

Invenția se referă la epurarea avansată a apelor uzate menajere și industriale, și anume la instalațiile și procedeele de epurare avansată a apelor uzate, iar apele uzate epurate pot fi utilizate la întreprinderi în calitate de ape industriale în procesele tehnologice, cum ar fi răcirea utilajului, sau în agricultură pentru irigații.

Se cunoaște o instalație și un procedeu de epurare biologică combinată anaerob-aerobă a apelor uzate, care include o treaptă anaerobă de degradare biologică a substanțelor organice la un grad de epurare de 60...70% prin intermediul microflorei anaerobe, iar partea remanentă a poluanților este degradată cu ajutorul microorganismelor aerobe fixate pe o umplutură solidă. Procedeu este realizat într-o instalație care conține un singur bioreactor, format dintr-un bazin de epurare anaerobă, un bazin de epurare aerobă și un bazin de separare, amplasat între primele două bazine. În bazinele de epurare anaerobă și aerobă, respectiv, este amplasată umplutura solidă de tip "fagure" pentru fixarea microorganismelor [1].

Dezavantajul acestei soluții constă în faptul că nu prevede decât eliminarea materiilor în suspensie și a poluanților carbonorganici, dar nu și a compușilor azotului și fosforului.

Cea mai apropiată soluție este instalația și procedeu de epurare a apelor uzate, care constă în epurarea biologică combinată aerob-anoxică-anaerobă cu eliminarea simultană a poluanților carbonorganici și a compușilor azotului și fosforului într-un singur rezervor divizat în mai multe compartimente, prin care apa uzată se mișcă gravitațional, trecând consecutiv prin toate compartimentele în flux descendent-ascendent în plan vertical (labirint vertical) [2].

Dezavantajele acestei soluții constau în structura complicată a rezervorului, care include mulți pereți despărțitori și multiple compartimente anoxice și aerobe, de asemenea, procedeu de epurare include multiple recirculări interne, ceea ce este nefavorabil pentru o stație de epurare de capacitate mică și medie.

Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție constă în sporirea eficienței epurării mecano-biologice a apei uzate, reducerea consumului de energie și a costului de epurare și tratare a nămolului, simplificarea tehnologiei de epurare, combinarea proceselor de epurare a apei uzate și stabilizare a nămolului de epurare într-o singură instalație modulară și compactă, reducerea producției de nămol, precum și simplificarea și amplasarea rațională a elementelor instalației.

Instalația pentru epurarea avansată a apelor uzate, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că conține un rezervor monobloc, dotat cu racorduri de admisie a apei uzate și de evacuare a apei uzate epurate și divizat prin pereți despărțitori în mai multe compartimente – bioreactoare anaerobe și aerobe pentru epurarea biologică combinată anaerob-anoxică-aerobă a apei uzate limpezite în prealabil, și un sistem de aerare pneumatic. Instalația este executată din modul, format din rezervorul, care este divizat în patru compartimente – un decantor primar pentru epurarea mecanică a apei uzate, bioreactorul anaerob-anoxic, bioreactorul aerob și un decantor secundar pentru epurarea mecanică a apei uzate epurate. Decantorul primar este format din două pachete lamelare sau tubulare înclinate, amplasate lateral mai sus de racordul de admisie, și un fermentator anaerob, amplasat în partea inferioară a decantorului primar, care este executată în formă de trunchi de piramidă, cu un racord de evacuare a nămolului și un separator gaz-lichid în formă de trunchi de piramidă, amplasat în partea superioară a decantorului primar și dotat cu un racord de evacuare a gazelor de fermentare. Pachetele lamelare sunt înclinate sub un unghi de 50...60° și amplasate la distanțe de 10...20 cm între ele. Deasupra pachetelor lamelare este amplasat un colector al apei uzate limpezite, racordat la bioreactorul anaerob-anoxic, care este executat din două părți divizate printr-o șicană și în care este amplasată o umplutură rigidă pentru fixarea microflorei cu o înălțime de 1...1,5 m, plasată pe un suport. Prima parte a bioreactorului anaerob-anoxic este racordată la o conductă de recirculare a apei uzate epurate printr-o pompă submersibilă, amplasată în bioreactorul aerob, care este executat din două părți divizate printr-o șicană și în care este amplasată o umplutură flotantă pentru fixarea microorganismelor heterotrofe cu o înălțime a umpluturii de 1,5...2,5 m și un volum de 30...70% din volumul bioreactorului aerob. Umplutura flotantă este susținută din partea de sus și cea de jos cu plase, executate cu orificiile mai mici decât dimensiunile elementelor flotante ale umpluturii. În partea inferioară a bioreactorului aerob este amplasat sistemul de aerare pneumatic, format din conducte de alimentare cu aer comprimat și o rețea de țevi perforate sau difuzori de aer. Capătul de jos al șicanelor este executat oblic spre interiorul părții a doua a bioreactoarelor, care formează cu radierul acestora o fantă. Bioreactorul aerob este racordat, în partea superioară, printr-un jgheab la decantorul secundar, care este format din plăci ondulate sau tuburi subțiri din masă plastică înclinate sub un unghi de 50...60° cu o înălțime de 1...1,5 m, și o șicană, care formează cu peretele rezervorului un canal vertical pentru evacuarea apei uzate epurate. Capătul de jos al șicanei este executat oblic spre interiorul decantorului secundar. Radierul bioreactoarelor este executat cu o adâncitură pentru acumularea nămolului, în care este amplasat câte un aerlift pentru evacuarea acestuia. Partea inferioară a decantorului secundar este executată în formă de trunchi de piramidă pentru acumularea nămolului, în care este amplasat un aerlift pentru evacuarea lui. Mișcarea fluxului de apă uzată în compartimentele instalației se realizează în flux ascendent-descendent.

