



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 00614**

(22) Data de depozit: **04/09/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/06/2022** BOPI nr. **6/2022**

(41) Data publicării cererii:  
**30/01/2018** BOPI nr. **1/2018**

(73) Titular:  
• **UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN  
BRAȘOV, BD.EROILOR NR.29, BRAȘOV,  
BV, RO;**  
• **EDAS EXIM S.R.L., STR. BANAT NR. 23,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **VIȘA MARIA, STR. CLOȘCA NR.48,  
BRAȘOV, BV, RO;**  
• **VIȘA ION, STR.CLOȘCA NR.48, BRAȘOV,  
BV, RO;**  
• **MOLDOVAN MACEDON DUMITRU,  
STR. LIVIU CORNEL BABEȘ NR. 13, BL. 15,  
SC. D, AP. 33, BRAȘOV, BV, RO;**  
• **NEAGOE MIRCEA, STR.MOLIDULUI  
NR.103, SĂCELE, BV, RO;**

• **ȚILIMPEA IULIAN-BOGDAN,  
STR.TANINULUI NR.33, PLOIEȘTI, PH, RO;**  
• **OLARU ANDREEA-GABRIELA,  
STR.BURNIȚEI NR.60L, AP.21, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **COSAȘU DAN, STR. FELICIA RACoviȚĂ  
NR. 2-4, ET. 3, AP. 5, SECTOR 5,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 6238630 (B1); RO 131776 (A0); M. G.  
NEELAVANNAN, M. REVATHI, C. AHMED  
BASHA, "PHOTOCATALYTIC AND  
ELECTROCHEMICAL COMINED  
TREATMENT OF TEXTILE WASH WATER",  
J. OF HAZARD. MATER, VOL. 149,  
PP. 371-378, 2007**

(54) **REACTOR PARALELIPIEDIC MODULAR ÎN FLUX  
CONTINUU, PENTRU PROCESE SIMULTANE  
DE FOTOCATALIZĂ ȘI ADSORBȚIE**



# RO 132340 B1

1 Inventția se referă la un reactor paralelipipedic modular în flux continuu pentru pro-  
cese simultane de fotocataliză și adsorbție bazate pe substraturi adsorbante și fotocatalitice  
3 aflate în suspensie, sub formă de peleți sau depuse pe peleți, destinat epurării avansate  
(terțiare) a apelor uzate prin diminuarea concentrației unor poluanți din clase diferite de com-  
5 puși (coloranți, surfactanți metale grele), cu aplicație la scară de pilot sau industrială pentru  
micro-stații de epurare.

7 Este cunoscut din brevetul **US 6238630 (B1)** un panou fotocatalitic care funcționează  
ca un fotoreactor, de formă paralelipipedică include suprafețe transparente, un film  
9 fotocatalitic format pe interiorul unora dintre suprafețele majore transparente și activat de o  
sursă de lumină exterioară dispusă în vecinătatea unei suprafețe laterale transparente,  
11 lumina fiind reflectată total în interiorul panoului fotocatalitic. Dezavantajul acestui fotoreactor  
constă în nivelul variabil de activare a filmului fotocatalitic pe lungimea acestuia, intensitatea  
13 radiației luminoase scăzând semnificativ cu distanța parcursă în lichid

De asemenea este cunoscut din **RO 131776 (A0)** un reactor tubular în flux continuu  
15 pentru procese simultane de fotocataliză și adsorbție în suspensie, format din două tuburi  
verticale concentrice, transparente pentru radiația din spectrul vizibil și ultraviolet, între care  
17 circulă suspensia substrat-apă uzată, și o sursă de radiație cu intensitate și spectru reglabile,  
dispusă concentric la exteriorul tuburilor. Dezavantajul acestui fotoreactor este că  
19 funcționează cu substrat numai în suspensie și nu are prevăzută posibilitatea funcționării cu  
peleți. De asemenea, creșterea debitului de apă uzată procesată într-un reactor, în condiții  
21 optime ale procesului de epurare, conduce la mărirea diametrelor tuburilor verticale  
concentrice și implicit la gabarite radiale mari.

23 Sunt cunoscute din articolul "**Photocatalytic and electrochemical combined  
treatment of textile wash water**", **M.G. Neelavannan , M. Revathi, C. Ahmed Basha, J.  
25 of Hazard. Mater., vol. 149 (2007), pag.371-378** diverse procese chimice și fizice de tratare  
a efluenților textile care nu sunt distructive, ci doar transferă contaminanții dintr-o formă la  
27 alta, iar prezența unei concentrații mari de colorant organic și a solidelor totale dizolvate  
(TDS) în efluent care nu sunt îndepărtate prin tratarea biologică trebuie eliminată printr-o  
29 metoda alternativă la cele convenționale printr-un proces avansat de oxidare foto și  
electrochimică, precum și prin combinarea degradării fotocatalitice folosind suspensii de  
31  $TiO_2$ , fiind studiate  $pH$ -ul, densitatea curentului, debitul efluentului care trece în reactor și  
electrolitul suport.

33 Este cunoscut un reactor fotocatalitic în flux continuu cu substrat în suspensie, cu  
sisteme de recuperare și recirculare a pulberii de fotocatalizator, care conține o sursă de  
35 radiație plasată într-un tub central transparent din sticlă de cuarț călită (**Colpini, L.M.S. et  
al. *Discoloration and degradation of textile dye aqueous solutions with titanium oxide  
37 catalysts obtained by the sol-gel method, Dyes and Pigments, 76, (2008), 525-529***).  
Particulele sunt distribuite uniform în fluxul de lichid. Această soluție are următoarele  
39 dezavantaje: utilizează o singură lampă/sursă de radiație care nu poate asigura o densitate  
mare de iradiere; poate fi folosit doar pentru degradarea poluanților organici și prezintă risc  
41 ridicat de colmatare al membranei de recuperare a pulberii de fotocatalizator.

Mai este cunoscut că procesul de epurare avansată a apelor uzate se desfășoară  
43 uzual în două etape principale succesive: suspensia de pulbere în apa uzată este circulată  
fără iradiere pentru atingerea echilibrului de adsorbție, apoi este supusă la iradierea în  
45 domeniile spectrale ultraviolet (UV) și vizibil (VIS) de diferite intensități până la obținerea  
apelor epurate care pot fi reintroduse în circuitul natural sau recirculată în procesul industrial.

