



MD 1807 Z 2025.07.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **1807** (13) **Z**
(51) Int.Cl: **C02F 3/04** (2006.01)
C02F 3/08 (2006.01)
C02F 3/30 (2006.01)
C02F 9/00 (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE
DE SCURTĂ DURATĂ**

(21) Nr. depozit: s 2024 0055 (22) Data depozit: 2024.06.04	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2024.12.31, BOPI nr. 12/2024
(71) Solicitant: INSTITUȚIA PUBLICĂ UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD (72) Inventator: VIȘNEVSCHI Alexandru, MD (73) Titular: INSTITUȚIA PUBLICĂ UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD	

(54) **Procedeu și instalație de epurare biologică a apelor uzate menajere cu nitrificare și denitrificare simultană**

(57) Rezumat:

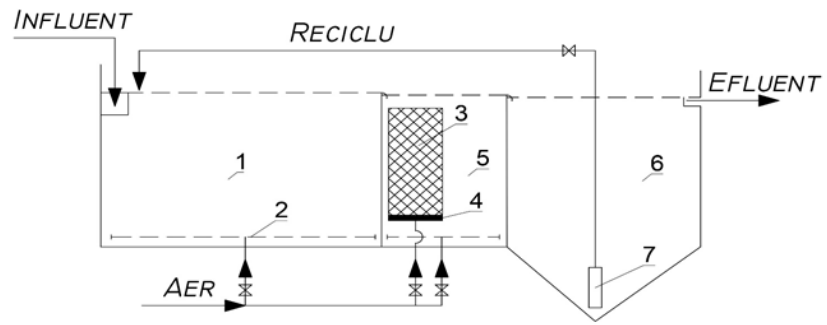
Invenția se referă la procedeu și instalație de epurare biologică a apelor uzate menajere prin intensificarea proceselor de nitrificare și denitrificare simultană și poate fi aplicată la construcția stațiilor de epurare noi, precum și la reconstrucțiile stațiilor existente.

Procedeul și instalația, conform invenției, constau în aceea că apa uzată menajeră se debitează într-un bazin de aerare primară (1), format din cel puțin o secțiune și dotat cu un sistem de aerare cu bule fine (2) pentru menținerea procesului de epurare biologică. Într-un bazin de post-aerare (5) este fixat un bloc de biofiltru (3), executat din material de fibre din polietilenă cu o configurație structurală, în calitate de suport pentru pelicula biologică, care prin procesul de stripare periodică cu ajutorul unui sistem de aerare cu jet intens (4) se detașează de suport și cu ajutorul unui sistem de aerare cu bule fine se asigură formarea coconilor de conglomeratii de microorganisme. Din bazinul de post-aerare (5) fluxul mixt de apă epurată, nămol activ și coconii formați se transvazează într-un decantor (6) pentru separarea și sedimentarea nămolului activ și coconilor formați. După sedimentare mixtul de nămol activ și coconi cu ajutorul unui sistem de recirculare (7) se debitează în bazinul de aerare primară (1).

Revendicări: 3

Figuri: 5

MD 1807 Z 2025.07.31



Descriere:

Invenția se referă la procedeu și instalație de epurare biologică a apelor uzate menajere prin intensificarea proceselor de nitrificare și denitrificare simultană și poate fi aplicată la construcția stațiilor de epurare noi, precum și la reconstrucțiile stațiilor existente.

Eliminarea azotului din apele uzate menajere este esențială pentru menținerea calității apei și echilibrului ecologic în ecosistemele acvatice. Cu toate acestea, procedeele tradiționale de epurare pot fi limitate în eficiență sau pot implica utilizarea substanțelor chimice, care pot avea un impact negativ asupra mediului. Prin urmare, prezenta invenție propune un sistem avansat, bazat pe procese biologice de epurare, care utilizează mecanisme naturale pentru a trata eficient apele uzate menajere, fără a afecta negativ mediul înconjurător.

Se cunoaște un procedeu și o instalație de epurare a apelor uzate, care implică eliminarea azotului prin tratament biologic cu utilizarea unei pelicule biologice pe un suport fix combinat din mai multe compartimente. Aceste compartimente funcționează cu cicluri intermitente de aerare și sunt utilizate pentru debitarea apei brute și evacuarea fluxului epurat, fiecare etapă având temporizări stricte. Ciclurile și compartimentele de aerare sunt determinate de procesele de eliminare a compușilor carbon-organici și de nitrificare, în timp ce compartimentele fără aerare sunt utilizate pentru denitrificare, cu adaos de apă uzată brută [1].