În calitate de umplutură rigidă pentru fixarea microflorei pot fi utilizate plăci subțiri ondulate din masă plastică, fixate paralel.

În calitate de umplutură flotantă pentru fixarea microorganismelor heterotrofe pot fi utilizate elemente din masă plastică de formă cilindrică cu lungime și diametru de 7...10 mm.

Capătul de jos al șicanelor poate fi executat oblic sub un unghi de 45° cu lungime de 25...50 cm.

Orificiile plaselor pot fi executate cu dimensiunile de 5x5...7x7 mm.

Instalația poate fi executată din două module, unite paralel între ele în plan orizontal, sau din patru, șase, opt module amplasate în perechi.

Procedeul de epurare a apelor uzate, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include epurarea mecanică a apei uzate pentru eliminarea parțială a materiilor în suspensie prin decantarea gravitațională primară avansată cu utilizarea pachetelor lamelare sau tubulare din decantorul primar al instalației de epurare avansată a apei uzate, definită mai sus, și prin fermentarea nămolului, care se acumulează în fermentatorul anaerob, în urma căreia se obțin compușii carbonorganici ai acizilor grași volatili, care se utilizează la epurarea biologică anaerobă-anoxică a apei uzate pentru eliminarea parțială a poluanților carbonorganici și compușilor azotului și fosforului prin procesul de denitrificare în condiții anaerobe concomitent cu procesul de predenitrificare în condiții anoxice cu utilizarea compușilor carbonorganici ai acizilor grași volatili, obținuți în urma procesului de denitrificare. Procedeul mai include epurarea biologică aerobă a apei uzate pentru eliminarea definitivă a poluanților carbonorganici și compușilor azotului și fosforului prin procesul de nitrificare în condiții aerobe, și epurarea mecanică a apei uzate epurate pentru eliminarea poluanților carbonorganici și compușilor azotului și fosforului pentru o limpezire avansată prin sedimentarea gravitațională.

Rezultatul tehnic al invenției constă în majorarea gradului de epurare a apelor uzate și extinderea gamelor de substanțe eliminate din apele uzate, utilizarea surselor interne de compuși carbonorganici ai acizilor grași volatili în procesul de denitrificare, reducerea producției de nămol de epurare, combinarea proceselor de epurare a apelor uzate și de stabilizare a nămolurilor într-o unică instalație modulară compactă, majorarea eficienței și fiabilității instalației propuse, reducerea consumului de energie necesară pentru realizarea procedurii, precum și simplificarea tehnologiei de epurare a apelor uzate și de tratare a nămolului.

