



MD 4906 B1 2024.11.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 4906 (13) B1
(51) Int.Cl: C02F 9/00 (2023.01)
C02F 9/20 (2023.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

În termen de 6 luni de la data publicării mențiunii privind hotărârea de acordare a brevetului de invenție, orice persoană poate face opoziție la acordarea brevetului	
(21) Nr. depozit: a 2023 0011 (22) Data depozit: 2023.05.19	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2024.11.30, BOPI nr. 11/2024
(71) Solicitant: INSTITUȚIA PUBLICĂ UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD (72) Inventatori: PETUHOV Oleg, MD; LUPAȘCU Tudor, MD (73) Titular: INSTITUȚIA PUBLICĂ UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD	

(54) Instalație portabilă pentru testarea materialelor filtrante și tehnologiilor de potabilizare a apelor naturale

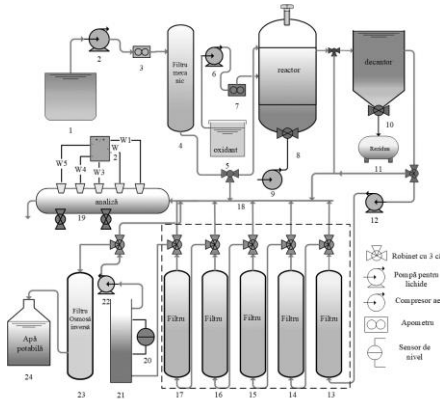
(57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație portabilă pentru testarea materialelor filtrante și tehnologiilor de potabilizare a apelor naturale în condiții dinamice, totodată instalația poate fi utilizată de către persoanele, care studiază procedeele de potabilizare a apelor în calitate de echipament demonstrativ.

Instalația, conform invenției, include un panou de comandă și monitorizare, o pompă peristaltică de furnizare a apei (2), un filtru mecanic de impurități (4), un reactor (8), un decantor (10), o pompă peristaltică de admisie a apei (12), cel puțin două coloane de filtrare (13...17), un rezervor de acumulare a apei (21), o pompă de presiune a osmozei inverse (22), un filtru de osmoză inversă (23) și un rezervor de apă potabilizată (24). Ieșirile filtrului mecanic de impurități (4), decantorului (10), coloanelor de filtrare (13...17) și pompei de presiune a osmozei inverse (22) sunt conectate prin robinete cu trei căi la un colector (18), care este conectat la o celulă de analiză (19). Reactorul (8) este dotat cu un rezervor cu oxidant (5), o pompă peristaltică de furnizare a oxidantului (6), un apometru de dozare a volumului oxidantului (7) și un compresor de aer (9).

Revendicări: 5

Figuri: 4



MD 4906 B1 2024.11.30

Descriere:

Invenția se referă la o instalație portabilă pentru testarea materialelor filtrante și tehnologiilor de potabilizare a apelor naturale în condiții dinamice, totodată instalația poate fi utilizată de către persoanele, care studiază procedeele de potabilizare a apelor în calitate de echipament demonstrativ.

Elaborarea tehnologiilor de potabilizare este un proces costisitor și de lungă durată, datorită faptului că studiul metodei optime de eliminare a fiecărui tip de poluant are loc separat în laboratorul de analiză și/sau la scară largă, ceea ce necesită un volum mare de lucru și timp. De obicei, apele subterane și de suprafață conțin mai mulți poluanți, care depășesc valoarea concentrației maxime admisibile (CMA), din care motiv pentru fiecare sursă de apă este necesar de elaborat tehnologii individuale de potabilizare a apelor, care depind de debitul de apă, poluanții prezenți, gestionarea echipamentului etc.

Calitatea apei este afectată de sursele de poluare și depinde de modul în care sunt administrate aceste surse. Principalele surse de poluare a apelor și a solurilor din Republica Moldova sunt apele uzate – neepurate sau parțial epurate, deșeurile municipale, precum și substanțele chimice. Un factor de risc major pentru sănătatea oamenilor sunt fântânile de mină care reprezintă o sursă esențială de apă în mediul rural. Conform datelor Agenției Naționale pentru Sănătate Publică, în 84 % din fântâni apa nu corespunde normelor sanitare stabilite de lege (*Monitorul Oficial Nr. 409-410. Lege pentru aprobarea Strategiei naționale de dezvoltare „Moldova Europeană 2030” ,nr. 315, 17 noiembrie 2022*).