Dezavantajul acestor procedeu și instalații constă în complexitatea construcției, fiind formată din mai multe compartimente, având cicluri de temporizare a proceselor în fiecare compartiment. În plus, acest procedeu nu include un sistem de control și monitorizare a parametrilor pentru inițierea și finalizarea fiecărui proces (eliminarea compușilor carbon-organici, nitrificarea, denitrificarea), ceea ce poate duce la scurgeri de materie organică sau de specii de azot anorganic, neprocesate în efluent.

Se mai cunoaște un procedeu și o instalație de epurare a apelor uzate, care utilizează tratamentul biologic cu o peliculă biologică pe un suport solid plutitor din nisip mineral. Suportul solid este format din nisip mărunț cu dimensiuni cuprinse între 80 și 200 de microni, utilizat pentru fixarea microorganismelor și formarea peliculei biologice. Fluidul, care urmează să fie epurat, și particulele de suport solid (nisip mărunț), pe care se formează pelicula biologică, sunt menținute în suspensie într-un bioreactor cu ajutorul unor agitatoare mecanice cu palete de înaltă turbulență pentru prevenirea sedimentării suportului solid. Procesul de nitrificare are loc în compartimentul aerob, în care este incorporată o sursă de oxigen, în timp ce procesul de denitrificare are loc în compartimentul anoxic, în care este incorporată o sursă de carbon. Separarea particulelor de suport solid (nisip mărunț), pe care se formează pelicula biologică, se realizează prin metoda de decantare [2].

Dezavantajul acestor procedeu și instalații constă în necesitatea injectării continue a unui substrat carbonic pentru reducerea azotaților, produși de bacteriile denitrificatoare, în compartimentul anoxic, ceea ce conduce la creșterea semnificativă a costurilor epurării. Instalația de separare, selecție, aerare și dozare a suportului solid (nisip mărunț) cu pelicula biologică în circuitul de reciclare este complexă și prezintă risc ridicat de colmatare a instalațiilor, cauzată de combinația complexă dintre nisip și pelicula organică.

Cea mai apropiată soluție tehnică de invenția propusă este un procedeu și o instalație de epurare a apelor uzate cu eliminarea azotului, bazată pe tratamentul biologic cu peliculă biologică pe un suport solid plutitor sintetic. Suportul solid este constituit dintr-o rășină biodegradabilă, utilizată ca substrat carbonic donator pentru activitatea concomitentă a masei bacteriene din pelicula biologică în procesele de oxidare a compușilor carbon-organici și de nitrificare, precum și pentru reducerea nitraților la azot, toate acestea având loc într-un singur reactor biologic aerat. Densitatea particulelor de rășină biodegradabilă solidă, adăugate în amestecul de ape uzate și nămol activ, este puțin mai mare decât densitatea apei pentru a facilita fluidizarea în mediul aerat [3].

Dezavantajul acestor procedeu și instalații constă în necesitatea injectării continue a particulelor de rășină biodegradabilă solidă, în proporție cu consumul substratului carbonic donator în procesul de reducere a azotaților de către bacteriile denitrificatoare. Materialul biodegradabil al rășinii este un amestec de poliesteri sintetici, costul său fiind semnificativ, determinând creșterea costurilor operaționale pentru menținerea stabilității epurării apelor uzate.

Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție constă în lărgirea spectrului de instalații de epurare biologică a apelor uzate menajere cu nitrificare și denitrificare simultană printr-un procedeu și dispozitiv, care reduc impactul biogen asupra mediului și diminuează procesul de eutrofizare a ecosistemelor acvatice naturale.

Procedeul de epurare biologică a apelor uzate menajere cu nitrificare și denitrificare simultană, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că constă în următoarele: apa uzată menajeră se debitează într-un bazin de aerare primară, format din cel puțin o secțiune și dotat cu

un sistem de aerare cu bule fine pentru menținerea procesului de epurare biologică, unde se mixează cu nămol activ și coconi de conglomeratii de microorganisme, apoi, mixtul format se transvazează într-un bazin de post-aerare, în care este fixat un bloc de biofiltru, executat din material de fibre din polietilenă cu o configurație structurală, în calitate de suport, pe care se formează și se dezvoltă pelicula biologică, care prin procesul de stripare periodică intensivă cu aer, cu o periodicitate de timp mai mică decât timpul de retenție a apei uzate menajere în bazinul de aerare primară, cu ajutorul unui sistem de aerare cu jet intens se detașează de suport și cu fluxul hidraulic se mână în zona aerată cu ajutorul unui sistem de aerare cu bule fine, unde se formează coconii de conglomeratii de microorganisme. Din bazinul de post-aerare fluxul mixt de apă epurată, nămol activ și coconii formați se transvazează într-un decantor pentru separarea și sedimentarea nămolului activ și coconilor formați, după care apa epurată se evacuează în efluent, iar mixtul de nămol activ sedimentat și coconii formați cu ajutorul unui sistem de recirculare se debitează în bazinul de aerare primară.