# RO 132340 B1

În timpul iradierii substratului cu proprietăți duale de adsorbant și fotocatalizator, poluanții organici sunt oxidați fotocatalitic, iar poluanții anorganici (ionii metalelor grele) sunt adsorbiți pe suprafața substratului. Parametrii monitorizați pentru optimizarea procesului de epurare a apelor uzate în fiecare etapă sunt: timpul de contact, compoziția apelor uzate, cantitatea de substrat aflat în suspensie, pH-ul, debitul suspensiei, tipul și intensitatea radiației. Din punct de vedere al performanței, sistemele în suspensie formate din amestecuri de pulberi de fotocatalizator și adsorbant, multi-material precum cenușă zburătoare (FA) + dioxid de titan ( $\text{TiO}_2$ ) (Visa, M, Andronic, L. Duta, A., *Fly ash-TiO<sub>2</sub> nanocomposite material for multi-pollutants wastewater treatment*, J. of Environ. Manag, vol. 150 (2015) 336-343) sau FA + trioxid de wolfram ( $\text{WO}_3$ ) (Visa, M, Bogatu, C, Duta, A., *Tungsten oxide - fly ash oxide composites in adsorption and photocatalysis*, J. of Hazardous Materials, 289, (2015), 244-256) au un contact cu speciile de poluanți mult mai direct, iar numărul de centri activi disponibili este mai mare la aceeași cantitate de substrat. Procesele dezvoltate în fotoreactor sunt procese de adsorbție pe matricea de cenușă modificată și preponderent procese de fotodegradare pe oxizii semiconductori ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{WO}_3$  etc).

Mai este cunoscut că substraturile de tip pulberi cu proprietăți adsorbante și fotocatalitice bazate pe cenuși de termocentrală și un oxid semiconductor cu proprietăți fotocatalitice sunt eficiente și ieftine.

Mai este cunoscut că radiația cu lungime de undă  $\lambda > 560$  nm este absorbită aproape în totalitate la traversarea unui strat de apă, cu grosimea  $\lambda > 20$  mm. Radiația cu  $\lambda < 560$  nm are o transmitanță ridicată ( $> 90\%$ ) pentru  $h \approx 20$  mm și scade sub  $80\%$  pentru  $h \approx 40$  mm. Cu creșterea, grosimii stratului apos se obține o scădere tot mai accentuată a transmitanței și implicit poate conduce la durate foarte mari ale procesului de fotocataliză la  $h > 40$  mm (Pope, R.M. and E.S. Fry, *Absorption spectrum (380-700 nm) of pure water. II. Integrating cavity measurements*. Appl. Opt, 1997. 36(33): 8699-8709; Jonasz, M., Fournier, G. *Light Scattering by Particles in Water: Theoretical and Experimental Foundations: Theoretical and Experimental Foundations*, 2011: Elsevier Science).

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea simultană a proceselor de fotocataliză și adsorbție în același reactor modular compact, adaptat utilizării de substrat activ în suspensie, sub formă de peleți sau depus pe peleți, în condițiile unor gabarite reduse și reducerea consumurilor de energie electrică prin utilizarea parțială sau exclusivă a radiației solare în procesul de fotocataliză.

Reactorul paralelipipedic modular în flux continuu pentru procese simultane de fotocataliză și adsorbție conform invenției soluționează problema tehnică prin utilizarea unui sau a mai multor modale reactor paralelipipedice verticale identice, interconectate hidraulic în serie, în paralel sau mixt, un modul reactor fiind format dintr-o carcasă etanșă de formă paralelipipedică cu suprafețe laterale transparente pentru radiația din spectrul vizibil (VIS) și ultraviolet (UV), în interiorul căreia este poziționat echidistant față de suprafețele laterale un corp paralelipipedic reflectorizant, a unei surse de iradiere amovibile controlate ca intensitate și spectru de radiație, adaptată tipului de poluant, distribuită echidistant la exteriorul reactorului vertical, a unui circuit hidraulic care asigură deplasarea cu viteză controlată în interiorul reactorului vertical a apelor uzate în cazul utilizării peletilor, respectiv a suspensiei de multi-materiale adsorbante și fotocatalitice adaptate tipului de poluant, care asigură o eficiență energetică ridicată prin îndepărtarea simultană a unor poluanți foto-oxidabili și adsorbabili, cu viteze de proces relativ egale.

# RO 132340 B1

1           Reactorul paralelipedic modular în flux continuu pentru procese simultane de  
fotocataliză și adsorbție, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

3           - realizează o flexibilitate ridicată a tehnologiei de epurare a apelor uzate care conțin  
poluanți din diferite clase de compuși (de exemplu poluanți organici, metale grele etc.) prin  
5 adaptarea intensității și compoziției spectrale a sursei de iradiere la tipul de poluanți, a vitezei  
de curgere în reactor, a combinației de multi-materiale adsorbante și fotocatalitice utilizate  
7 ca substrat în suspensie, sub formă de peleți sau depus pe peleți;

9           - simplifică construcția instalației de epurare, prin aceea că procesele în flux continuu  
de fotocataliză și adsorbție în suspensie au loc simultan într-un reactor vertical modular de  
gabarit redus;

11          - poate fi utilizat într-o micro-stație de epurare în flux continuu fără recirculare, la  
diverse debite, prin conectarea mai multor module reactor în serie, paralel sau mixt, ca de  
13 exemplu în cazul unor ape uzate cu concentrații reduse de poluanți;

15          - reducerea consumului de energie electrică și creșterea vitezei de epurare avansată  
a apelor uzate prin expunerea directă a reactorului vertical la radiația solară, în special în  
zilele însorite, ca urmare a posibilității de deschidere sau îndepărtare a subsistemului  
17 amovibil de iradiere artificială.

19          Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu  
fig. 1...17:

21          - fig. 1, reprezentare CAD 3D a reactorului paralelipiped vertical de epurare avansată  
în configurația deschisă a subsistemului de radiație;

23          - fig. 2, reprezentare CAD 3D a reactorului paralelipiped vertical de epurare avansată  
în configurația închisă a subsistemului de radiație;

25          - fig. 3, reprezentare CAD 3D a subsistemului hidraulic al reactorului paralelipiped,  
fixat pe placa de bază;

27          - fig. 4, reprezentare CAD 3D în explozie a subsistemului amovibil de generare a  
radiației luminoase, împreună cu subsistemul de fixare;

29          - fig. 5, reprezentare CAD 3D a subsistemului hidraulic;

31          - fig. 6, vedere din față a subsistemului hidraulic;

33          - fig. 7, secțiune transversală verticală mediană a subsistemului hidraulic;

35          - fig. 8, secțiune orizontală a subsistemului hidraulic;

37          - fig. 9, secțiune orizontală mediană a plăcii plane inferioare a subsistemului hidraulic;

39          - fig. 10, reprezentare CAD 3D a unei plăci plane inferioare de admisie;

41          - fig. 11, vedere de sus și secțiuni prin placa plană inferioară de admisie;

43          - fig. 12, reprezentare CAD 3D a unei plăci plane superioare;

45          - fig. 13, vedere de sus și secțiuni prin placa plană superioară;

47          - fig. 14, reprezentare CAD 3D a unui capac canal;

49          - fig. 15, detaliu CAD 3D a unui capac canal cu suport vertical și peleți;

51          - fig. 16, vedere din față a unui capac canal cu suport vertical și peleți;

53          - fig. 17, exemplu de schemă de principiu a unei instalații de epurare avansată a  
apelor uzate prin procese simultane în flux continuu de fotocataliză și adsorbție cu  
recirculare, cu două module reactor.

