliekų perdirbimą, pirokatalizės zonos sraigtas turi galimybę suktis į abi puses, o po pirolizės ekranu (18) sumontuotas antras (apatinis) lenktas pirolizės ekranas (59) arba indas angliavandeniliniam skysčiui surinkti. Dirbantis reaktorius, kurio pagrindu galima sukurti įmonę, visiškai autonominis, nes nereikia iš šalies vandens, gamtinių dujų, elektros energijos.

### **Technikos sritis**

Reaktorius specialiai sukurtas atliekoms perdirbti termopulsaciniu metodu neišmetant jokių darinių į aplinką. Autoriai šį metodą pavadino - pirokatalize, skirta ekologiškai perdirbti atliekas.

### **Technikos lygis**

Artimiausias išradimui yra organinių medžiagų terminio perdirbimo būdas ir įrenginys, aprašyti LT patente Nr. 5679. Patente į naujo tipo termoreaktorių dujos paduodamos srove. Sraigtinio padavimo mechanizmas - neužsandarintas nuo pirminės dujų surinkimo kameros, apatinė vamzdinės pirolizės dalis atvira į pirolizės zoną. Nėra purkštukų, sukeliančių pulsaciją, pirokatalizės ir dalinės pirolizės zonose bei dujiniame aktyvatoriuje. Nėra aprašytų panaudojimo variantų bei patobulinimų.

### **Išradimo tikslas**

Išradimo tikslas yra patobulinti atliekų terminio perdirbimo įrenginį, kuris aprašytas LT patente Nr. 5679.

### **Išradimo esmė**

Išradimo tikslas įgyvendinamas tuo, kad organinių žaliavų terminio perdirbimo būde (termoreguliacija vykdoma viduje reaktoriaus, paduodant proceso metu gautas dujas Ž. Rankės vamzdžiu), apimančiame žaliavų padavimą ir apdirbimą terminiu būdu, kuriame perdirbimas vykdomas panaudojant pirokatalizę ir dalinę pirolizę. Pirokatalizė - tai metodas iššaukiamas katalizatoriumi bei keletu oksidatorių ir degimu temperatūroje nuo -50 °C iki +175 °C, palaikant slėgį 0,05 - 0,20 MPa, perdirbant neturtingą angliavandeniais žaliavą (iki 10 % iš viso). Autorių nuomone, išradimas daugiausia skirtas perdirbti žmogaus veiklos atliekas. Pirokatalizėje ir pirolizėje gali būti naudojamas katalizatorius biolitas - organinės kilmės nuosėdinė uoliena, pvz., kreida, klintis, durpės, į kurių sudėtį įeina gyvuliniai arba augaliniai organizmai.

Siūlomas įrenginys atliekoms perdirbti, panaudojant pirokatalizę, susidedantis iš reaktoriaus, žaliavos ir katalizatoriaus padavimo į reaktorių ir išvedimo iš reaktoriaus mechanizmo bei pirolizės zonos bloko, turi naujai už sraigtinio žaliavos ir katalizatoriaus padavimo į reaktorių mechanizmo pirmojoje dujų paėmimo kameroje sumontuotą iš dalies apdirbtos žaliavos, kuri patenka iš pirmos pirokatalizės zonos,

skirstytuvą su dvigubomis mentėmis, skirstytuvą su žaliava taip pat atlieka antros pirokatalizės zonos užsandarinimo funkciją iš viršaus, už skirstytuvo sumontuotas vamzdinis pirokatalizės blokas, sudarytas iš legiruoto plieno vamzdelių, sujungtų žiedais, vamzdeliai baigiasi kūginiais pirokatalizės stabilizatoriais, kurie pritvirtinti ant terminio laikiklio, pirokatalizės vamzdeliai išvesti žemiau diafragmos į pirolizės zoną.

Nauja siūlomame įrenginyje ir tai, kad pirolizės zoną sudaro lenktas ekranas, į kurį priverstinai paduodamos dujos, sukuriant 0,05 - 0,2 MPa slėgį, purkštukai nukreipti 160° - 180° kampų, o kiti purkštukai - 45° - 90° kampų, purkštukai yra skirtingo skersmens ir leidžia sukurti du momentinės pirolizės „dujų srauto“ ir „verdančio sluoksnio“ būdus; be to, pirolizės zonoje sumontuotas skystos frakcijos ir šlako kaupiklis turi dujinį aktyvatorių dujoms iš pirmos pirokatalizės zonos paduoti, kurį sudaro perforuotas vamzdis su skirtingo skersmens pulsuojančiais purkštukais ir skystos frakcijos ir šlako nuvedimo vamzdis su automatiniu nuspaudimo vožtuvu. Taip pat įrenginyje, vykdant celiuliozės atliekų perdirbimą, pirokatalizės zonos sraigtas turi galimybę sukurti abi puses, o po pirolizės ekranu sumontuotas antras (apatinis) lenktas pirolizės ekranas arba indas angliavandeniliniam skysčiui surinkti.

Siūlomas būdas atliekoms perdirbti, panaudojant pirokatalizę, apimantis žaliavos ir katalizatoriaus padavimą į reaktorių, pabaigiant visišką žaliavos perdirbimą pirolizės zonoje, pirokatalizės dujų ir gautų produktų išvedimą iš reaktoriaus, charakterizuojamas tuo, kad žaliavą iki jos apdirbimo pirolizės ekrane apdoroja dviejose pirokatalizės zonose:

pirmoji zona yra sraiginiame mechanizme, kur gautos dujos, sukuriant pulsaciją mikroburbuliukais, paduodamos iš sienelių ir veleno bei menčių, mikroburbuliukai veikia kaip šiluminės energijos transformatoriai - pernešiklis, kyla slėgio ir temperatūros reikšmės iki 15 - 45 %; pirmoji pirokatalizės zona hermetizuojama nuo dujų surinkimo kameros, slėgį palaiko nuo 0,11 MPa iki 0,15 MPa, žaliavos temperatūrą nuo -10 °C iki +150 °C, paduodamų dujų temperatūrą nuo -70 °C iki +100 °C;

antroji pirokatalizės zona yra vamzdiniame pirokatalizės bloke, užsandarintame nuo dujų kameros ir nuo pirolizės bloko dvigubai lenkta diafragma (D), kurios žemiausiose vietose yra filtras skystai frakcijai su mineraline dalimi ištekėti, gautų pirokatalizės dujų paskirstymas bei padavimas viršutinis; žaliavos temperatūrą kelia nuo +80 °C iki +175 °C ir sukelia dalinę terminę destrukciją;

pirolizės zonoje vykdo reakcijas, palaikant mažą slėgį (0,05 - 0,2 MPa) ir temperatūrą (pirolizinę), skystą fazę pradeda apdirbti kaupiklyje, pirolizės procesui paduodamų dujų temperatūra yra nuo +70 °C iki + 175 °C, žaliavą perdirba +200 °C ... +250 °C temperatūrose.