Rezultatul tehnic obținut se datorează faptului că procedeul de epurare avansată a apelor uzate include epurarea mecano-biologică combinată anaerob-anoxic-aerobă cu eliminarea simultană a poluanților carbonorganici și compușilor azotului și fosforului într-o singură instalație modulară și compactă, cu utilizarea umpluturii rigide pentru fixarea microflorei, concomitent cu stabilizarea nămolului produs.

Pentru asigurarea necesităților nutritive ale microorganismelor heterotrofe pentru nitrificare, în locul surselor externe de carbon, utilizate pe larg în tehnologiile convenționale, sunt utilizate surse interne – acizii grași volatili, obținuți în urma epurării biologice anaerobe a apei uzate și fermentării nămolului, procese care au loc în instalația compactă modulară.

Mișcarea fluxului de apă uzată în direcție verticală ascendent-descendent între compartimentele bazinului de epurare permite reducerea suprafeței ocupate de instalație și a dimensiunilor rezervorului monobloc concomitent cu creșterea timpului de contact și repartiția uniformă a fluxului de apă uzată, care tranzitează compartimentele instalației.

Utilizarea umpluturii rigide permite stratificarea microflorei fixate în corespundere cu fazele epurării și fermentării anaerobe, iar utilizarea în bioreactoarele aerobe a umpluturii flotante permite intensificarea epurării datorită majorării concentrației microflorei, menținerea vârstei optime a asociației microbiene și majorarea eficienței sistemului de epurare, iar instalația asigură, concomitent cu fermentarea anaerobă a nămolurilor de epurare, și îngroșarea lor.

Umplutura rigidă pentru fixarea microflorei, compusă din blocuri sau pachete de plăci subțiri ondulate din mase plastice fixate paralel, asigură o suprafață specifică mare și o porozitate înaltă, care permite de a evita colmatarea umpluturii cu biofilmul desprins de la suprafața umpluturii rigide.

Umplerea bioreactorului aerob cu umplutură flotantă în stare compactă la nivel de 30...70% din volumul util al bioreactorului aerob permite mobilitatea elementelor și mișcarea lor prin amestecul creat de sistemul de aerare, ceea ce asigură desprinderea excesului de biofilm fixat pe ele și, în așa mod, permite de a controla grosimea biofilmului datorită gradientului de viteză.

Utilizarea pachetelor lamelare sau tubulare din masă plastică înclinate sub un unghi de 50...60° și amplasate la distanțe mici de 10...20 cm între ele asigură intensificarea procesului de limpezire a apei uzate brute și permite de a reduce esențial volumul instalației de epurare.

Instalația constă dintr-un număr de compartimente individuale interconectate între ele gravitațional pe fluxul apei uzate, care asigură realizarea proceselor de epurare mecano-biologică combinată anaerob-anoxică-aerobă pentru eliminarea materiilor în suspensie, poluanților carbonorganici și compușilor azotului și fosforului.

Construcția instalației permite trecerea liberă a apei uzate dintr-un compartiment în altul consecutiv la timp determinat în funcție de eficiența necesară de eliminare a materiilor în suspensie, poluanților carbonorganici și a compușilor azotului și fosforului.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1-3, în care sunt reprezentate:

- fig. 1, schema tehnologică a procedurii de epurare avansată a apelor uzate;
- fig. 2, vederea de sus a compartimentelor instalației pentru epurarea avansată a apelor uzate;
- fig. 3, compartimentele instalației în secțiune.

Procedeul de epurare avansată a apelor uzate include patru etape (fig. 1).

Prima etapă include epurarea mecanică a apei uzate pentru eliminarea parțială a materiilor în suspensie prin decantare gravitațională primară avansată cu utilizarea pachetelor lamelare sau tubulare din masă plastică, înclinate sub un unghi de 50...60° și amplasate la distanțe de 10...20 cm între ele (blocuri/pachete lamelare, tubulare) pentru a intensifica procesul de limpezire a apei uzate brute.

A doua etapă constituie epurarea biologică anaerobă-anoxică a apei uzate pentru eliminarea parțială a poluanților carbonorganici și compușilor azotului și fosforului prin intermediul umpluturii rigide pentru fixarea microflorei prin

procesul de denitrificare în condiții anaerobe concomitent cu procesul de predenitrificare a nitriților și nitraților în condiții anoxice.