Este cunoscută o instalație multifuncțională automatizată de laborator, integrată pentru instruire și cercetare, constând din blocuri și unități de pompare și tratare a apei, conectate în serie și/sau în paralel prin rezervoare intermediare. Laboratorul conține o stație de pompare a primei trepte, conectată prin conducte de presiune cu camere de comutare la un rezervor intermediar de sursă de apă, care printr-o stație de pompare a celei de-a doua trepte, este interconectat cu aparate tehnologice și blocuri ale unei stații automate de epurare a apei, inclusiv o unitate de limpezire și decantare a apei. Blocurile constau dintr-o cameră de floclare, un rezervor de decantare orizontal, o unitate de gestionare a reactivilor, o unitate de limpezire a apei într-un strat suspendat, care conține un separator de aer conectat la un decantor cu un strat de sediment în suspensie, o unitate de limpezire a apei prin filtrare, inclusiv un filtru rapid fără presiune și rapid cu presiune sau ultra-rapid cu un rezervor intermediar de apă limpezită, care este conectată la aparatul de dezinfecție a apei prin stația de pompare a celei de-a doua trepte de pompare și este conectată la un rezervor intermediar de apă tratată [1].

Dezavantajele acestei instalații sunt dimensiunile mari, instalația nu este portabilă, complexitatea designului și posibilitatea limitată de utilizare în lucrul de laborator, datorită numărului mic de metode, care pot fi testate (lipsește metoda de schimb ionic, procedeele de adsorbție și cataliză), lipsa posibilității de control de laborator a modificărilor indicatorilor de calitate a apei la fiecare etapă de tratare și controlul calității apei tratate.

Este cunoscută o instalație complexă automată de instruire în laborator pentru studierea proceselor de filtrare cu măsurări și prelucrare a rezultatelor în mediul software LAB VIEW, care include suprafețe de montaj orizontale și verticale și două blocuri independente. Primul bloc include un sistem autonom de alimentare cu apă pentru umplerea cuvelor experimentale, realizate sub formă de duze transparente și având scale de măsurare care asigură fixarea vizuală și demonstrarea nivelului de compresie a sedimentului, montat pe un suport echipat cu un senzor de masă, la care este suspendat un recipient de măsurare, ceea ce face posibilă determinarea debitului lichidului, care curge, prin cântărire, un manometru mecanic pentru măsurarea presiunii în sistem și un traductor de presiune, care asigură înregistrarea datelor de ieșire pe un purtător de informație, în timp ce pentru a asigura alimentarea cu lichid de-a lungul liniei de sub suprafața orizontală de montare a mesei este plasat un acumulator hidraulic. Cel de-al doilea bloc conține o stație de pompare autonomă cu o apă, care include pornirea liniei de presiune și se termină într-un rezervor de alimentare, în partea superioară a căreia sunt instalate o pompă, care asigură circulația lichidului, un robinet pentru alimentarea cu apă și un recipient pentru prepararea lichidului cu impurități [2].

Dezavantajul acestei instalații este imposibilitatea epurării apei de impuritățile organice și de substanțele în formă ionică, instalația fiind prevăzută doar pentru studiul eliminării substanțelor în suspensie, lipsa posibilității de control de laborator a modificărilor indicatorilor de calitate a apei la fiecare etapă de tratare și controlul calității apei tratate.

Este cunoscută o instalație de laborator pentru dedurizare și desalinizare chimică prin osmoză inversă, care este inclusă în echipamentul pentru prepararea apei în industria de producere a alcoolului etilic, care este cel mai apropiat analog [3].

Dezavantajul acestei instalații este gradul scăzut de desalinizare a apei, limitat de capacitățile de osmoză inversă, incapacitatea de a modifica configurația schemei de purificare a apei, lipsa posibilității de control de laborator a modificărilor indicatorilor de calitate a apei la fiecare etapă de tratare și controlul calității apei tratate.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în elaborarea unei instalații portabile pentru proiectarea, eficientizarea și optimizarea tehnologiei de potabilizare a apelor naturale la scară semi-pilot, prin optimizarea consecutivității procedeele utilizate în dependență de compoziția apei naturale.