Vykdamas celiuliozės atliekų perdirbimą, jeigu reikalinga, atliekas smulkina ir sumaišo su sodrintu valgomosios druskos tirpalu, kartu paduodant gautas pirokatalizės dujas ir garą ir sukurią pulsaciją visoje perdirbamose masėje, masę maišo, esant teigiamai temperatūrai nuo 3 iki 50 minučių, gautą masę uždaru transporteriu paduoda į celiuliozės atliekų perdirbimo reaktorių, perdirbimo trukmė nuo 10 iki 50 minučių, pirolizės zonoje paduoda gautas tik iki + 100 °C temperatūros dujas, pirolizės procesą vykdo temperatūrose +100 °C - +200 °C.

Perdirbant labai skystus dumblus arba purviną vandenį, įrenginį transformuoja: sraigtinį mechanizmą prailgina 300 mm - 1000 mm, sraigtinio mechanizmo padavimo apačioje įtaiso drenažinį tinklėlį.

Perdirbant atliekas siūlomu būdu, dalį pirokatalizės dujų naudoja gamybos procese, perdirbant žaliavą, taurinant skystus angliavandenilius bei elektros generatoriuje, o atidirbtas dujas vėl grąžina į perdirbimo procesą.

Autorių nuomone, išradimas daugiausia skirtas perdirbti žmogaus veiklos atliekas. Chrestomatinis pirokatalizės reaktorius padalintas į dvi pirokatalizės zonas ir pirolizės zoną. Sraigtinio padavimo mechanizmas yra pirmoji pirokatalizės zona, turinti sandarinimo plokšteles nuo dujų kameros, gautos degios dujos paduodamos iš sienų, iš veleno bei sraigtinio mechanizmo menčių, paduodamos 0,11 - 0,15 MPa slėgiu, pulsuojant. Čia įvyksta apie 30 - 70 % dujų išsiskyrimas. Nors gana daug, apie 50 - 60 % nuo visos dujų masės, susidaro anglies monoksido CO ir anglies dioksido CO<sub>2</sub> („dujinės anglies“) ir vandens garų, reikšmingų tolimesniam perdirbimui virš 30 % vandenilio H gavimas, skaičiuojant iš viso įmanomo gauti kiekio.

Gautų dujų mišinys nukreipiamas į antrą pirokatalizės zoną ir pirolizės ekraną (kur reikalingos „šaltos“ dujos). Dujų temperatūra apie +100 °C, ten vykstančiuose cheminiuose procesuose būtinas vandenilis H.

Paduodant gautas dujas, pirmoje pirokatalizės zonoje, pirmuosius 60 - 70 cm jos pateikiamos temperatūros nuo -70 °C iki -80 °C, žaliava greitai užšaldoma nuo -5 °C iki -10 °C. Sraigtinis mechanizmas varto žaliavą, kuri subyra į mažus ledo ir

žaliavos darinius, vėliau paduodant karštas dujas: 190 - 280 cm (matuojant nuo sraigtinio mechanizmo pradžios) įvyksta momentinis tirpimas, ledas ardo medžiagą, pats irgi suirdamas, gauname sraiginiame mechanizme mišinį: žaliava, garas - pirokatalizės dujas (iš kurių apytikriai 30 % vandenilio H), kurios yra geras oksidatorius. Atšildžius žaliavą iki temperatūros +100 °C ir paduodant gautas dujas per pulsavimo purkštukus 0,11 - 0,15 MPa slėgiu, sukuriama mikroburbuliukai. Ant mikroburbuliuko plėvelės paviršiaus nešama anglis ir mineralinės dalelės, ledo kristaliukai, mikroburbuliuko viduje dujos CO, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, H. Jie paskutinėje dalyje pirmos pirokatalizės zonos sprogdami ardo žaliavos molekulinis ryšius. Mikroburbuliuko paviršiuje atneštos medžiagos (anglis ir mineralinės dalelės, ledo kristaliukai) padeda katalizatoriui vykdyti terminę destrukciją.

Sraiginiame padavimo mechanizme vyksta reakcijos: kieta fazė - dujos ir dujos - dujos plius ledas ar vandens garai - panaudojamas kaip oksidatorius. Tolimesnis proceso vystymasis aprašytas LT patente Nr. 5679.

Pirmiausia žiūrima į slėgių skirtumą tarp įpurškiamo per vožtuvą slėgio, paduodant apibrėžtu kiekiu, temperatūra, sudėtimi bei slėgiu į I ir II pirokatalizės zonas. Pulsacijos efektyvumas priklauso nuo slėgių skirtumo tarp esančio talpoje bei įpurškiamų dujų - siūlomas slėgių skirtumas 0,3 iki 0,5 atm, temperatūrų skirtumas efektyviausias, esant +30 °C iki +50 °C, galima net virš +150 °C. Geresni rezultatai pasiekiami, kai I ir II pirokatalizės zonose temperatūra yra žemesnė negu teikiamų dujų.

Šaldant-džiovinant žaliavą paduodamos šaltos dujos, kurios šiltoje aplinkoje intensyviai plečiasi ir mikroburbuliukas labai greitai plečiasi ir sprogdą. Geriausiai burbuliukas „dirba“, esant masės konsistencijai, panašiai į grietinę.

Slėgio augimas mikroburbuliuko viduje kelia temperatūrą, degių dujų, vandens garų ir „dujinės“ anglies koncentraciją.

Gaunamos 15 - 25 % slėgio ir temperatūros pakilimo reikšmės. Esant pastoviai pulsacijai mikroburbuliukas veikia kaip šiluminės energijos transformatorius bei pernešiklis.

Gautų dujų mišinys nukreipiamas į antrą pirokatalizės zoną ir į pirolizės ekraną (reikalaujamos „šaltos“ dujos), dujų temperatūra apie +100 °C, vykstančiuose cheminiuose procesuose būtinas vandenilis H.

Vamzdiniame pirolizės bloke padidinamas reakcijos plotas ir pastoviai keliama žaliavos temperatūra nuo +60 °C iki +175 °C. Paduodamos gautos degiosios dujos yra karštesnės už perdirbamą žaliavą.

Prie apie +100 °C žaliavoje pradeda išsiskirti skysta angliavandenilių frakcija, vykdoma apie 50 - 70 cm ilgyje, pirokatalizės vamzdžio pradžioje.

Tarpfazinių reakcijų metu gaunami išsiskiriančių dujų - paduodamų dujų, skystų ir dujinių angliavandenilių, vandens garų ir vandenilio klasteriai, kuriuos galima aprašyti kaip - *cluster multi-range interpolation*, (angl.) *CMRI* - kada yra suderinama skirtingi modelių tarpatominiai potencialai, gaunant suvienodintą potencialą, tai sudaro galimybę aprašyti chemines reakcijas su neapibrėžtu atomų skaičiumi. Šiuo atveju klasteris yra atomų rinkinys.

Reakcijų vyksmo pagrindinės kryptys:

- a) tarp išsiskiriančių ir paduodamų dujų;
- b) paduodamų dujų ir skystos fazės;
- c) paduodamų dujų ir kietos fazės;
- d) skystos fazės ir kietos fazės;
- e) skysta fazė - išsiskiriančios dujos;
- f) skysta fazė - skysta fazė (išsiskirianti);
- g) kieta fazė - išsiskiriančios dujos.