Striparea poate fi efectuată cu un jet de aer cu o intensitate de 10...14 m³/h pe 1 m² cu o durată de 30...60 min.

Instalația de epurare biologică a apelor uzate menajere cu nitrificare și denitrificare simultană, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include următoarele elemente, amplasate consecutiv în direcția fluxului de apă: un bazin de aerare primară, format din cel puțin o secțiune, dotat cu un sistem de aerare cu bule fine, un bazin de post-aerare, în care este fixat un bloc de biofiltru, executat din material de fibre din polietilenă cu o configurație structurală, în calitate de suport pentru pelicula biologică, totodată bazinul de post-aerare este dotat cu un sistem de aerare cu bule fine, iar în partea de jos a blocului de biofiltru este amplasat un sistem de aerare cu jet intens, precum și un decantor, dotat cu un sistem de recirculare a mixtului de nămol activ sedimentat și coconi de conglomeratii de microorganisme în bazinul de aerare primară.

Rezultatul tehnic al invenției constă în majorarea gradului de epurare a substanțelor carbon-organice și biogene fără folosirea surselor de carbon externe, simplificarea configurației utilajului și construcțiilor, posibilitatea integrării în construcțiile existente și micșorarea volumurilor de deșeuri, formate în procesul de epurare biologică. Un avantaj al prezentei invenții constă în faptul că nu necesită introducerea suplimentară în proces a unui suport plutitor (nisip, particule de cărbune activ, rășină etc.) pentru atașarea și dezvoltarea peliculei biologice, totodată, nu necesită introducerea sau incastrarea suplimentară a sursei externe de carbon (metanol, acetat, etanol etc.) pentru asigurarea desfășurării procesului de denitrificare. Acest avantaj al procedurii și instalației de epurare a apelor uzate se datorează faptului că în calitate de purtător al peliculei biologice este în sine pelicula biologică detașată de suportul fix, care permite desfășurarea simultană a proceselor de oxidare a compușilor carbon-organici și azotului amoniacal, precum și reducerea nitraților până la azot (gaz) într-un singur bioreactor aerat.

Pelicula biologică detașată este obținută prin stripare cu jet intens de aer de pe un pat fix, introdus în sistemul de epurare ca compartiment de biofiltru submersat, compus din configurații structurale polimerice cu o suprafață dezvoltată. Paturile de configurații structurale din fibre de polietilenă exercită funcția de suport pentru atașarea și dezvoltarea peliculei biologice, care intensifică procesele de oxidare a substanțelor carbon-organice și nitrificare, iar în stratul intern cu deficit de oxigen (conform funcției de difuzie a substanțelor) se intensifică procesul de reducere a nitraților până la azot. Pentru detașarea peliculei biologice dezvoltate prin striparea compartimentului, blocul de biofiltru este dotat cu un sistem de aerare cu jet intens.

Datorită mișcării în curențele turbulente lente în bazinul de post-aerare cu bule fine, pelicula biologică, detașată de suportul fix, formează coconi de conglomeratii de microorganisme. Coconii de conglomeratii de microorganisme, fiind recirculați cu ajutorul pompelor de recirculare din decantor în bazinul de aerare primară, execută funcția de oxidare și reducere simultană, în dependență de ce fracție de epurare-procesare se află conform fluxului tehnologic. Datorită timpului îndelungat de circulare în sistemul de epurare (aerare-decantare-aerare), în coconii de conglomeratii de microorganisme, în procesul lizei și hidrolizei a masei bacteriene a conținutului intercocular în condiții anaerobe, se formează o sursă de carbon necesară ca donator consumabil pentru procesul de denitrificare.