Instalația portabilă pentru testarea materialelor filtrante și tehnologiilor de potabilizare a apelor naturale, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include o pompă peristaltică de furnizare a apei, unită cu un filtru mecanic de impurități, unit cu un reactor, dotat cu un rezervor cu oxidant, o pompă peristaltică de furnizare a oxidantului și un apometru de dozare a volumului oxidantului, totodată, reactorul este dotat în partea de jos cu un compresor de aer și în partea de sus este unit cu un decantor, dotat în partea de jos cu un rezervor pentru reziduu. Instalația mai include, cel puțin două, coloane de filtrare cu material filtrant, unite consecutiv. La partea de jos a primei coloane de filtrare este conectată printr-un robinet cu trei căi și o pompă peristaltică de admisie a apei partea de sus a decantorului, iar ieșirea ultimei coloane de filtrare este unită printr-un robinet cu trei căi cu un rezervor de acumulare a apei, dotat cu un senzor de nivel, totodată, rezervorul de acumulare a apei este unit printr-o pompă de presiune a osmozei inverse și printr-un robinet cu trei căi cu o coloană cu filtru de osmoză inversă, unită cu un rezervor de apă potabilizată. Instalația, de asemenea, include un colector, conectat la o celulă de analiză, dotată cu electrozi de măsurare. La colector sunt conectate prin robinete cu trei căi ieșirile filtrului mecanic de impurități, decantorului, coloanelor de filtrare și pompei de presiune a osmozei inverse. Instalația mai include un panou de comandă și monitorizare, care conține un conductometru cu două celule de măsurare pentru monitorizarea conductibilității electrice a apei la intrarea și ieșirea instalației, un pH/EC/ORP-metru pentru monitorizarea în regim dinamic a parametrilor apei, un întrerupător mecanic de pornire/oprire a instalației, un indicator luminescent de alimentare electrică, un comutator al indicațiilor pH/EC/ORP-metrului, un display electronic al indicațiilor compresorului de aer, un comutator/întrerupător al pompei peristaltice de furnizare a oxidantului, un display electronic al indicațiilor turațiilor pompei peristaltice de furnizare a oxidantului, un regulator al compresorului de aer, un rotametrul pentru controlul debitului de aer de până la 5 l/min, un rotametrul pentru controlul debitului de aer de până la 35 l/min, un apometru electronic pentru pompa peristaltică de furnizare a apei, un apometru electronic pentru pompa peristaltică de admisie a apei în coloanele de filtrare, un regulator de turație cu display electronic pentru pompa peristaltică de furnizare a apei, un rotametrul pentru monitorizarea vitezei de dozare a oxidantului și un regulator de turație cu display electronic pentru pompa peristaltică de admisie a apei.

Instalația poate fi dotată cu un rezervor de apă, conectat la pompa peristaltică de furnizare a apei. Coloanele de filtrare pot fi umplute cu material filtrant de Filter AG+, material catalitic Quantum DMI-65, cationit Purolite C-100E, anionit Purolite A-400 și cărbune activ.

Corpurile elementelor de potabilizare pot fi confecționate din material transparent.

La pH/EC/ORP-metru pot fi conectați, cel puțin trei, electrozi de măsurare.

Rezultatul tehnic al invenției constă în faptul că oferă oportunități pentru testarea materialelor adsorbante, filtrante și catalitice și/sau poate fi utilizată în calitate de echipament demonstrativ, care permite monitorizarea în regim real a parametrilor apei de către persoanele, care studiază procedeele de potabilizare.

Avantajele instalației, conform invenției, constau în aceea că este mobilă, funcționează autonom, permite testarea concomitentă în condiții dinamice a tehnologiilor de potabilizare utilizate la scară largă, face posibilă combinarea mai multor procedee de tratare a apelor și schimbarea consecutivității acestora, permite testarea încărcăturilor pentru coloanele de filtrare (adsorbanti carbonici și minerali, materiale filtrante și catalitice, schimbători de ioni etc.), atât a celor comerciale, cât și a celor obținute în laborator, face posibilă monitorizarea parametrilor apei în regim real după fiecare etapă de tratare și prezintă interes pentru tinerii specialiști, care studiază procedeele de potabilizare a apelor în calitate de echipament demonstrativ. Instalația permite transportarea și utilizarea în apropiere de sursele de apă poluate, pentru care este necesar de a elabora tehnologia de tratare. Instalația este portabilă, pentru funcționare având nevoie doar de alimentare cu energie electrică, în condiții de câmp poate fi alimentată de la un generator electric. Instalația portabilă de testare a tehnologiilor de potabilizare a apelor naturale în condiții dinamice este caracterizată prin aceea că elementele de tratare sunt confecționate din material transparent.