Gautą skystą frakciją iki perdirbimo pirokatalizeje galima apibūdinti kaip organinį degutą su kai kuriomis priemonėmis.

Reikia pabrėžti, kad temperatūroje nuo +180 °C iki +190 °C bus tik prisotinti angliavandeniliai, o nuo +200 °C iki +450 °C neprisotintų angliavandenilių kiekis žymiai išauga, išeiga priklauso nuo žaliavos cheminės sudėties. Reakcijos trukmė sraigtiniame padavimo mechanizme apie 180 s, vamzdiniame pirokatalizės bloke iki 120 s.

Pirolizės zonoje sukuriama du poveikio būdai virš pirolizės ekrano: „verdančio sluoksnio“ ir „dujų srauto“. Pirolizė momentinė vykdoma 1 - 3 s. Susidurdami degių dujų sraute skystos frakcijos lašai, neperdirbtos žaliavos likučiai sukuria papildomą šilumą, todėl skystos frakcijos surinkimo zonoje paduodamos gana „šaltos“ dujos iki

+180 °C.

Pirolizės lenktame ekrane sukurtą „verdantį“ sluoksnį galima apibūdinti, kaip pseudoskystį, mišinys susideda iš likusių tvirtų dalelių ir skystos frakcijos lašų „plaukiojančių“ gautų degiųjų dujų srovėje, kuri paduodama iš apačios. Pseudoskystyje plaukiojančios kietos dalelės aktyviai besimaišydamos gerai perduoda šilumą ir šaltį, geriau negu kaip toks žinomas laidininkas - varis. Čia nėra verdančiame sluoksnyje, kaip įprasta, smėlio, jo kaip laidininko funkcijas atlieka mineralinių medžiagų likučiai.

Bandymuose paduodant gautas pirokatalizės dujas pulsuojančiomis mažomis porcijomis ir sukuriant pulsacijos burbuliuką, medžiaga nuo -50 °C sušilo iki +80 °C per 120 s. Mikroburbuliukas, susidaręs perdirbamoje medžiagoje, perneša ant savo paviršiaus papildomą anglį ir mineralinės dalies oksidus, vandenį kaip ledą arba vandens garus (antroje dalyje pirmosios pirokatalizės zonoje arba pirmoje dalyje antroje pirokatalizės zonoje) ir sprogdamas išlaisvina energiją, kurios pagalba ardomi vidiniai molekuliniai ryšiai, žymiai pakeldamas temperatūrą. Perdirbimo procese labai reikalingi deguonis ir vandenilis, kuriuos lengviausia gauti iš vandens. Deguonį dar įmanoma gauti iš molekulių (molekulinis atominis deguonis), o vandenilio trūksta.

Pirokatalizė - šaltas terminis apdirbimas, naudojant termopulsacijos metodą - skirstomas į du etapus. Pirmame etape: šaltas perdirbimas nuo -70 °C iki +10 °C. Intensyvios pulsacijos metu iššaukiamas vandenilio susidarymas, kartu vykdomas drėgmės surinkimas ir prisodrinimas angliavandeniliais. Antrame etape vyksta visiškas organinės dalies suskaidymas. Perdirbamos žaliavos temperatūra - pirokatalizėje nuo -50 °C iki +170 °C.

### **Trumpas brėžinių aprašymas**

Išradimas paaiškinamas 9 brėžiniais.

1 pav. pavaizduotas pirokatalizės reaktorius.

2 pav. - pirokatalizės vamzdinio bloko vaizdas A iš viršaus, iš pirminės dujų surinkimo kameros; vertikalus pjūvis B, kuriame pavaizduoti dujų vamzdžiai; skersinis pjūvis C, kuriame pavaizduoti legiruoti plieno strypeliai; vaizdas D iš apačios, kuriame pavaizduotas vamzdinis pirokatalizės blokas (iš pirokatalizės zonos).

3 pav. - turbulentinės pirolizės zonos ekrano fragmentas su gautų degiųjų

dujų padavimo schema.

4 pav. - reaktorius labai skystam dumblui perdirbti.

5 pav. - reaktoriaus vaizdas, kuriame įvestos papildomos talpos.

6 pav. - sraigtinis šlako apspaudimo įrenginys.

7 pav. - aktyvatorius celiuliozės turinčioms atliekoms perdirbti.

8 pav. - celiuliozės atliekų perdirbimo reaktorius (pirokatalizė).

9 pav. - dalinės pirolizės reaktorius.

### **Išradimo įgyvendinimo aprašymas**

Reaktorius specialiai sukurtas ir patobulintas, kad būtų galima vykdyti perdirbimą nauju termopulsacijos metodu - pirokatalize. Chrestomatinis įrenginys padalintas į tris zonas: dvi pirokatalizės ir vieną pirolizės.

I zona - tai zona horizontaliame mechanizme, kur gautos dujos pulsuojančiomis paduodamos iš sienelių, veleno bei jo menčių, zona hermetizuota, žaliavos temperatūra nuo  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  iki  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , paduodamų dujų - nuo  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  iki  $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

II zona - tai zona vamzdiniame pirokatalizės bloke, užsandarintame nuo dujų kameros ir nuo pirolizės bloko diafragmos, kurios žemiausiose vietose yra filtras. Pirokatalizės vamzdis - tai legiruoto plieno strypeliai, sujungti žiedais, vamzdis baigiasi kūginiais pirokatalizės reguliatoriais, vamzdžiai išvesti žemiau diafragmos. Žaliavos temperatūra nuo  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$  iki  $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , paduodamų dujų - nuo  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$  iki  $+170\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

III zona - tai pirolizės zona, kurią sudaro lenktas ekranas (18), kur priverstinai paduodamos dujos sukuriant slėgį, gaunami du akimirksninės pirolizės būdai, žaliavos perdirbimo temperatūra yra nuo  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$  iki  $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Atliekų perdirbimo reaktorių (1 pav.) sudaro priėmimo dozatorius (1), žaliavų priėmimo kamera (2), sraigtinis padavimo mechanizmas (3), kurio sienose yra vožtuvai (4) degių dujų, gautų perdirbant žaliavą, padavimui, dujos taip pat paduodamos ir iš veleno bei jo menčių per vožtuvus (4). Toks vožtuvų (4) išdėstymas įgalina degiąsias dujas paduoti pulsuojančiai, nedidelėmis porcijomis, tačiau dideliu dažniu. Dujų slėgis yra nuo 0,1 iki 0,15 MPa. Paduodamų degių dujų temperatūra yra nuo  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  iki  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ir priklauso nuo perdirbamos žaliavos cheminės ir



mechaninės sudėties. Reaktoriuje yra pirminio pirokatalizės dujų surinkimo kamera (5) su perdirbamos žaliavos skirstytuvu (6) su dvigubomis mentėmis (7) ir (8), esančiomis nevienodame aukštyje, kuriomis žaliava išlyginama ir prispaudžiama virš vamzdinės pirokatalizės bloko (9). Vamzdinį pirokatalizės bloką (9) (2 pav.) sudaro vamzdeliai (14), kuriais slenka žemyn žaliava. Vamzdeliai yra 2 - 3 m ilgio, jie sutvirtinami žiedais (15). Tarp vamzdžių išvedžioti dujų tiekimo vamzdeliai (16), kuriais pastoviai paduodamos gautos degiosios dujos, kurių temperatūra nuo +100 °C iki +170 °C, dujų paskirstymas bei padavimas - viršutinis. Pirokatalizės vamzdeliai (16) baigiasi kūginiais pirokatalizės stabilizatoriais (17), kurie pritvirtinami terminiais laikikliais (27) žaliavos slinkimo greičiui reguliuoti. Atstumai L tarp strypelių (14) negali viršyti 4 - 5 mm. Pirokatalizės zona baigiasi diafragma (D), kuri yra dvigubai lenkta, žemiausiose vietose yra filtras (26) skystai fazei ištekti. Pirokatalizės vamzdeliai (14) išeina į pirolizės zoną, skirti išleisti mineralines dalis ir skystą frakciją.