Etapă a treia include epurarea biologică aerobă a apei uzate pentru eliminarea definitivă a poluanților carbonorganici și compușilor azotului și fosforului prin intermediul umpluturii flotante pentru fixarea microorganismelor heterotrofe concomitent cu procesul de nitrificare a azotului amoniacal în condiții aerobe.

Ultima etapă a procedurii dat constituie epurarea mecanică a apei uzate epurate pentru eliminarea poluanților carbonorganici și compușilor azotului și fosforului pentru o limpezire avansată prin sedimentarea gravitațională cu utilizarea plăcilor ondulate sau tuburilor subțiri din masă plastică înclinată sub un unghi de 50...60°.

Apa uzată epurată mecano-biologic este îndreptată în final spre dezinfectare înainte de a fi deversată în receptorii naturali sau spre utilizare ulterioară.

Referitor la tehnologia nămolurilor, procedeul propus include fermentarea și stabilizarea anaerobă a componentei organice pentru a evita putrefacția spontană a nămolurilor și emisia gazelor de fermentație urât mirositoare. În continuare, nămolul fermentat și stabilizat poate fi supus unei deshidratări mecanice sau naturale și apoi, după o depozitare de lungă durată sau dezinfectare, poate fi utilizat, iar după caz, poate fi transportat cu autovidanaje la o stație de epurare existentă de capacitate mai mare, unde funcționează utilajele de deshidratare și utilizare, de preferință, în agricultură sau pentru recultivarea solurilor degradate. Pentru asigurarea unei bune funcționări a stației de epurare, pe baza procedurii propusă în invenție, este preferabil ca apa uzată evacuată din localitate prin rețeaua publică de canalizare să fie pretrată și pompată în instalația pentru epurare, astfel încât mișcarea ulterioară a fluxului tehnologic al apei uzate prin instalație și spre deversare în emisare să fie liberă, gravitațională, ceea ce conduce la excluderea unui consum de surplus de energie.

Pretratarea apei uzate include eliminarea materialelor grosiere prin strecurare și, după caz, a materiilor în suspensie de proveniență minerală (nisip, zgură etc.), iar pentru asigurarea unei alimentări uniforme a instalației cu apă uzată, stația de epurare va include un rezervor pentru uniformizare/egalizare/omogenizare a debitelor de apă uzată și concentrațiilor de poluanți, combinat cu camera de recepție a stației de pompare, dotată cu pompe submersibile și malaxoare.

Pentru realizarea procedurii de epurare avansată a apei uzate, descris mai sus, se utilizează o instalație monobloc de formă dreptunghiulară, care conține un singur rezervor, divizat prin pereții despărțitori (aceștia permițând trecerea liberă gravitațională a fluxului de apă uzată prin rezervor de la intrare până la ieșire) în patru compartimente, în care se realizează consecutiv etapele procedurii propuse.

Instalația pentru epurarea avansată a apelor uzate este executată dintr-un modul sau din două module, unite paralel între ele în plan orizontal, sau din patru, șase, opt module, amplasate în perechi, modulul fiind format din rezervorul 1 monobloc (fig. 2, 3), divizat prin pereții despărțitori în patru compartimente – decantorul primar I pentru epurarea mecanică a apei uzate, bioreactoarele anaerob-anoxic II și aerob III pentru epurarea biologică combinată anaerob-anoxică-aerobă a apei uzate și decantorul secundar IV pentru epurarea mecanică a apei uzate.

Primul compartiment 2 de formă prismatică reprezintă decantorul primar I, destinat pentru epurarea mecanică a apei uzate și format din două pachete lamelare sau tubulare 3, 3' înclinate, amplasate lateral în partea superioară a decantorului, între acestea fiind amplasat separatorul gaz-lichid 5 în formă de trunchi de piramidă, sprijinit pe inelul 23, cu care formează fanta 24 pe tot perimetrul bazei de jos a separatorului 5, racordat printr-un ștuț la conducta 6 de evacuare a gazelor de fermentare. Pachetele 3, 3' sunt înclinate sub un unghi de 50...60° și amplasate la distanțe de 10...20 cm între ele. Sub inelul 23, în partea inferioară a decantorului I, este amplasat fermentatorul anaerob 4 în formă de trunchi de piramidă. Primul compartiment este alimentat cu apă uzată brută pretrată prin racordul de admisie 7 cu două capete, amplasat sub pachetele 3, 3', dar mai sus de inelul 23, pe care se sprijină separatorul 5, și unit la stația de pompare a apei uzate din localitate. Deasupra pachetelor 3, 3', pe pereții laterali ai primului compartiment, sunt amplasate două jgheaburi 25 de colectare a apei uzate limpezite cu pereții deversori 26 orizontali, care se racordează la colectorul de apă uzată limpezită, racordat la al doilea compartiment. Fermentatorul 4 este dotat cu racordul 8 de evacuare gravitațională a nămolului sub presiunea coloanei de apă din primul compartiment prin jgheaburile 25 cu pereții deversori 26. Partea inferioară a primului compartiment, spațiul de sub inelul 23, este destinată pentru acumularea și fermentarea nămolului format la decantarea gravitațională primară avansată în pachetele 3, 3'.