55          Reactorul paralelipedic modular în flux continuu, conform invenției, în legătură cu  
fig. 1...5 și 17, este format din unul sau mai multe module reactor paralelipedice verticale  
57 identice, în care un modul reactor conține un subsistem **A** hidraulic vertical destinat deplasării  
contra-gravitaționale turbionare cu viteză controlată a apei uzate/a unei suspensii în strat de  
59 grosime fixă, un subsistem **B** de generare a radiației luminoase utilizată în procesul de  
descompunere fotocatalitică a poluanților, dispus la exteriorul subsistemului **A** hidraulic,  
61 precum și un subsistem **C** de fixare echidistantă a subsistemelor **A** și **B**.

# RO 132340 B1

Subsistemul **A** hidraulic, în legătură cu fig. 3, 5...16, este format dintr-o placă **1** inferioară paralelipipedică (fig. 7, 10, 11) și o placă **2** superioară paralelipipedică (fig. 7, 12, 13), cu grosimi reduse în raport cu lungimea și lățimea și dimensiuni de gabarit aproximativ egale, dispuse pe înălțime în plane paralele la o distanță predefinită, care permit fixarea centrică verticală între ele a unui corp **3** central paralelipedic (fig. 7, 8) prin intermediul unor degajări centrale **D** (fig. 10, 11) și **E** (fig. 13) realizate în placa **1**, respectiv **2**. Corpul **3** are muchiile verticale rotunjite pentru a reduce rezistența hidraulică la curgerea turbionară a apei uzate/suspensiei și poate fi realizat sub forma de corp compact, în special în cazul lățimilor de dimensiuni mici, sau sub formă tabulară. Pe suprafețele laterale ale corpului **3** sunt aplicate sau încastrate niște plăci **4** reflectorizante pentru radiația VIS și UV (fig. 7, 8), de exemplu: oglindă, care contribuie astfel la creșterea nivelului de radiație din masa fluidului prin reflexia radiației care ajunge la corpul **3**. În cazul lățimilor mici ale corpului **3**, plăcile **4** reflectorizante pot fi utilizate numai pe cele două suprafețele laterale asociate lungimii corpului **3**. Echidistant sau la distanțe aproximativ egale față de suprafețele laterale ale corpului **3** central se montează niște plăci **5** transparente (fig. 7, 8), realizate din materiale cu un coeficient ridicat de transmitanță a radiației din spectrul ultraviolet (UV) și vizibil (VIS), de exemplu cuarț. Distanța dintre suprafețele laterale ale corpului **3** și suprafețele plane interioare ale plăcilor **5** se determină din condiția ca grosimea stratului de apă uzată/suspensie deplasat în reactor să se încadreze în interval 10...40 mm, pentru care se obține o bună transmitere a radiației în apa uzată/suspensia apoasă și se evită supraîncălzirea acesteia. Plăcile **5** transparente sunt introduse în niște degajări **F** (fig. 10, 11) și **G** (fig. 12, 13) laterale realizate în plăcile **1** și respectiv **2**, etanșate frontal periferic pentru a preveni scurgerile de lichid cu ajutorul unor elemente **6** de etanșare (fig. 7, 8), de exemplu garnituri plate din cauciuc. Fixarea plăcilor **5** pe plăcile **1** și **2** se realizează prin intermediul unor rame **7** exterioare și a unor asamblări demontabile cu forță de strângere reglabilă, de exemplu cu șuruburi, fig. 5...9. În cazul subsistemelor **A** de lățime mică, plăcile **5** transparente de pe suprafețele laterale asociate lățimii pot fi integrate într-o placă **8** suplimentară (fig. 5, 8) sau pot să fie eliminate și utilizată o placă **8** opacă pe toată suprafața, atunci când aportul de radiație prin aceste suprafețe laterale poate fi neglijat.

Placa **1** inferioară are două găuri **H** și **I** străpunse cu axa dispusă longitudinal marginal într-un plan orizontal median al plăcii (fig. 9, 11). Apa uzată/suspensia din circuitul hidraulic este preluată prin gaura **H** și transmisă prin intermediul unui furtun **9** hidraulic (de exemplu: furtun flexibil) (fig. 5, 8, 9) la gaura **I**, prevăzută la capătul opus cu un dop **10** cu etanșare (fig. 5, 9). Pe placa **1** sunt asamblate niște racorduri **11** hidraulice etanșate (fig. 5, 6, 8, 9), de exemplu staturi pentru conectarea cu furtunul de admisie și, respectiv, cu furtunul **9** hidraulic. Evacuarea apei uzate/suspensiei din placa **1** în interiorul subsistemului **A** hidraulic se face prin mai multe găuri **J** și respectiv **K** de evacuare (fig. 11), cu axele în planele verticale conținând axele găurilor **H** și respectiv **I**. Găurile **J** și **K** sunt distribuite echidistant în interiorul subsistemului **A** și au axele înclinate în sensuri contrare, conform fig. 11, cu un unghi  $\alpha = 10^\circ \dots 60^\circ$  față de verticală, care să permită o distribuie a jeturilor de lichid cu pierderi hidraulice mici. Înclinarea axei găurilor **J** și **K** conduce, de asemenea, la o deplasare contra-gravațională combinată de translație și rotație (turbionară) a apei uzate/suspensiei și implicit la un grad mai ridicat de omogenitate a curgerii, în regim turbulent la limita laminarului, evitând astfel apariția zonelor de stagnare a fluidului care favorizează depunerea pe placa **1** inferioară a particulelor de multi-material aflat în suspensie, de exemplu  $TiO_2$  (fotocatalizator) + cenușă (adsorbant).