Turbulentinę pirolizės zoną (10) (3 pav.) sudaro ekranas (18) (perforuota konstrukcija), į kurią per priverstinį dujų padavimo vožtuvą (4) paduodamos gautos pirokatalizės dujos. Viduje yra papildomi dujų reguliavimo vožtuvai, kurie priverčia dujas judėti nevienodu slėgiu nuo 0,2 iki 0,5 MPa ir nuo 0,02 iki 0,05 MPa ir per skirtingo dydžio purkštukus (27) ( $d=1,0$  mm) ir purkštukus (28) ( $d=1,5$  mm). Žemiausioje konstrukcijos vietoje įtaisytas filtras (26) skystai frakcijai bei šlakui išleisti. Degios dujos į pirolizės zoną paduodamos +250 °C temperatūros. Sukuriami du momentinės pirolizės būdai: „verdančio“ sluoksnio ir „dujų“ srauto. Į skystų reaktoriaus veiklos produktų kaupiklį (12) (1 pav.) suteka skysta fazė ir likusios kietos mineralinės dalies frakcijos. Siekiant prisodrinti skystą frakciją angliavandeniliais, paduodamos gautos degiosios dujos per vožtuvą (4) į perforuotą vamzdį - dujinį aktyvatorių (19) su skirtingo skersmens purkštukais, kur pulsuojančiai sukuriama mikroburbuliukai. Skystoji frakcija ir šlakas pašalinami vamzdžiu (20) su automatiniu reguliuojamo spaudimo vožtuvu (20a).

Reaktoriuje (1 pav.) yra tik du besisukantys mechanizmai: sraigtinis padavimo mechanizmas (3), kurį per reduktorių (21) suka elektros variklis (22), žaliavos skirstytuvui (6) su dvigubomis mentėmis (7) ir (8) sūkius per movą perduoda elektros variklis (23). Degiosios dujos pastoviai išvedamos per vamzdelius (16), kad būtų išlaikytas reikalingas slėgis ir +175 °C temperatūra (priklausomai nuo žaliavos). Apsauginė daviklių sistema (29) išdėstyta pirminėje dujų surinkimo kameroje (5),

pirokatalizės vamzdiniame bloke (9), pirolizės zonoje (10), o gautos skystos frakcijos ir šlakas - kaupiklyje (12).

Gautos degiosios dujos panaudojamos: iki 5 % technologiniam procesui palaikyti (elektros srovės generatoriui), apie 95 % sunaudojama taurinti skystą frakciją, gaunant dyzeliną, benziną, mazutą arba degiąsias dujas. Gautų dujų kaloringumas yra didesnis  $300 - 600 \text{ kcal/m}^3$  negu žinomų analogų (biodujų).

Pirokatalizės pulsacijos vožtuvo, pavaizduoto 8 pav., veiksmas pagrįstas Archimedo susisiekančių indų principu. Jis pastoviai stengiasi išlyginti slėgį sistemoje, tuo pačiu sukeldamas pulsaciją reaktoriuje.

Reaktorius suskirstytas į tris dalis: I - II pirokatalizės zonos ir pirolizės. Reaktoriuje yra palaikomi šie slėgiai: I pirokatalizės zonoje -  $0,11 \dots 0,15 \text{ MPa}$ ; visose kitose zonose slėgis neviršija  $0,05 \text{ MPa}$ . Perdirbamos medžiagos temperatūros režimas nuo  $-50 \text{ }^\circ\text{C}$  iki  $+175 \text{ }^\circ\text{C}$  pirokatalizės zonoje leidžia gauti 90 - 98 % išeigą iš organinės dalies.

Perdirbant labai skystus dumblus, įrenginys transformuojamas (4 pav.). Sraigtinis įrenginio mechanizmas (3) prailginamas 300 mm - 1000 mm, sraigtinio mechanizmo (3) padavimo apačioje įtaisomas drenažinis tinklėlis (33).

### **Perdirbimo panaudojimo variantai**

Technologinis procesas visuose išvardintuose variantuose nereikalauja žaliavos džiovinimo. Paruošimas - tai dalinis atliekų susmulkinimas, kad daugiau tilptų į reaktorių, jeigu tai reikalinga. Pagrindinis atliekų, turinčių organiką, perdirbimo tikslas - gauti degias dujas ir tradicinius energijos nešiklius. Neįmanomas jokių dujinių darinių išmetimas į aplinką (nėra net kamino), kietų visiškai inertinių atliekų, skaičiuojant nuo perdirbamos masės lieka apie 2 - 5 %.

Variantas Nr. 1. Perdirbimas skystų dumblų, (pvz., uostų, vandens telkinių) paaiškinamas 4 pav.: sraigtinio mechanizmo apačioje įtaisomas tinklas, sraigtinis mechanizmas (3) prailginamas nuo 300 mm iki 1000 mm ir įdedamos plokštelės (31) paduodamoms gautoms dujoms užsandarinti.

Variantas Nr. 2. Kietų buitinių atliekų perdirbimas. Procesą vykdyti reikalingas dalinis atliekų rūšiavimas - pirokatalizės reaktoriuje nebus perdirbamos metalų bei stiklo atliekos. Nors aliuminio ir iš dalies silicio atliekas galima sudeginti

dalinės pirolizės reaktoriuje, kuris yra įrenginyje. Gauname pirokatalizės dujas arba tradicinius energijos nešiklius. Pakėlus temperatūrą iki +1500 °C galimas ir stiklo bei metalų perdirbimas.

Variantas Nr. 3. Anglies gavybos atliekų perdirbimas. „Terikonų“ perdirbimas. Galimas rudosios anglies ir akmens anglies atliekų perdirbimas (plovimo atliekos), gaunant pirokatalizės dujas arba tradicinius energijos nešiklius.

Variantas Nr. 4. Naftos produktų gavybos ir gamybos atliekų perdirbimas. Šis variantas taikomas tik tada, kada naftos atliekos sumaišytos su smėliu. Pirokatalizė irgi panaudojama, kada atliekos (pvz., gudronas) yra sustingusios.