Al doilea compartiment de formă prismatică reprezintă bioreactorul anaerob-anoxic II, destinat pentru epurarea biologică anaerobă-anoxică a apei uzate și executat din două părți egale divizate prin șicana 9, care formează în partea inferioară fanta 10, prin intermediul căreia aceste părți comunică, iar pentru o distribuție uniformă a fluxului de apă uzată, capătul de jos al șicanei 9 este executat oblic spre interiorul părții a doua a bioreactorului II sub un unghi de 45° cu lungime de 25...50 cm. În interiorul bioreactorului II este amplasată umplutura rigidă 11, 11' de tip „fagure” pentru fixarea microflorei respective cu înălțimea de 1...1,5 m, confecționată din plăci/foi subțiri ondulate din masă plastică, plasată pe suportul de tip „grătar”. Radiul bioreactorului II este executat cu adăncitura 12 pentru acumularea nămolului, în care este amplasat aerliftul 13 pentru evacuarea periodică a nămolului acumulat. Acest compartiment este racordat la primul prin ștuțul, amplasat în partea superioară a primei părți – anaerobe, a bioreactorului II, care suplimentar este racordat prin ștuț la conducta de recirculare a apei uzate epurate nitrificate, alimentată de pompa submersibilă 18 de recirculare din al treilea compartiment. Pentru direcționarea fluxului de apă epurată spre partea inferioară a bioreactorului II și distribuția uniformă a acestuia, sub stratul de umplutură 11, 11', șicana 9 este prevăzută în partea inferioară cu orificii sau cu spațiu liber, iar capătul de jos oblic al șicanei 9,

îndreptat spre interiorul părții a doua – anoxică, a compartimentului, creează un flux ascendent uniform în partea a doua. În prima parte direcția fluxului este descendentă, iar în partea a doua – ascendentă.

Al treilea compartiment de formă prismatică, similară cu forma celui de-al doilea compartiment, reprezintă bioreactorul aerob III, destinat pentru epurarea biologică aerobă și este, de asemenea, executat din două părți divizate prin șicana 14, care formează în partea inferioară fanta 10', capătul de jos al șicanei 14 fiind la fel executat oblic spre interiorul părții a doua a bioreactorului III sub un unghi de 45° cu lungimea de 25...50 cm. În interiorul bioreactorului III este amplasată umplutura flotantă 15, 15' pentru fixarea microorganismelor heterotrofe cu înălțimea de 1,5...2,5 m și volumul de 30...70% din volumul bioreactorului III, compusă din figuri/elemente din masă plastică de formă cilindrică cu lungimea și diametrul de 7...10 mm, cu suprafața dezvoltată de fixare a microorganismelor pentru crearea și menținerea microorganismelor heterotrofe. Umplutura flotantă 15, 15' este susținută din părțile de sus și de jos cu plase, executate cu orificiile mai mici decât dimensiunile elementelor flotante ale umpluturii 15, 15'. În partea inferioară a bioreactorului III este amplasat sistemul de aerare pneumatic, format din conductele 16 de alimentare cu aer comprimat și rețeaua de țevi perforate cu diametrul orificiilor de 3...5 mm sau difuzorii de aer 17, și alimentat cu aer comprimat de la suflanta, amplasată într-o încăpere alăturată, iar în partea superioară este montată pompa submersibilă 18 de recirculare a apei uzate cu conținut de nitrați. Șicana 14 este prevăzută în partea inferioară cu orificii sau spațiu liber pentru accesul fluxului de apă uzată din prima parte – descendentă, în a doua parte – ascendentă, capătul de jos oblic al șicanei 14 fiind îndreptat spre interiorul părții a doua în scopul uniformizării curgerii fluxului ascendent de apă uzată. Radierul bioreactorului III este, de asemenea, executat cu adâncitura 12' pentru acumularea nămolului, în care este amplasat aerliftul 13' pentru evacuarea acestuia.