Datorită faptului că în instalație sunt prevăzute majoritatea procedeele de tratare a apelor, care se aplică la scară largă, aceasta permite elaborarea tehnologiilor eficiente de potabilizare într-un interval minim posibil.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1-4, care reprezintă:

- fig. 1, schema-bloc a instalației portabile pentru testarea materialelor filtrante și tehnologiilor de potabilizare a apelor naturale în condiții dinamice;

- fig. 2, panoul de comandă și monitorizare a instalației portabile pentru testarea materialelor filtrante și tehnologiilor de potabilizare a apelor naturale în condiții dinamice;

- fig. 3, imaginea instalației portabile pentru testarea materialelor filtrante și tehnologiilor de potabilizare a apelor naturale în condiții dinamice;

- fig. 4, dinamica schimbării parametrilor analizați în funcție de etapa de tratare (linia întreruptă indică valoarea CMA).

Semnele de referință cu care sunt marcate elementele constructive ale instalației din fig. 1: 1 - rezervor de apă, 2 - pompă peristaltică de furnizare a apei, 3 - apometru, 4 - filtru mecanic de impurități, 5 - rezervor cu oxidant, 6 - pompă peristaltică de furnizare a oxidantului, 7 - apometru de dozare a volumului oxidantului, 8 - reactor, 9 - compresor de aer, 10 - decantor, 11 - rezervor pentru reziduu, 12 - pompă peristaltică de admisie a apei, 13...17 - coloane de filtrare, 18 - colector, 19 - celulă de analiză, 20 - senzor de nivel, 21 - rezervor de acumulare a apei, 22 - pompă de presiune a osmozei inverse, 23 - coloană cu filtru de osmoză inversă, 24 - rezervor de apă potabilizată.

Semnele de referință cu care sunt marcate elementele constructive ale panoului de comandă și monitorizare din fig. 2: 1a - conductometru, 2a - pH/EC/ORP-metru, 3a - întrerupător mecanic, 4a - indicator, 5a - comutator, 6a - display electronic, 7a - comutator/întrerupător, 8a - display electronic, 9a - regulator, 10a - rotametrul, 11a - rotametrul, 12a - apometru electronic, 13a - apometru electronic, 14a - regulator de turație cu display electronic, 15a - rotametrul, 16a - regulator de turație cu display electronic.

Instalația portabilă pentru testarea materialelor filtrante și tehnologiilor de potabilizare a apelor naturale (fig. 1) include sursa de apă, de exemplu rezervorul de apă 1, pompa peristaltică de furnizare a apei 2 cu apometrul 3, unită cu filtrul mecanic de impurități 4, unit cu reactorul 8, dotat cu rezervorul cu oxidant 5, pompa peristaltică de furnizare a oxidantului 6 și apometrul de dozare a volumului oxidantului 7. Reactorul 8 este dotat în partea de jos cu compresorul de aer 9 și în partea de sus este unit cu decantorul 10, dotat în partea de jos cu rezervorul pentru reziduu 11. Instalația include cinci coloane de filtrare 13, 14, 15, 16, 17 cu material filtrant, unite consecutiv. La partea de jos a primei coloane de filtrare 13 este conectată prin robinetul cu trei căi și pompa peristaltică de admisie a apei 12 partea de sus a decantorului 10, iar ieșirea ultimei coloane de filtrare 17 este unită prin robinetul cu trei căi cu rezervorul de acumulare a apei 21, dotat cu senzorul de nivel 20. Rezervorul de acumulare a apei 21 este unit prin pompa de presiune a osmozei inverse 22 și prin robinetul cu trei căi cu coloana cu filtru de osmoză inversă 23, unită cu rezervorul de apă potabilizată 24. Colectorul 18 este conectat la celula de analiză 19, dotată cu electrozi de măsurare. La colectorul 18 sunt conectate prin robinetele cu trei căi ieșirile filtrului mecanic de impurități 4, decantorului 10, coloanelor de filtrare 13, 14, 15, 16, 17 și pompei de presiune a osmozei inverse 22.