# RO 132340 B1

1 În placa **2** superioară sunt realizate periferic niște canale **L** longitudinale (fig. 12, 13)  
străpunse cu degajări pe contur, în care se introduc niște capace **12** canal profilate (fig. 7,  
3 14...16) peste niște elemente **13** de etanșare (fig. 7), de exemplu garnituri plate din cauciuc.  
În cazul sistemelor **1** hidraulice de lățime mică, canalele **L** pot fi executate numai pe  
5 lungimea plăcii **2** superioare, așa cum este exemplificat în fig. 12 și 13. În situația funcționării  
reactorului de epurare avansată cu peleți, capacele **12** canal au atașate printr-o asamblare  
7 demontabilă, de exemplu: cu șuruburi, niște suportți verticali pentru peleți. Un exemplu de  
realizare a suportților este prezentat în fig. 15 și 16, în care pe o placă **14** cu perforații  
9 multiple sunt poziționați și fixați pe linii și coloane mai mulți peleți **15** disc prin intermediul  
unor bolțuri **16** cu cap fixate corespunzător în găurile plăcii **14**. În cazul utilizării adsorbantului  
11 în suspensie, în placa **2** superioară se assemblează capacele **12** canal fără suport peleți, fig.  
14.

13 Rigidizarea subsistemului **1** hidraulic și fixarea capacelor **12** canal se asigură printr-  
un capac **17** superior (fig. 5) poziționat peste ramele **7** exterioare și placa **2**, asamblat  
15 demontabil cu acestea, de exemplu: prin șuruburi.

17 Evacuarea apei uzate/suspensiei din interiorul subsistemului **1** hidraulic se realizează  
pe la partea superioară a acestuia, printr-un racord **18** hidraulic etanșat (fig. 5, 6), de  
exemplu: ștuț, dispus orizontal pe suprafața laterală corespunzătoare lățimii subsistemului  
19 **A** sau vertical pe capacul superior.

21 Adaptarea vitezei de curgere a suspensiei în reactor la vâscozitatea apei uzate și a  
tipului și dimensiunilor particulelor de multi-material fotocatalitic și adsorbant utilizat pentru  
peleți/în suspensie (dimensiuni uzuale de 20-40 μm pentru particule care să fie relativ ușor  
23 filtrabile) se realizează prin utilizarea în circuitul hidraulic extern a unei pompe hidraulice și  
a unui regulator de debit. Compoziția particulelor de multi-material se configurează din  
25 condiția de asigurare a unor viteze relativ egale de proces (fotocataliză și adsorbție), cu  
eficiente comparabile.

27 Plăcile **1** și **2**, corpul **3**, capacele **12** canal se vor realiza din materiale inerte la  
interacțiunea chimică cu apele uzate/suspensia și care să evite aderența substratului, de  
29 exemplu poliamidă.

31 Subsistemul **B** de generare a radiației necesare în procesul de fotocataliză, în  
legătură cu fig. 1 și 4, se compune dintr-o sursă **19** de radiație distribuită vertical echidistant  
față de subsistemul **A** hidraulic, formată din mai multe lămpi **20** electrice tubulare  
33 interschimbabile de radiație vizibilă (VIS) și/sau ultravioletă (UV). Lămpile **20** sunt conectate  
în paralel la o sursă de energie electrică prin niște circuite individuale prevăzute cu  
35 comutatoare electrice cu trei poziții: VIS, UV și STOP. Sursa de radiație poate include numai  
lămpi de radiație vizibilă (100% VIS), numai lămpi de radiație ultravioletă (100% UV) sau  
37 combinații de lămpi VIS și UV, realizând astfel o compoziția spectrală (%VIS, %UV) în trepte  
adaptată optimal poluanților constituenți ai apei uzate din reactor. Cu ajutorul comutatoarelor  
39 electrice se pot conecta/deconecta individual lămpile subsistemului **B** și astfel se realizează  
ajustarea în trepte a intensității radiației generate între 100% (intensitate maximă, toate  
41 lămpile activate, rezultă epurare cu proces intensiv de fotocataliză) și 0% (toate lămpile  
deconectate de la sursa de energie electrică, se obține epurare numai prin adsorbție, în  
43 absența fotocatalizei). Lămpile **20** - sunt fixate echidistant pe interiorul unui ansamblu de  
panouri **21** laterale verticale fixe și uși **22** verticale batante, de exemplu cu ajutorul unor  
45 brățări de prindere care pot permite deplasarea lămpilor **20** pentru reglarea distanței dintre  
lămpi și subsistemul **A**. Pentru a direcționa majoritar radiația generată de lămpile **20** către  
47 subsistemul **A**, pot fi prevăzute plăci plane sau curbe reflectorizante dispuse între lămpile **20**  
și panourile **21**/ușile **22**.

# RO 132340 B1

Panourile **21** sunt fixate pe un cadru **23** de susținere, format prin asamblarea demontabilă a mai multor profile, de exemplu prin șuruburi. Pe partea superioară a cadrului **23** este fixat, de exemplu prin șuruburi, un panou **24** superior, prevăzut cu unul sau mai multe ventilatoare **25** destinate menținerii temperaturii aerului din incinta subsistemului **B** într-un interval de valori prestabilite, prin evacuarea forțată a aerului supraîncălzit din interior, pe baza valorilor temperaturii măsurate cu un senzor **26** de temperatură plasat în partea superioară a incintei subsistemului **B**. Ușile **22** batante sunt articulate prin intermediul unor balamale pe cadrul **23** sau cu bolțuri între panoul **24** superior și o placă **27** de bază a subsistemului **C** de susținere și fixare. Cadrul **23** este fixat demontabil pe placa **27** de bază printr-o asamblare care permite montare și demontare rapidă, de exemplu cu șuruburi, care ce face subsistemul **B** amovibil.

În funcție de starea subsistemului **B** de generare a radiației, reactorul de epurare avansată în flux continuu se poate afla în următoarele situații funcționale:

a. adsorbție fără fotocataliză, când subsistemul **B** este închis și sursa **19** de radiație oprită;

b. adsorbție și fotocataliză cu radiație artificială (UV, VIS sau mixt), când subsistemul **B** este închis și sursă **19** de radiație pornită;

c. adsorbție și fotocataliză cu radiație mixtă artificială și naturală, când ușile **22** sunt deschise, sursă **19** de radiație pornită cu excepția lămpilor **20** de pe uși, iar suprafața laterală transparentă expusă către exterior, prin deschiderea ușilor **22**, este orientat către soare;

d. adsorbție și fotocataliză cu radiație naturală, când subsistemul **B** este înlăturat din reactor și subsistemul **A** hidraulic expus radiației solare. În acest caz, pentru fotocataliză se obține maxim de economie la consumul de energie electrică și o eficiență ridicată a procesului de decontaminare fotocatalitică datorată intensităților superioare ale radiației solare, în condiții de cer senin, față de cea obținută artificial.