Variantas Nr. 5. Durpynų pakraščių, t.y. durpių su žymiu aliumosilikatų kiekiu (atliekos) perdirbimas, gaunant pirokatalizės dujas arba tradicinius energijos nešiklius.

Variantas Nr. 6. Kanalizacijos vandens dumblo perdirbimas, gaunant pirokatalizės dujas arba tradicinius energijos nešiklius. Galimas sunkiųjų metalų surinkimas ir surinktų sunkiųjų metalų sunaikinimas.

Variantas Nr. 7. Dėvėtų automobilinių arba traktorinių padangų perdirbimas, gaunant pirokatalizės dujas arba tradicinius energijos nešiklius. Lyginant su kitais procesais negaunama anglies, viskas perdirbama iki angliavandenilių skysčių. Atliekose tik metalinio kordo likučiai. Pelenai ir suodžiai sudaro iki 0,5 %, skaičiuojant nuo žaliavos masės. Prieš perdirbimą reikalinga padangas susmulkinti.

Variantas Nr. 8. Visų rūšių polietileno bei kitų plastmasinių atliekų perdirbimas. Atliekos tik susmulkinamos. Daugiausia gaunamas angliavandenilių skystis ir iš dalies pirokatalizės dujos. Atliekos - tai buvusių nešvarumų žaliavoje likučiai.

Variantas Nr. 9. Negaliojančių vaistų ir gydymo įstaigų atliekų sunaikinimas. Gaunama visiškai inertinė medžiaga, galima panaudoti statyboje.

Variantas Nr. 10. Pasenusių herbicidų bei pesticidų paruošimas ir sunaikinimas. Gaunama visiškai inertinė medžiaga.

Visi išvardinti pirmieji dešimt perdirbimo variantų galimi vykdyti pagrindiniame pirokatalizės reaktoriuje, labai nežymiai pakeitus arba paliekant tokią pačią konstrukciją.

Variantas Nr. 11. Būdas, skirtas perdirbti atliekas, kuriose organika

daugiausia sukaupia celiuliozės pavidalu. Šiai atliekų rūšiai priskiriamos medienos ir žemės ūkio atliekos (šiaudai) bei jūros švendrės ir popieriaus atliekos. Jeigu reikalinga atliekos yra susmulkinamos. Vienintelis reikalavimas, kad atliekos nebūtų pakenktos pelėsių, ypač šiaudai. Nereikalingas džiovinimas.

Pateikiamas pavyzdys kaip perdirbami ryžių šiaudai. Susmulkinti šiaudai sumaišomi su sodrintu valgomosios druskos tirpalu. Maišant šiaudus su tirpalu paduodamos gautos pirokatalizės dujos ir perkaitintas garas. Maišiklyje masė laikoma, esant teigiamai temperatūrai, nuo 3 iki 50 minučių pastoviai maišant. Celiuliozės turinčioms atliekoms perdirbti naudojamas 7 pav. pavaizduotas aktyvatorius, kurio korpusė yra skysto katalizatoriaus tiekimo anga (38), susmulkintų celiuliozės atliekų tiekimo anga (39), pirokatalizės dujų padavimo anga (40) ir gautos masės išleidimo anga (41). Taip pat aktyvatoriuje atitinkamai išdėstyti katalizatoriaus purkštuvai (42), elektros variklis (43), guolio korpusas (44) ir maišyklės mentės (45) su vėliu. Vėliau gauta masė uždaru transporteriu patenka į celiuliozės atliekų perdirbimo reaktorių (pirokatalizė) (9 pav.). Šį celiuliozės atliekų perdirbimo reaktorių sudaro vėlinas su mentėmis ir pulsacijos purkštukais (54), katalizatoriaus padavimo (55) bei žaliavos tiekimo angos (56), taip pat gautų dujų ir, jeigu reikalinga, garo padavimo angos (51), bei gautų dujų paėmimo anga (52). Celiuliozės atliekų perdirbimo reaktorių sujungtas su dalinės pirolizės reaktoriumi (53). Šis dalinės pirokatalizės reaktorių (53) sukurtas tik panaudojant pirmos pirokatalizės zonos principus, lyginant su chrestomatinio pirokatalizės reaktoriumi (1 pav.). Sraigtas (3) gali sukurti į abi puses. Perdirbama į degias dujas ir angliavandenilių skystį, perdirbimo trukmė nuo 10 iki 50 minučių. Perdirbimo metu paduodamos gautos dujos ir, esant reikalui, ir garas – sukuriant pulsaciją visoje perdirbamoje masėje.

Dalinės pirokatalizės reaktorių pavaizduotas 10 pav. Jame iš viršaus įrengta gautų dujų paėmimo anga (63) ir avarinis vožtuvas (62), žaliavos padavimo angos (61) įrengtos iš šonų, atitinkamai įrengtos dujų padavimo (57) ir perkaitinto garo padavimo (58) angos, apačioje sumontuota lėkštė skysčiui surinkti (59), taip pat skysčio ir likusių kietų darinių talpa (60). Dalinės pirokatalizės reaktorių skiriasi nuo reaktoriaus, pavaizduoto 1 pav. Pirolizės ekrane paduodamos gautos dujos tik iki +50 °C, palyginus labai „šaltos“. Pirolizės procesas vykdomas, esant temperatūroms nuo +100 °C iki +200 °C. Antras (apatinis) lenktas pirolizės ekranas - tai indas surinkti angliavandenilių skystį.

Likę po pirokatalizės apdirbimo šlakai, pelenai, suodžiai, jeigu ten yra reikalingų cheminių elementų arba jų junginių, toliau perdirbami atitinkamais įrenginiais. Šlako apspaudimo įrenginys parodytas 6 pav. Šį įrenginį sudaro sraigta (35), mechaninis filtras (36), galutinė talpa (37) skystai frakcijai nusodinti po mechaniniu sietu. Gelio pavidalo mišinys per priėmimo angą patenka į sraigtą (35), kur apspaudžiamas, angliavandenilinis skystis per filtrą (36) patenka į talpą (37). Apspausta žaliava paduodama į tolimesnį perdirbimą. Angliavandeniliniai skysčiai toliau perdirbami į tradicinius energijos nešiklius, panaudojant ir gautas pirokatalizės dujas.

Gautos pirokatalizės dujos naudojamos gamyboje kaip kai kurių procesų aktyvatorius arba panaudojamos elektros srovės generatoriuose. Gamyba visiškai autonominė.

Sukurtas universalus įrenginys, kuriuo galima perdirbti kietas ir iš dalies skystas buitines atliekas, maisto pramonės atliekas, taip pat ir visas mineralines - organines žmogaus veiklos atliekas, kuriose organinė dalis sudaro 15 % nuo visos masės (ekonomiškai tikslinga), į degias dujas ir skystą angliavandenilių frakciją. Reaktoriaus pritaikymo sritis labai plati, patį reaktorių įmanoma lengvai transformuoti.