Instalația este dotată cu panoul de comandă și monitorizare (fig. 2), care include următoarele elemente: conductometrul 1a cu două celule de măsurare, care permite monitorizarea conductibilității electrice a apei la intrarea și ieșirea instalației; pH/EC/ORP-metrul 2a, dotat cu trei electrozi (după caz pot fi schimbați/instalați electrozi suplimentari), care permite monitorizarea în regim dinamic a parametrilor apei; întrerupătorul mecanic 3a de pornire/oprire a instalației; indicatorul luminescent de alimentare electrică 4a; comutatorul 5a al indicațiilor pH/EC/ORP-metrului 2a (în cazul conectării mai multor electrozi la același canal de măsurare); display-ul electronic 6a al indicațiilor compresorului 9; comutatorul/întrerupătorul 7a al pompei 6, care este dotată cu un motor reversibil, ceea ce permite umplerea/spălarea rezervorului 5 în regim automat; display-ul electronic 8a al indicațiilor turațiilor pompei 6; regulatorul 9a al compresorului 9; rotametrul 10a pentru debitul de aer de până la 5 l/min; rotametrul 11a pentru debitul de aer de până la 35 l/min; apometrul electronic 12a pentru pompa 2; apometru electronic 13a pentru pompa 12, ambele apometre permițând vizualizarea pe ecran a vitezei momentane a apei și volumului de apă admis; regulatorul de turație cu display electronic 14a pentru pompa 2; rotametrul 15a, care este conectat la pompa 6, rotametrul fiind conectat în sens invers, și care permite monitorizarea în timp real a vitezei de dozare a oxidantului, datorită presiunii scăzute create în vasul cu oxidant; regulatorul de turație cu display electronic 16a pentru pompa 12.

Instalația portabilă, conform fig. 1-3, funcționează după cum urmează: pompa 2 pompează apa, care necesită a fi purificată, din sursa de apă prin filtrul 4 pentru a elimina particulele de dimensiuni mari. Debitul de apă este reglat reieșind din indicațiile apometrului 3. După filtrarea preliminară apa este admisă în reactorul 8, în care are loc dozarea oxidantului din rezervorul 5 prin intermediul pompei 6, volumul de oxidant fiind monitorizat prin intermediul apometrului 7. Pentru omogenizarea eficientă și/sau eliminarea speciilor volatile, care pot fi prezente în apă (hidrogen sulfurat, amoniac etc.), în partea de jos a reactorului 8 este trecut aerul, aplicând compresorul 9. Debitul de aer este controlat prin intermediul rotametrelor 10a și 11a, conectate paralel, care permit reglarea debitelor mici de aer până la 5 l/min - 10a sau volume de aer până la 35 l/min - 11a. După omogenizarea și oxidarea substanțelor poluante, apa este trecută în decantorul 10, unde are loc limpezirea apei, în cazul formării hidroxizilor de fier și/sau mangan (sau alte specii) și/sau după caz, poate fi adăugat coagulant pentru sedimentarea unor poluanți. Atât reactorul 8, cât și decantorul 10 sunt dotate în partea superioară cu scurgeri în sistemul de canalizare pentru a evita supraumplerea recipientelor. Sedimentul format în decantorul 10 poate fi evacuat printr-un robinet, amplasat în partea de jos în rezervorul 11. Din stratul superior al decantorului 10 prin intermediul pompei 12 apa este admisă în partea de jos a primei coloane de filtrare 13, care poate fi umplută cu orice tip de material filtrant după caz.