Subsistemul **C** de fixare echidistantă a subsistemelor **A** și **B**, în legătură cu fig. 1...4, se compune dintr-o placă **27** de bază fixată de exemplu cu șuruburi pe niște elemente **28** distanțiere, de exemplu profile dispuse orizontale sau verticale. Pe placa **27** se fixează central un cadru **29** distanțier, de exemplu cu șuruburi, pentru susținerea și fixarea subsistemului **A**. Placa **27** are prevăzute niște orificii **M** de aerisire și niște găuri **N** străpunse pentru montarea/demontarea rapidă a subsistemului **B**, de exemplu prin asamblări cu șuruburi.

Ansamblul subsistemelor **A**, **B** și **C** formează un modul reactor. O instalație de epurare avansată în flux continuu poate include unul sau mai multe module reactor, conectate hidraulic în serie, în paralele sau mixt.

O instalație de epurare avansată în flux continuu cu recirculare care include două module reactor, conform invenției, în legătură cu fig. 17, este formată din următoarele componente: un modul reactor **30** și un al doilea modul reactor **31**, un rezervor **32** extern pentru apă uzată sau suspensia de apă uzată-particule active, o pompă **33** hidraulică de proces care pompează lichidul din rezervorul **32** către cele două module reactor **30** și **31** cu debite controlate cu ajutorul unei vane **34** de reglare debit și a unor debitmetre **35** și **36**, un panou **37** de alimentare, monitorizare, comandă și control la care sunt conectate debitmetrele **35** și **36**, niște senzori **38** și **39** de temperatură incintă module reactor, un senzor **40** de conductivitate/temperatură și un senzor **41** de pH/temperatură, un robinet **42** de izolare rezervor **32**, un robinet **43** de izolare traseu proces, un robinet **44** de preluare probe și golirea instalației, două robinete **45** și **46** de acces către cele două module reactor, două robinete **47** și **48** de prelevare probe la ieșirea din cele două module reactor, două robinete **49** și **50** de închidere ieșire din cele două module reactor, un robinet **51** pentru comutare circuit

# RO 132340 B1

1 serie/paralel, un robinet **52** pentru prelevare probe retur, un robinet **53** de izolare a unui  
2 rezervor **54** de apă epurată, o pompă **55** hidraulică pentru circuitul de filtrare a apei epurate,  
3 un filtru **56** de recuperare particule substrat în suspensie. Pentru a facilita îndepărtarea  
4 rapidă a subsistemului **B**, legătura electrică cu acesta este realizată prin niște cuple electrice  
5 **57** și **58**.

Instalația prezentată se poate afla în următoarele situații funcționale:

- 7 a. module reactor conectate hidraulic în paralel: robinetele **42** și **43** sunt deschise,  
pompa **33** este pornită, robinetul **51** este închis, robinetele **45**, **41**, **49** și **50** sunt deschise;  
9 b. module reactor conectate hidraulic în serie: robinetele **42** și **43** sunt deschise,  
pompa **33** este pornită, robinetul **51** este deschis, robinetele **45** și **50** sunt deschise,  
11 robinetele **46** și **49** sunt închise; Ambele situații a) și b) pot fi aplicate atât procese simultane  
de adsorbție și fotocataliză dacă modulele reactor **30** și **31** sunt expuse radiației (naturale  
13 și/sau artificiale) sau numai pentru procese de adsorbție dacă modulele reactor nu primesc  
radiație.  
15 c. proces de adsorbție fără circulație prin modulele reactor: robinetele **42** și **43** sunt  
deschise, pompa **33** este pornită, robinetul **34** este deschis, robinetele **45** și **46** sunt închise:  
17 d. proces de filtrare a apei epurate: robinetul **53** este deschis, pompa **55** este pornită.  
Pentru procesele menționate, pompele **33** și **55** nu vor funcționa simultan.