Proceso termoreguliacija vykdoma Ž. Rankės vamzdžių pagalba. Reakcijose panaudojamos tik gautos degios dujos. Šildymas vyksta reaktoriaus viduje. Nenaudojama atvira ugnis ar elektros šildymas bei cheminis degimas. Neįmanomas aplinkos užteršimas, nes mažas slėgis ir palyginus žemos temperatūros. Procesas nepertraukiamas, paduodant žaliavą ir ją pašalinant. Reaktoriaus sienos, kur reikia padengiamos šilumą izoliuojančia medžiaga. Pats reaktorius yra priskiriamas indams (sąlyginai), kurie atlaiko slėgį ir todėl reikalinga registracija. Medžiaga, iš kurios pagamintas pats reaktorius, yra legiruotas plienas. Būtina visa virinimo siūlių rentgeno kontrolė. Papildomi įrenginiai taip pat gaminami iš tos pačios rūšies plieno. Neįmanomas joks dujų išmetimas į atmosferą - nėra kamino. Dirbantis reaktorius, kurio pagrindu galima sukurti įmonę, visiškai autonominis, nes nereikia iš šalies vandens, gamtinių dujų, elektros energijos.

## IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Įrenginys atliekoms perdirbti, panaudojant pirokatalizę, susidedantis iš reaktoriaus, žaliavos ir katalizatoriaus padavimo į reaktorių ir išvedimo iš reaktoriaus mechanizmo bei pirolizės zonos bloko, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad už sraigtinio žaliavos ir katalizatoriaus padavimo į reaktorių mechanizmo (3) pirmojoje dujų paėmimo kameroje sumontuotas iš dalies apdirbtos žaliavos, kuri patenka iš pirmos pirokatalizės zonos, skirstytuvas (6) su dvigubomis mentėmis (7, 8), skirstytuvas (6) su žaliava taip pat atlieka antros pirokatalizės zonos užsandarinimo funkciją iš viršaus, už skirstytuvo (6) sumontuotas vamzdinis pirokatalizės blokas, sudarytas iš legiruoto plieno vamzdelių (16), sujungtų žiedais (15), vamzdeliai baigiasi kūginiais pirokatalizės stabilizatoriais (17), kurie pritvirtinti ant terminio laikiklio (27), pirokatalizės vamzdeliai išvesti žemiau diafragmos į pirolizės zoną;

pirolizės zoną sudaro lenktas ekranas, į kurį priverstinai paduodamos dujos, sukuriant 0,05 - 0,2 MPa slėgį, purkštukai (27) nukreipti 160° - 180° kampu, o kiti purkštukai (28) - 45° - 90° kampu, purkštukai yra skirtingo skersmens ir leidžia sukurti du momentinės pirolizės, „dujų srauto“ ir „verdančio sluoksnio“ būdus;

pirolizės zonoje sumontuotas skystos frakcijos ir šlako kaupiklis (12) turi dujinį aktyvatorių dujoms iš pirmos pirokatalizės zonos paduoti, kurį sudaro perforuotas vamzdis (19) su skirtingo skersmens pulsuojančiais purkštukais ir skystos frakcijos ir šlako nuvedimo vamzdis su automatiniu nuspaudimo vožtuvu.

2. Įrenginys atliekoms perdirbti pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad, vykdant celiuliozės atliekų perdirbimą, pirokatalizės zonos sraigta turi galimybę suktis į abi puses, o po pirolizės ekranu (18) sumontuotas antras (apatinis) lenktas pirolizės ekranas (59) arba indas angliavandeniliniam skysčiui surinkti.

3. Būdas atliekoms perdirbti, panaudojant pirokatalizę, apimantis žaliavos ir katalizatoriaus padavimą į reaktorių, pabaigiant visišką žaliavos perdirbimą pirolizės zonoje, pirokatalizės dujų ir gautų produktų išvedimą iš reaktoriaus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad žaliavą iki jos apdirbimo pirolizės ekrane (18) apdoroja dviejose pirokatalizės zonose:

pirmoji zona yra sraiginiame mechanizme, kur gautos dujos, sukuriant pulsaciją mikroburbuliukais, paduodamos iš sienelių ir veleno bei menčių, mikroburbuliukai veikia kaip šiluminės energijos transformatorius - pernešiklis, kyla

slėgio ir temperatūros reikšmės iki 15 - 45 %; pirmoji pirokatalizės zona hermetizuojama nuo dujų surinkimo kameros, slėgį palaiko nuo 0,11 MPa iki 0,15 MPa, žaliavos temperatūrą nuo -10 °C iki +150 °C, paduodamų dujų temperatūrą nuo -70 °C iki +100 °C;

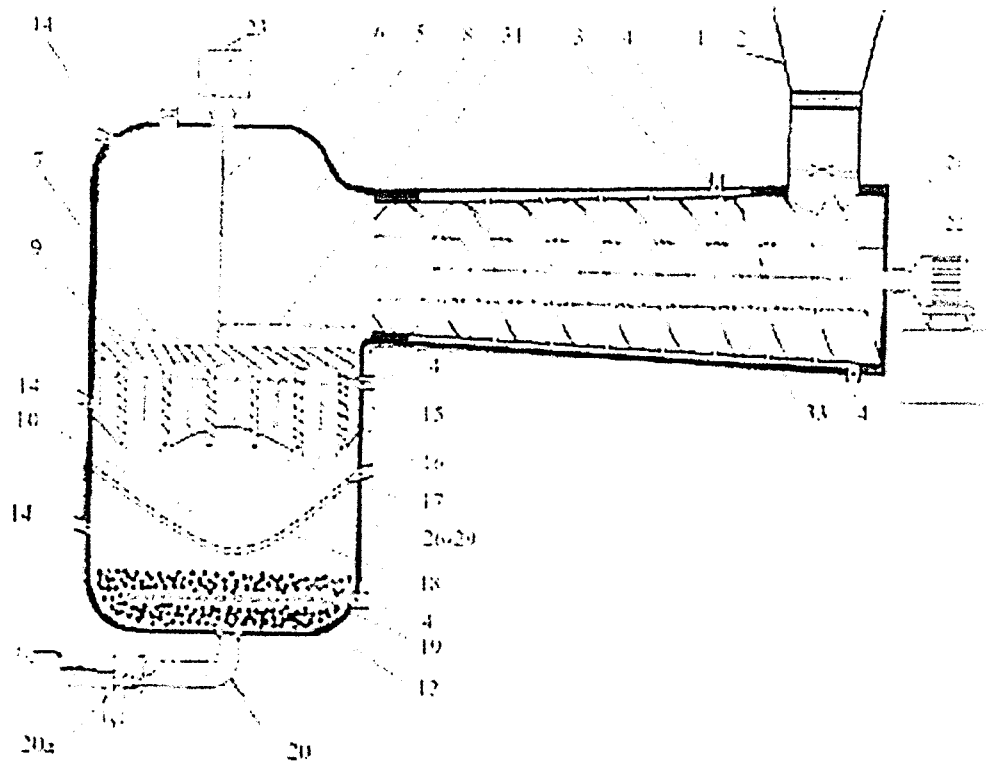
antroji pirokatalizės zona yra vamzdiniame pirokatalizės bloke, užsandarintame nuo dujų kameros ir nuo pirolizės bloko dvigubai lenkta diafragma (D), kurios žemiausiose vietose yra filtras (26) skystai frakcijai su mineraline dalimi ištekėti, gautų pirokatalizės dujų paskirstymas bei padavimas viršutinis; žaliavos temperatūrą kelia nuo +80 °C iki +175 °C ir sukelia dalinę terminę destrukciją; 0,05 MPa

pirolizės zonoje vykdo reakcijas, palaikant 0,05 - 0,2 MPa slėgį ir temperatūrą (pirolizinę), skystą fazę pradeda apdirbti kaupiklyje (12), pirolizės procesui paduodamų dujų temperatūra yra nuo +70 °C iki +175 °C, žaliavą perdirba +200 °C - +250 °C temperatūrose.