Al patrulea compartiment de formă prismatică în partea superioară și trunchi de piramidă în cea inferioară, reprezintă decantorul secundar IV, destinat pentru epurarea mecanică, și anume pentru separarea particulelor de peliculă biologică (biofilm), desprinse de pe suprafața umpluturii 15, 15'. Decantorul IV este format, în partea superioară, din plăcile ondulate sau tuburile subțiri 19 din masă plastică înclinate sub un unghi de 50...60° cu înălțimea de 1...1,5 m, deasupra cărora este amplasat jgheabul 27, prin care trece apa uzată efluentă din compartimentul al treilea (din partea ascendentă) în al patrulea compartiment. Fluxul de apă uzată se mișcă descendent prin plăcile 19, eliberându-se de materiile în suspensie, care se depun și se acumulează în partea inferioară 12" a decantorului IV sub formă de nămol, care este evacuat periodic prin intermediul aerliftului 13". Pentru colectarea și evacuarea apei uzate epurate este prevăzută șicana 20, amplasată la distanța de 10...20 cm de la peretele 28 al rezervorului 1. Capătul de jos al șicanei 20 este executat oblic spre interiorul decantorului IV sub un unghi de 45°, care formează cu peretele frontal 28 al rezervorului 1 fanta 29 și canalul vertical 21 pentru evacuarea apei uzate epurate, racordat la conducta 22 de evacuare a apei uzate epurate biologic și limpezite spre dezinfectare și ulterior spre deversarea în receptorii naturali (emisare) sau spre utilizare.

Alăturat monoblocului descris este prevăzută o încăpere, unde sunt amplasate: a) o cameră de dezinfectare a apei uzate epurate biologic, dotată cu lămpi ultraviolete; b) suflantele; c) panoul electric de comandă; d) blocul sanitar; e) încăperile sociale necesare pentru angajați; f) blocul administrativ etc.

Instalația pentru epurarea avansată a apelor uzate funcționează în modul următor.

Instalația se alimentează cu apă uzată brută pretrată prin racordul de admisie 7 de presiune unit la stația de pompare. Racordul 7 se ramifică în două conform construcției decantorului primar I, iar acestea se introduc prin peretele lateral al decantorului I, mai jos de pachetele lamelare sau tubulare 3 și 3' înclinate. Fluxul de apă uzată cu conținut ridicat de materii în suspensie se mișcă ascendent prin spațiile dintre lamelele/tuburile pachetelor 3 și 3' înclinate, cu o viteză, care asigură sedimentarea gravitațională avansată a materiilor în suspensie (insolubile), acestea depunându-se pe suprafața înclinată a lamelor/tuburilor și formând un strat de nămol, care, datorită unghiului mare de înclinație, alunecă și se acumulează în spațiul părții inferioare a decantorului I, care reprezintă fermentatorul anaerob 4. Apa uzată limpezită din partea superioară a decantorului I este deversată și distribuită uniform pe suprafața primei părți anaerobe a bioreactorului II, în care fluxul de apă, mișcându-se descendent, trece prin umplutura rigidă 11, venind în contact cu microflora fixată, unde are loc epurarea biologică anaerobă prin procesul de denitrificare cu degradarea poluanților carbonorganici biodegradabili în CH₄ și CO₂, care se formează în calitate de compuși intermediari carbonorganici ai acizilor grași volatili, care servesc drept sursă complementară de carbon organic pentru treapta ce urmează în partea a doua anoxică a bioreactorului II prin procesul de predenitrificare, înlocuind sursele tradiționale costisitoare de etanol, metanol și/sau acid acetic. Fluxul de apă uzată epurată biologic anaerob este parțial eliberat la 60...70% de poluanți carbonorganici și compuși ai azotului și fosforului, obținându-se o apă uzată epurată parțial, reducându-se din cantitatea de poluanți, care, în soluțiile anterioare, ar fi fost eliminați în treapta aerobă cu consum de energie și cu producție mare de nămol secundar. În așa mod, se reduce semnificativ și cantitatea de nămol, care urmează să fie tratat în fluxul tehnologic al nămolurilor (stabilizare și deshidratare). În continuare, fluxul de apă uzată se mișcă ascendent în partea a doua a bioreactorului II prin umplutura 11', fiind amestecat în prealabil cu apa uzată cu conținut de nitrați recirculată de pompa 18 din partea a doua aerobă a bioreactorului aerob II prin procesul de nitrificare prin intermediul pompei submersibile 18. În umplutura 11' se dezvoltă microflora fixată heterotrofă, care efectuează procesul de predenitrificare, descompunând nitrații până la azot molecular gazos și folosindu-i în calitate de oxigen necesar pentru oxidarea/metabolizarea poluanților carbonorganici, drept care servesc poluanți carbonorganici reziduali ai apei uzate brute epurate anaerob și acizi grași volatili de la procesele de fermentare atât a nămolului din fermentatorul 4, cât și din umplutura 11 și 11', aceștia difuzând în fluxul de apă uzată supusă epurării ulterioare.