# RO 132340 B1

## Revendicări

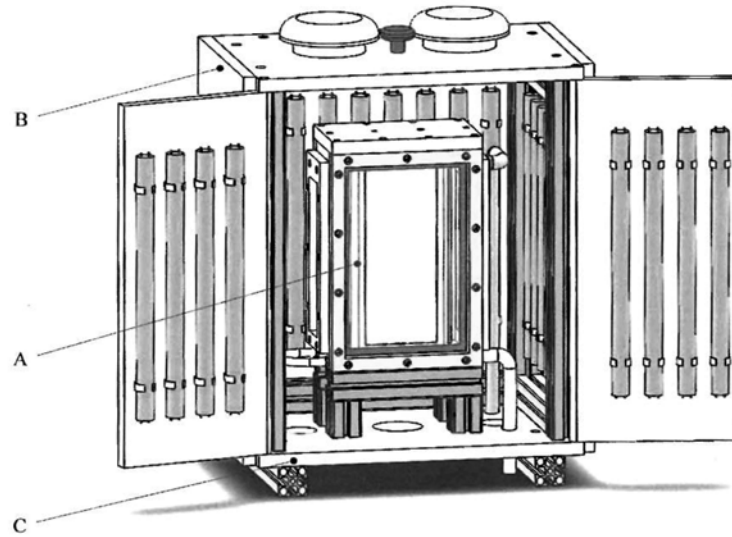
1. Reactor paralelipipedic modular în flux continuu pentru procese simultane de fotocataliză și adsorbție cu substrat activ în suspensie, sub formă de peleți sau depus pe peleți, format din unul sau mai multe module reactor paralelipipedice verticale identice, un modul reactor fiind **caracterizat prin aceea că** este compus dintr-un subsistem (**A**) hidraulic paralelipipedic format din două plăci (**1**) și (**2**) paralelipipedice între care se fixează centric vertical un corp (**3**) paralelipipedic cu muchiile verticale rotunjite, din niște plăci (**5**) transparente pentru radiația din spectrul vizibil (VIS) și ultraviolet (UV) montate echidistant față de suprafețele laterale ale corpului (**3**) și fixate cu ajutorul unor rame (**7**) exterioare, în care placa (**1**) inferioară are două găuri (**H**) și (**I**) străpunse orizontale interconectate hidraulic pentru admisia suspensiei/apei uzate, din care evacuarea suspensiei/apei uzate în interiorul subsistemului (**A**) se face prin intermediul unor găuri (**J**) și (**K**) distribuite echidistant și cu axele înclinate față de verticală în sensuri diferite, în placa (**2**) fiind fixate cu ajutorul unui capac (**17**) superior niște capace (**12**) canal care pot susține niște plăci (**14**) perforate pentru fixarea unor peleți (**15**), dintr-un racord (**18**) hidraulic pentru evacuarea suspensiei/apei uzate, un subsistem (**B**) paralelipipedic de generare a radiației luminoase, amovibil care cuprinde o sursă (**19**) de radiație cu intensitate și spectru reglabile, formată din mai multe lămpi (**20**) electrice tubulare UV și VIS interschimbabile, distribuite echidistant pe interiorul unor panouri (**21**) laterale și a unor uși (**22**) verticale batante, susținute de un cadru (**23**) pe care este asamblat la partea superioară un panou (**24**) în care sunt fixate niște ventilatoare (**25**) și un senzor (**26**) pentru măsurarea temperaturii din incintă, precum și un subsistem (**C**) de fixare echidistantă a subsistemelor (**A**) și (**B**) format dintr-o placă (**27**) de bază prevăzută cu niște orificii (**M**) de aerisire și niște găuri (**N**) străpunse pentru montarea/demontarea rapidă a subsistemului (**B**), un cadru (**29**) fixat central pentru susținerea și fixarea subsistemului (**A**). 3
2. Modul al reactorului paralelipipedic vertical în flux continuu, definit în revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că**, sursa (**19**) de radiație este formată din mai multe lămpi (**20**) electrice tubulare interschimbabile de radiație vizibilă VIS și/sau ultravioletă UV, cu comutator electric pentru fiecare lampă pentru a permite ajustarea în trepte a intensității și compoziției spectrale (de la 100%VIS la 100%UV) a radiației generate. 5
3. Modul al reactorului paralelipipedic vertical în flux continuu, definit în revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că**, poate funcționa cu radiație solară receptată pe suprafața laterală frontală a subsistemului (**A**) hidraulic prin deschiderea ușilor (**22**) ale subsistemului (**B**), în combinație cu radiație artificială generată de lămpile (**20**) montate pe panourile (**21**) laterale, sau numai cu radiație solară prin îndepărtarea subsistemului (**B**) amovibil. 7
4. Modul al reactorului paralelipipedic vertical în flux continuu, definit în revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că**, corpul (**3**) poate avea integrate în suprafețele lui laterale niște plăci (**4**) plane reflectorizante pentru VIS și UV, iar între ele lămpile (**20**) și panourile (**21**)/ușile (**22**) sunt prevăzute cu niște plăci plane sau curbe reflectorizante pentru VIS și UV, contribuind, astfel la direcționarea și amplificarea radiației în zona activă a reactorului. 9

# RO 132340 B1

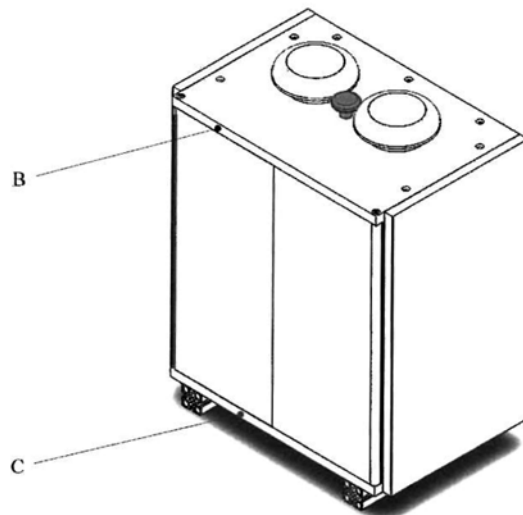
(51) Int.Cl.

*B01J 20/00* (2006.01),

*C02F 1/00* (2006.01)



**Fig. 1**



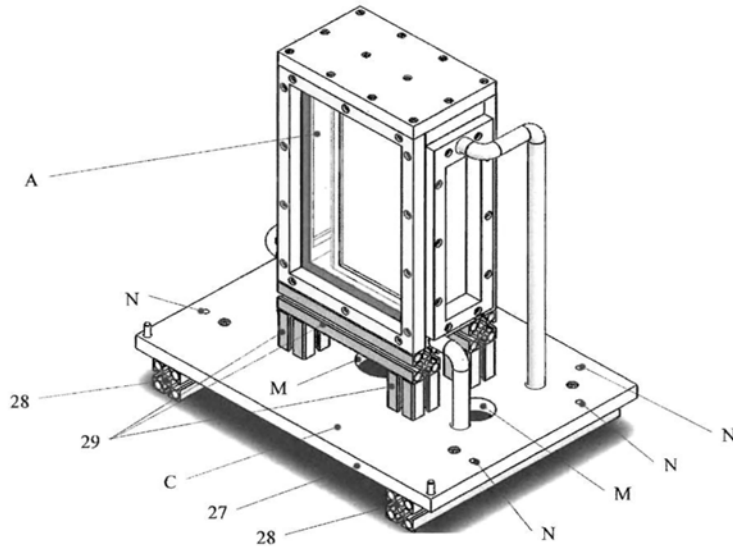
**Fig. 2**

# RO 132340 B1

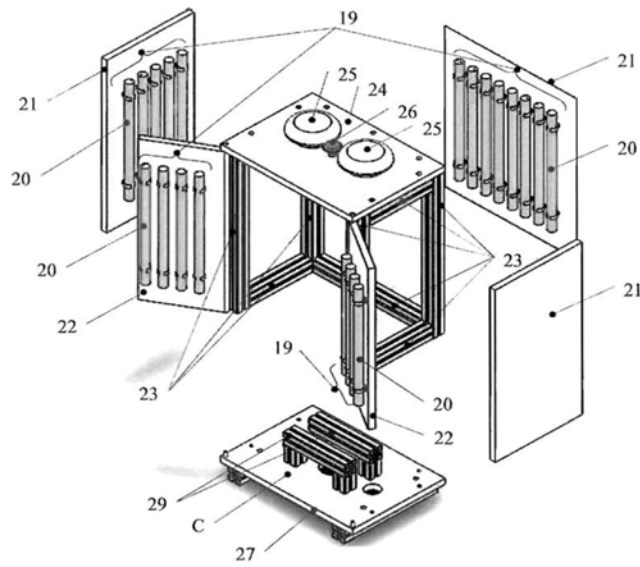
(51) Int.Cl.