4. Būdas atliekoms perdirbti pagal 3 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad, vykdant celiuliozės atliekų perdirbimą, jeigu reikalinga, atliekas smulkina ir sumaišo su sodrintu valgomosios druskos tirpalu, kartu paduodant gautas pirokatalizės dujas ir garą ir sukuriant pulsaciją visoje perdirbamoje masėje, masę maišo, esant teigiamai temperatūrai nuo 3 iki 50 minučių, gautą masę uždaru transporteriu paduoda į celiuliozės atliekų perdirbimo reaktorių, perdirbimo trukmė nuo 10 iki 50 minučių, pirolizės zonoje paduoda gautas tik iki + 100 °C temperatūros dujas, pirolizės procesą vykdo temperatūrose +100 °C - +200 °C.

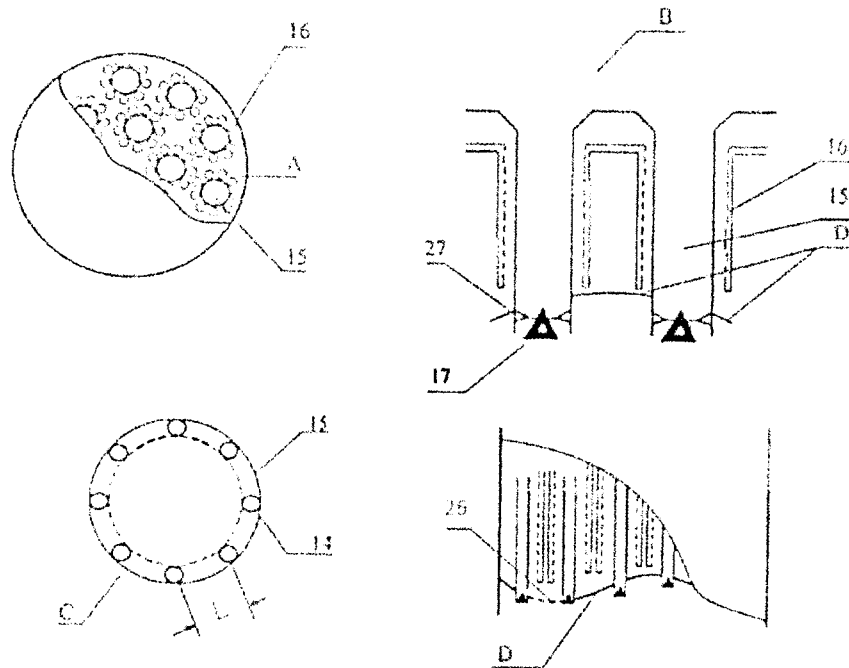
5. Būdas atliekoms perdirbti pagal 3 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad, perdirbant labai skystus dumblus, įrenginį transformuoja: sraigtinį mechanizmą (33) prailgina 300 mm - 1000 mm, sraigtinio mechanizmo (33) padavimo apačioje įtaiso drenažinį tinkelį.

6. Būdas atliekoms perdirbti pagal 3 - 5 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad dalį pirokatalizės dujų naudoja gamybos procese, perdirbant žaliavą, taurinant skystus angliavandenilius bei elektros generatoriuje, o atidirbtas dujas vel grąžina į perdirbimo procesą.

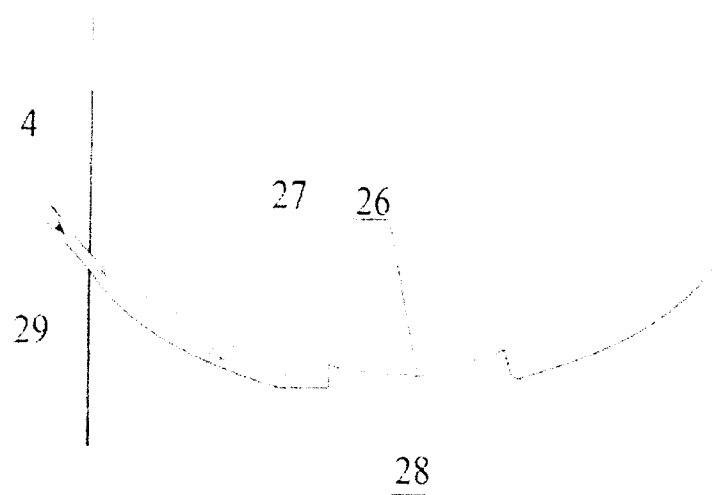


1 pav.

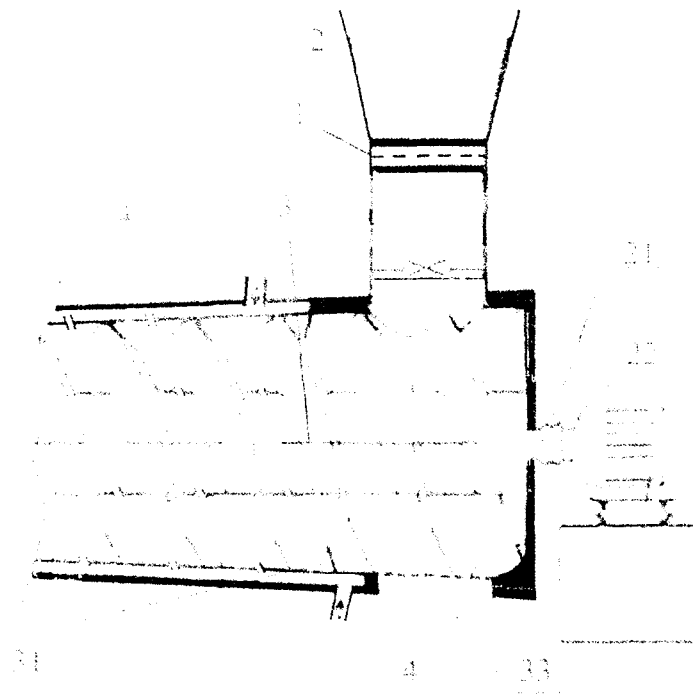




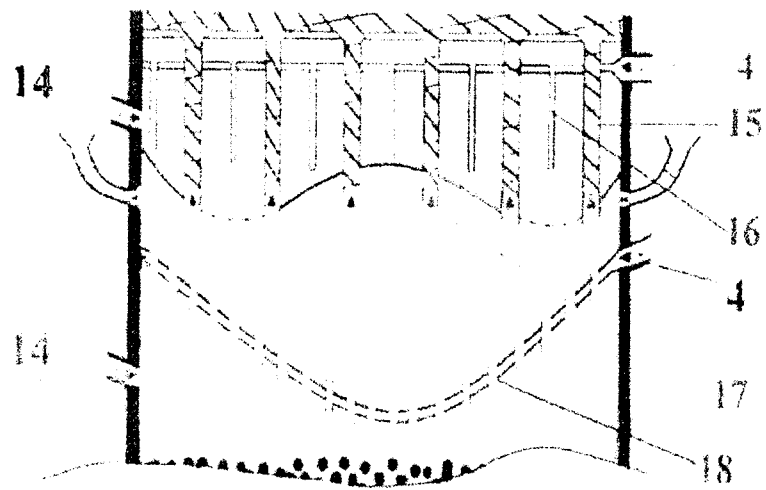
2 pav.