Fluxul de apă uzată epurată anaerob și predenitrificată se mișcă în continuare în al treilea compartiment pentru epurarea biologică aerobă, trecând consecutiv mai întâi descendent prin umplutura 15 prin procesul de nitrificare și efectuând epurarea aerobă cu eliminarea definitivă a poluanților carbonorganici prin intermediul microflorei fixate heterotrofe în condiții aerobe, create artificial de sistemul de aerare pneumatic, și apoi ascendent în partea a doua a bioreactorului aerob III prin procesul de nitrificare a azotului amoniacal cu umplutura 15' prin intermediul microflorei fixate autotrofe. Apa uzată nitrificată este recirculată prin intermediul pompei 18 în prima parte anaerobă a bioreactorului II pentru a fi procesată prin denitrificare în partea a doua anoxică a bioreactorului II.

În final, fluxul de apă uzată epurată mecano-biologic cu eliminarea atât a compușilor carbonorganici biodegradabili, cât și a celor de azot și fosfor (nutrienți), dar cu conținut de particule ale peliculei biologice desprinse de pe umplutura 15, 15' (materii în suspensie), trece descendent prin decantorul secundar IV (al patrulea compartiment), dotat cu plăci ondulate sau tuburi subțiri 19 înclinate, asigurându-se astfel o limpezire avansată prin sedimentarea gravitațională în strat subțire și mișcarea în co-curent în direcția de sedimentare a materiilor în suspensie și deplasarea/alunecarea nămolului deus pe suprafața plăcilor 19 înclinate. Fluxul de apă care a trecut descendent prin plăcile 19 este direcționat și evacuat în sens invers, vertical prin canalul 21, format de șicana 20 și peretele 28 al rezervorului 1, spre partea superioară a decantorului IV, de unde este colectat și transportat într-o cameră dotată cu lămpi ultraviolete pentru dezinfectare.

Parametrii apei uzate epurate prin aplicarea procedurii cu instalația propusă în prezenta invenție sunt prezentați în următorul tabel.

Rezultatele analizei probelor de apă la intrare și la deversare din instalația pentru epurarea avansată a apelor uzate (conform invenției)

Tabel

Parametrul monitorizat	La intrare	La deversare
pH	7,8	7,7
Oxidarea (CCO-Cr), mgO ₂ /dm ³	76,5	17,0
Consumul biologic de oxigen (CBO), mgO ₂ /dm ³	32,5	4,6
Materie în suspensie, mg/dm ³	109,7	38,6
Sulfați SO ₄ ²⁻ , mg/dm ³	466,2	342,5
Amoniu (N-NH ₄ ⁺), mg/dm ³	2,6	0,9
Nitriți (N-NO ₂ ⁻), mg/dm ³	5,6	2,5
Nitrați (N-NO ₃ ⁻), mg/dm ³	12,9	10,5
Fosfați (PO ₄ ³⁻), mg/dm ³	0,9	0,6
Detergenți anionici, mg/dm ³	0,89	0,34

Datele din tabel demonstrează un nivel foarte înalt de epurare, toți indicatorii la deversare fiind în limitele normelor pentru apele epurate.