**B01J 20/00** (2006.01);

**C02F 1/00** (2006.01)



**Fig. 3**



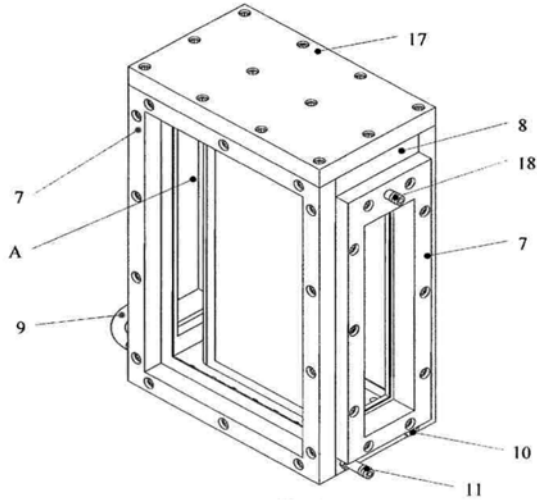
**Fig. 4**

# RO 132340 B1

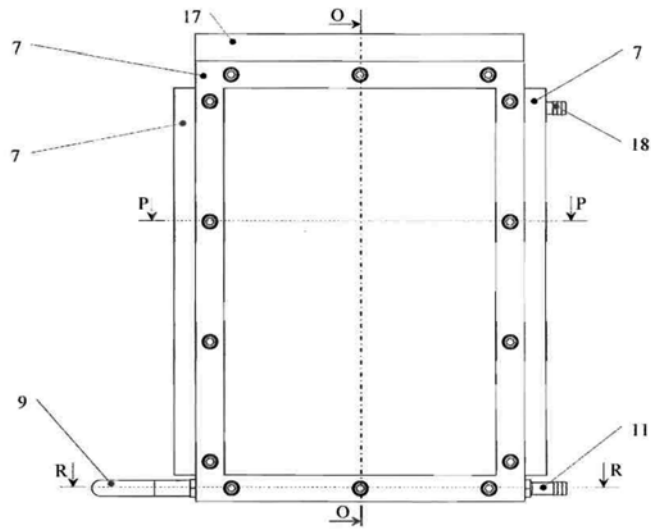
(51) Int.Cl.

*B01J 20/00* (2006.01);

*C02F 1/00* (2006.01)



**Fig. 5**

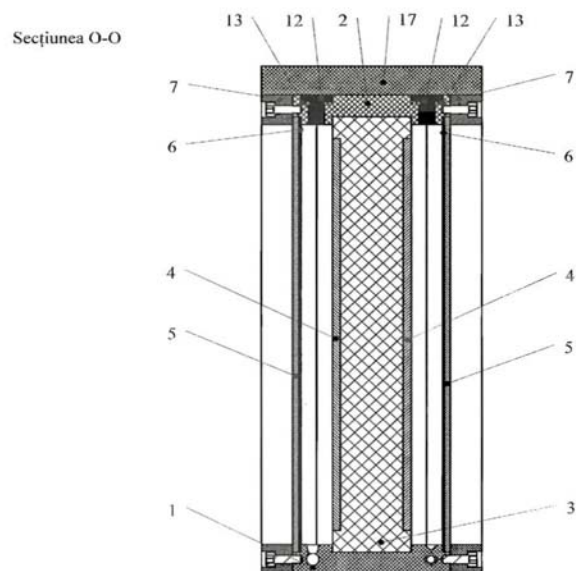


**Fig. 6**

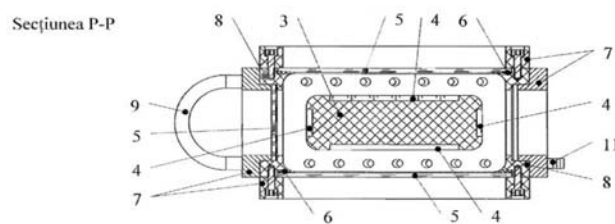
(51) Int.Cl.

**B01J 20/00** (2006.01);

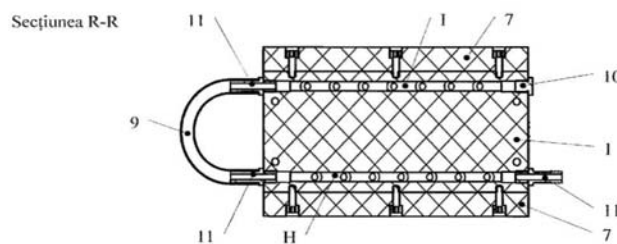
**C02F 1/00** (2006.01)