Un alt avantaj al procedurii de epurare, spre deosebire de procedeele expuse în stadiul tehnic, constă în faptul că în calitate de purtător de conglomeratii de microorganisme sunt folosiți coconii peliculei biologice, care nu necesită injectare de la o sursă externă de carbon, iar ca sursă de carbon pentru desfășurarea procesului de denitrificare este utilizat carbonul primit datorită lizei și hidrolizei microorganismelor în spațiul intercocular, fiind asigurat un mediu anaerob într-un timp îndelungat de integritate a structurii coconului.

Invenția se explicată prin desenele din fig. 1-5, care reprezintă:

- fig. 1, coconii de conglomeratii de microorganisme, recoltați din fluxul ciclului tehnologic din linia experimentală la stația de epurare din or. Căușeni;
- fig. 2, secțiunea unui cocon de conglomeratii de microorganisme;
- fig. 3, schema instalației de epurare;
- fig. 4, blocul de biofiltru de la stația de epurare din or. Căușeni;
- fig. 5, blocul de biofiltru, executat din material de fibre din polietilenă cu o configurație structurală, în calitate de suport.

Instalația (fig. 3) include un bazin de aerare primară 1, format din cel puțin o secțiune, dotat cu un sistem de aerare cu bule fine 2, un bazin de post-aerare 5 cu bule fine de aerare cu turbulență lentă, în care este fixat un bloc de biofiltru 3, executat din material de fibre din polietilenă cu o configurație structurală, în calitate de suport pentru pelicula biologică, un sistem de aerare cu jet intens 4, amplasat în partea de jos a blocului de biofiltru 3 și format din țevi perforate cu diametrul perforațiilor de 4...6 mm, un decantor 6 pentru separarea și sedimentarea nămolului activ în mixt cu coconii formați, sistem de recirculare 7, care include cel puțin o pompă de recirculare de aer sau hidraulică pentru pomparea mixtului de nămol activ sedimentat și coconi în bazinul de aerare primară.

Instalația funcționează în felul următor

Apa uzată menajeră se debitează în bazinul de aerare primară 1, dotat cu sistemul de aerare cu bule fine 2 pentru menținerea procesului de epurare biologică, unde se mixează cu nămolul activ și coconii de conglomeratii de microorganisme, după care, mixtul de apă uzată în proces de epurare, nămol activ și coconi de conglomeratii de microorganisme este transvazat printr-un preaplin în bazinul de post-aerare 5, în care este fixat blocul de biofiltru 3, executat din material de fibre de polietilenă cu o configurație structurală, în calitate de suport, pe care se formează și se dezvoltă pelicula biologică, care prin procesul de stripare periodică intensivă cu aer cu ajutorul sistemului de aerare cu jet intens 4, format din țevi perforate cu diametrul perforațiilor de 4...6 mm, este detașată de suport și cu fluxul hidraulic este mânăta în zona de aerare de turbulență lentă cu ajutorul sistemului de aerare cu bule fine 5, unde datorită turbulenței este posibilă formarea coconilor de conglomeratii de microorganisme. Din zona de aerare de turbulență lentă fluxul mixt de apă epurată, nămol activ și coconii formați este transvazat printr-un preaplin în decantorul 6 pentru separarea și sedimentarea nămolului activ și coconilor formați, de unde apa epurată prin canalul de colectare este evacuată în efluent, iar sedimentul mixt este debitat în bazinul de aerare primară 1 cu ajutorul sistemului de recirculare 7, care include cel puțin o pompă de recirculare de aer sau hidraulică.

Blocurile de biofiltru 3 cu configurații structurale polimerice exercită funcția de suport pentru atașarea și dezvoltarea peliculei biologice, care intensifică procesele de oxidare a substanțelor carbon-organice și de nitrificare, iar în stratul intern cu deficit de oxigen (conform funcției de difuzie a substanțelor) - procesul de reducere a nitraților până la azot. Striparea blocului de biofiltru 3 pentru detașarea peliculei biologice dezvoltate se efectuează cu ajutorul sistemului de aerare cu jet intens 4, format din țevi perforate cu diametrul perforațiilor de 4...6 mm. Pentru asigurarea stripării efective este necesară o intensitate de aerare de 10...14 m³/h pe 1 m² cu durată de 30...60 min. Pomparea mixtului de nămol activ și coconi de conglomeratii de microorganisme în reciclu din volumele de acumulare a decantorului 6 se efectuează cu pompe de aer sau hidraulice.