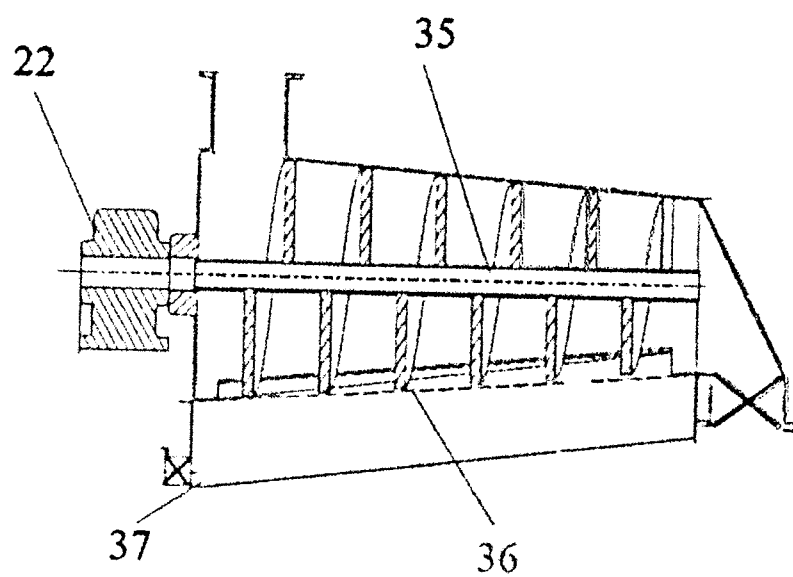
3 pav.



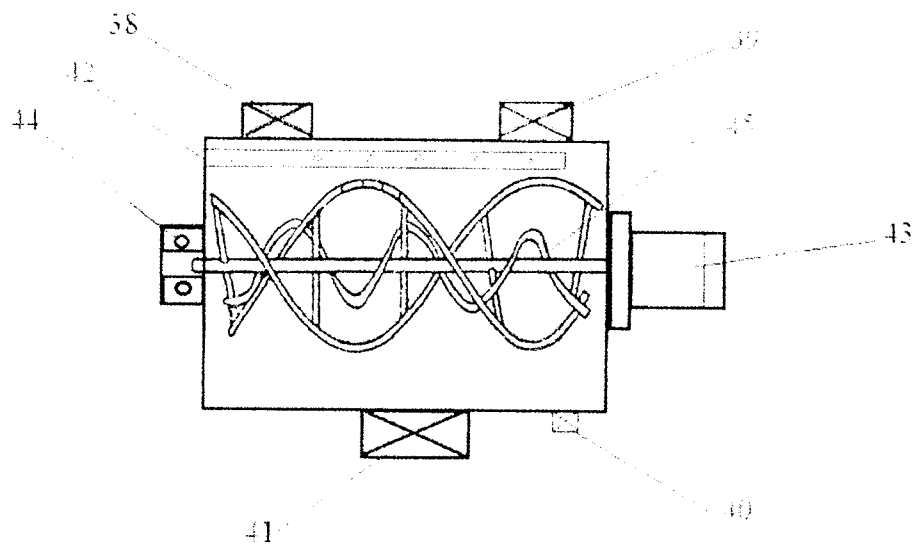
4 pav.



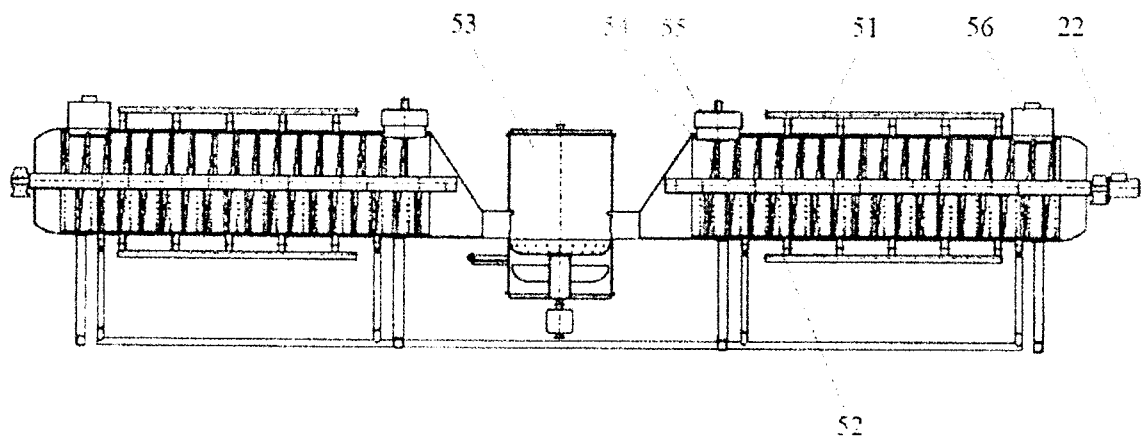
5 pav.



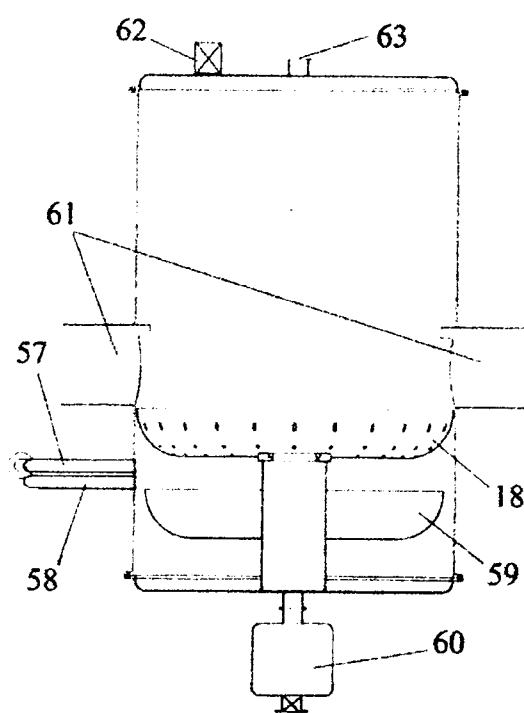
6 pav.



7 pav.



8 pav.



9 pav.