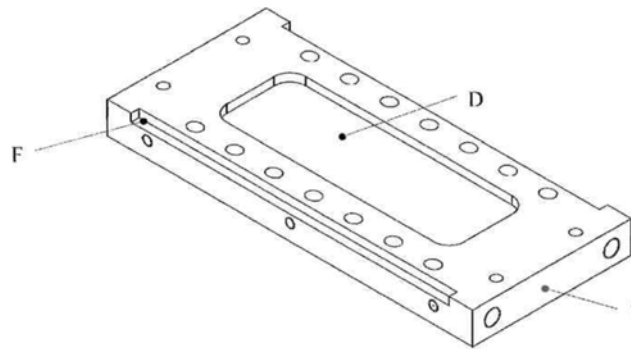
**Fig. 7**



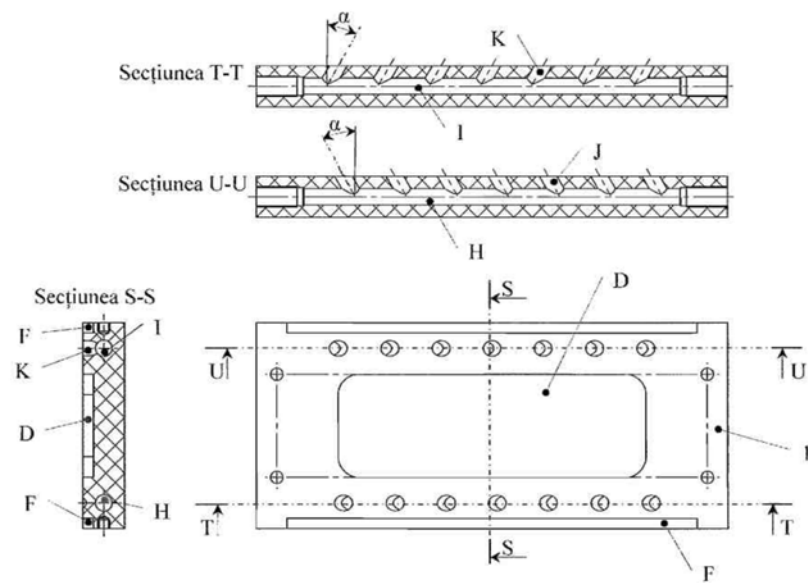
**Fig. 8**



**Fig. 9**



**Fig. 10**



**Fig. 11**

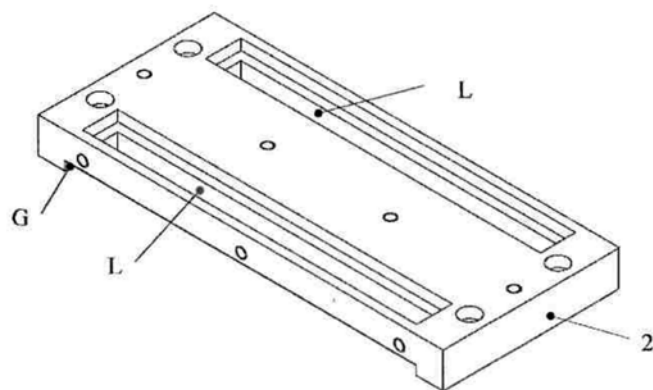


Fig. 12

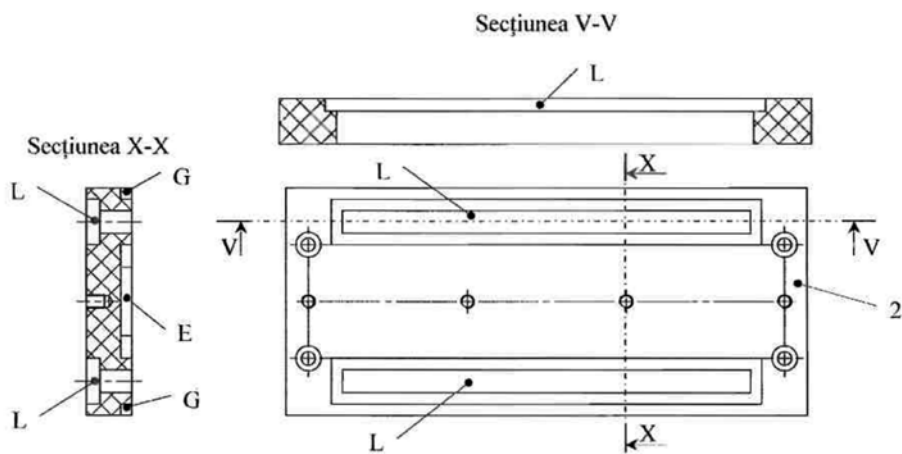


Fig. 13

(51) Int.Cl.

*B01J 20/00* (2006.01);

*C02F 1/00* (2006.01)

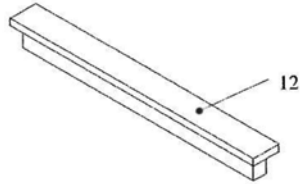


Fig. 14

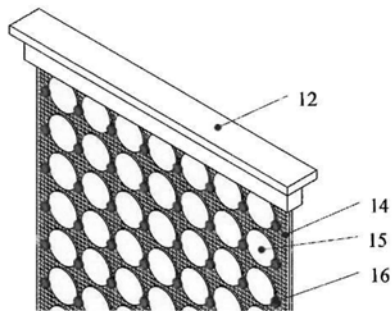


Fig. 15

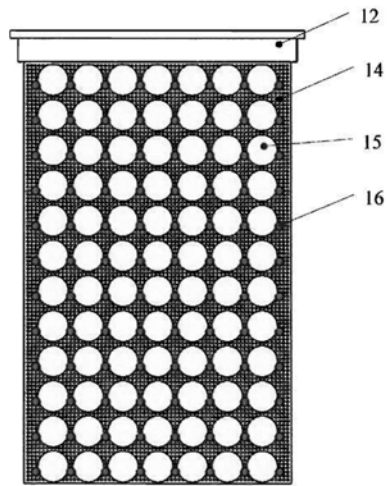


Fig. 16



(51) Int.Cl.

*B01J 20/00* (2006.01);

*C02F 1/00* (2006.01)

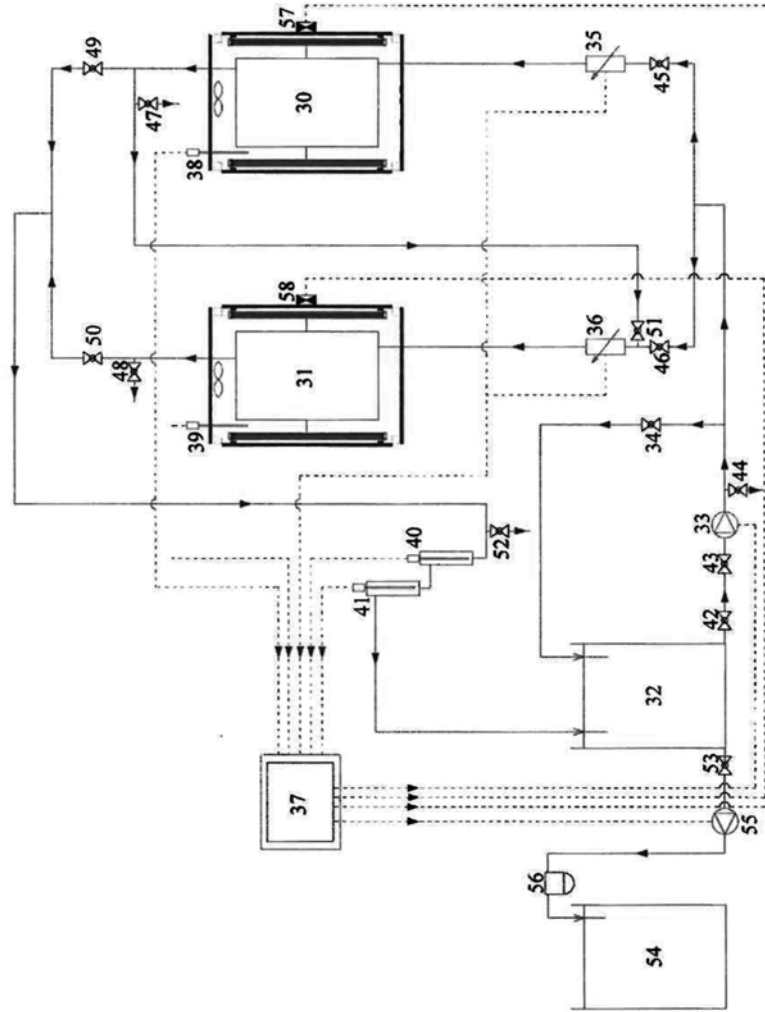


Fig. 17