Instalația este echipată cu blocul de biofiltru 3 imersat din configurații structurale polimerice pentru atașarea și dezvoltarea peliculei biologice, dotat în partea de jos cu sistemul de aerare cu jet intens 4 pentru stripare cu aer cu bule medii și mari cu o intensitate de 10...14 m³/h pe 1 m² pentru detașarea peliculei biologice. Pentru menținerea concentrației de coconi de conglomeratii de microorganisme în tot volumul bioreactorului și asigurarea mixtului de nămol activ și coconi eficient, striparea se efectuează timp de 30...60 min, nu mai rar de o dată în timpul de retenție a apelor uzate în bazinul de aerare primară 1. Formarea coconilor de conglomeratii de microorganisme este asigurată de zona din aval a blocului de biofiltru 3, dotat cu sistemul de aerare lentă cu bule fine, unde, datorită formării turbulenței fine, se creează formele hidrodinamice a coconilor (fig. 1-2).

Bazinele de post-aerare 5 cu turbulență fină pentru formarea coconilor de conglomeratii de microorganisme cu blocul de biofiltru 3 pot fi integrate în stațiile nou construite și în bioreactoarele existente în reconstrucție pentru majorarea eficacității de eliminare a substanțelor carbon-organice și biogene (azot, fosfor) prin majorarea concentrației a masei de microorganisme, precum și folosirea sursei de carbon interne din spațiul intercocular, fără necesitatea injectării sursei externe.

Folosirea sursei interne de carbon pentru desfășurarea procesului de denitrificare micșorează proporțional volumul și masa substanței organice (nămolului activ în exces), eliminate din procesul pentru menținerea echilibrului epurării biologice, ce micșorează substanțial masa și volumul de deșeuri din procesele de epurare biologică.

Exemple de realizare

- Instalația s-a realizat pe o linie de epurare a apelor uzate din cadrul stației de epurare din or. Căușeni cu un debit a apelor uzate în influent de 1200 m³/zi, echipată, conform invenției, cu bazinul de aerare primară 1, divizat în trei secțiuni, cu un volum total tehnologic de aerare de 800 m³, bazinul de post-aerare de 240 m³ cu blocul de biofiltru 3 (fig. 4) cu o suprafață de 30 m², executat din elemente constructive (fig. 5) din fibre de polietilenă cu suprafața specifică de 130 m²/m³, confecționate industrial, sistemul de aerare cu jet intens 4 pentru striparea peliculei biologice și decantorul de tip longitudinal de 7 m x 13 m. Debitul de reciclare s-a menținut în regim de 80...100 % la debitul influent.
- Procedeul de epurare biologică a apelor uzate menajere cu nitrificare și denitrificare simultană s-a realizat pe o linie de epurare a apelor uzate din cadrul stației de epurare din or. Căușeni cu un debit al apelor uzate în influent de 1200 m³/zi. Dimensiunile coconilor dezvoltati și obținuți variaua în intervalul lungime de 2...16 mm cu diametrul de 1,5...2,5 mm cu o densitate de conglomeratii de microorganisme până la 58 gr/L, ce este de circa 20 de ori mai mare în raport cu concentrația nămolului activ. Eficacitatea eliminării compușilor organici atinsă a fost de 91 %, iar - eliminării azotului de 88,3 %.

Tabelul 1. Performanța instalației, conform invenției, ilustrate prin rezultatele analizei chimice.

Prelevare	CCO _{Cr} , mgO ₂ /L	NH ₄ , mg/L	NO ₂ , mg/L	NO ₃ , mg/L	N-NH ₄ , mg/L	N-NO ₂ , mg/L	N-NO ₃ , mg/L	N _{tot} , mg/L
Influent	341,5	78,7	0	0	61,21	0,00	0,00	61,21
Influent+ Reciclu	184,7	42,4	0,53	20,2	32,98	0,16	4,56	37,70
Secțiune 1 aerare primară	88,9	30	10,6	24,4	23,33	3,23	5,51	32,07
Secțiune 2 aerare primară	49,5	2,55	6,8	88	1,98	2,07	19,87	23,92
Secțiune 3 aerare primară	44,3	2,18	4,47	66	1,70	1,36	14,90	17,96
Post-aerare Bloc de biofiltru	39,5	0,8	0,93	32	0,62	0,28	7,23	8,13
Efluent	29,5	0,92	0,37	28	0,72	0,11	6,32	7,15

(56) Referințe bibliografice citate în descriere:

1. GB 2283970 A 1995.05.24
2. US 5192441 A 1993.03.09
3. US 2018305233 A1 2018.10.25

(57) Revendicări:

1. Procedeu de epurare biologică a apelor uzate menajere cu nitrificare și denitrificare simultană, care constă în aceea că apa uzată menajeră se debitează într-un bazin de aerare primară, format din cel puțin o secțiune și dotat cu un sistem de aerare cu bule fine pentru menținerea procesului de epurare biologică, unde se mixează cu nămol activ și coconi de conglomeratii de microorganisme; apoi, mixtul format se transvazează într-un bazin de post-aerare, în care este fixat un bloc de biofiltru, executat din material de fibre din polietilenă cu o configurație structurală, în calitate de suport, pe care se formează și se dezvoltă pelicula biologică, care prin procesul de stripare periodică intensivă cu aer, cu o periodicitate de timp mai mică decât timpul de retenție a apei uzate menajere în bazinul de aerare primară, cu ajutorul unui sistem de aerare cu jet intens se detașează de suport și cu fluxul hidraulic se mână în zona aerată cu ajutorul unui sistem de aerare cu bule fine, unde se formează coconii de conglomeratii de microorganisme; din bazinul de post-aerare fluxul mixt de apă epurată, nămol activ și coconii formați se transvazează într-un decantor pentru separarea și sedimentarea nămolului activ și coconilor formați; după sedimentare apa epurată se evacuează în efluent, iar mixtul de nămol activ sedimentat și coconii formați cu ajutorul unui sistem de recirculare se debitează în bazinul de aerare primară.

2. Procedeu, conform revendicării 1, în care striparea se efectuează cu un jet de aer cu o intensitate de $10...14 \text{ m}^3/\text{h}$ pe 1 m^2 cu o durată de $30...60 \text{ min}$.

3. Instalație de epurare biologică a apelor uzate menajere cu nitrificare și denitrificare simultană, care include următoarele elemente, amplasate consecutiv în direcția fluxului de apă: un bazin de aerare primară, format din cel puțin o secțiune, dotat cu un sistem de aerare cu bule fine; un bazin de post-aerare, în care este fixat un bloc de biofiltru, executat din material de fibre din polietilenă cu o configurație structurală, în calitate de suport pentru pelicula biologică, totodată bazinul de post-aerare este dotat cu un sistem de aerare cu bule fine, iar în partea de jos a blocului de biofiltru este amplasat un sistem de aerare cu jet intens; precum și un decantor, dotat cu un sistem de recirculare a mixtului de nămol activ sedimentat și coconi de conglomeratii de microorganisme în bazinul de aerare primară.



Fig. 1



Fig. 2

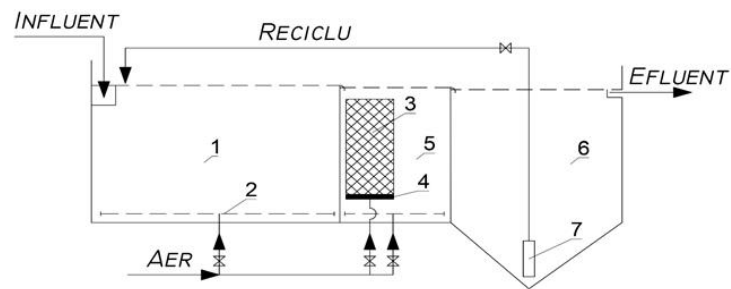


Fig. 3



Fig. 4

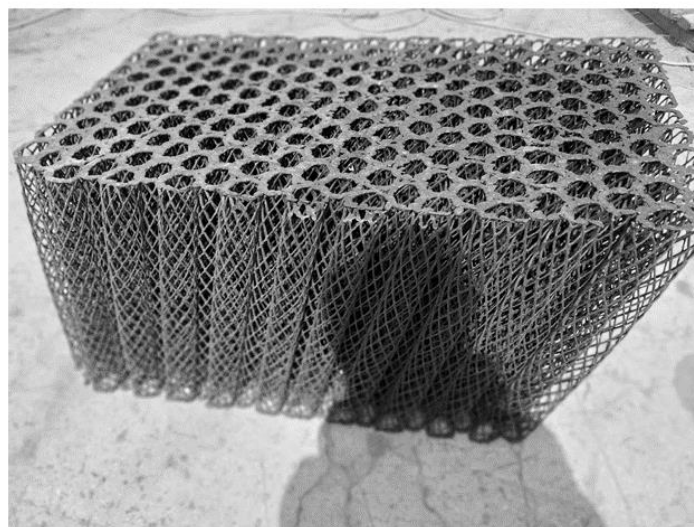


Fig. 5