Instalația este dotată cu cinci coloane de filtrare similare 13, 14, 15, 16, 17, care pot fi umplute cu încărcături diferite sau similare. Fiecare coloană 13, 14, 15, 16, 17 este conectată printr-un robinet cu trei căi la colectorul 18 dotat cu 8 ieșiri, care permite redistribuirea fluxului de apă fie în altă coloană (de exemplu, din coloana 13 în coloana 16), fie spre celula de analiză 19, dotată cu electrozi, conectați la multimetru 2a. Electrozii pot fi ușor schimbați în caz de necesitate, astfel lărgind domeniul de analize (de exemplu, adăugarea electrozilor ion-selectivi etc.). Celula de analiză 19 prezintă un tub orizontal, în partea superioară a căruia sunt imersați electrozi de măsurare, conectați la pH/EC/ORP-metru 2a, într-un capăt al tubului este admisă apa, prin celălalt este evacuată, și poate fi returnată în colector 18 pentru a evita careva pierderi. Celula de analiză 19 este dotată în partea de jos cu două ventile electromagnetice pentru evacuarea apei și spălarea celulei și electrozilor după fiecare măsurare. La colectorul 18 sunt conectate prin intermediul robinetelor cu trei căi ieșirile reactorului 8, decantorului 10 și coloanelor de filtrare 13, 14, 15, 16, 17, ceea ce permite monitorizarea calității apei la orice etapă de tratare. În cazul că nu este necesară utilizarea tuturor coloanelor 13, 14, 15, 16, 17 prin intermediul colectorului 18 apa poate fi admisă în rezervorul 21 pentru acumulare. Colectorul 18 are și rolul de prelevare a apei după fiecare etapă de tratare pentru o analiză mai detaliată în condiții de laborator. Necesitatea rezervorului 21 este determinată de parametrii tehnici de funcționare a membranei de osmoză inversă, care necesită o presiune a apei de minim 3 atm pentru eliminarea eficientă a poluanților. Rezervorul 21 este dotat cu senzor de nivel 20, care odată cu umplerea rezervorului, pornește în regim automat pompa 22, care admite apa din rezervorul 21 în coloana 23. Odată ce nivelul de apă din rezervorul 21 scade, senzorul 20 oprește în regim automat pompa 22. Procesul se repetă ciclic pe tot parcursul de lucru a instalației. Apa potabilizată este colectată în rezervorul 24.

Exemplul 1 de realizare

Analiza preliminară a apei din comuna Coșernița (raionul Criuleni) a indicat depășirea normelor admisibile pentru următorii parametri: duritate, conținutul de hidrogen sulfurat, ioni de amoniu, fier (II), mangan (II) și consumului chimic de oxigen. Pentru testarea eficienței procedeele tehnologice de potabilizare a fost prelevat un volum de 50 l de apă, care a fost tratată în condiții dinamice. Apa a fost pompată cu viteza 300 ml/min în reactor, în care concomitent se doza hipoclorit de sodiu (6 %) și se efectua aerarea pentru o agitare uniformă și eliminarea parțială a hidrogenului sulfurat. Oxidarea cu hipoclorit de sodiu a permis eliminarea hidrogenului sulfurat și ionilor de amoniu și oxidarea Fe(II) până la Fe(III), iar Mn(II) s-a oxidat până la Mn(IV). La fel, utilizarea hipocloritului de sodiu a permis oxidarea parțială a unor substanțe organice prezente în apă și dezinfectarea acesteia. Pentru a elimina ionii de fier și mangan oxidați s-a testat procedeul de coagulare, care a permis diminuarea acestora sub concentrația maximă admisibilă. În scopul vizat, apa din reactor a fost pompată în decantor, adăugându-se sulfat de aluminiu. După limpezire, apa a fost pompată în coloana cu cărbune activat, iar apoi în coloana cu cationit. Aceasta a permis eliminarea excesului de hipoclorit (la concentrații mici a hipocloritului procesele de oxidare decurg lent) pe cărbunele activat și adsorbția substanțelor organice, care nu au fost degradate la oxidare. Pe coloana cu cationit a fost posibilă eliminarea ionilor de calciu și aluminiu (din coagulantul adăugat). Astfel, la ieșire s-a obținut apă care corespundea normelor chimice pentru apa potabilă.

Utilizarea instalației a permis testarea la scară de laborator a procedeele de potabilizare, utilizate la scară industrială, alegerea concentrației optime a hipocloritului de sodiu și sulfatului de aluminiu, alegerea tipului de cărbune activat și a timpului de contact a apei cu adsorbantii, prin prelevarea periodică a apei și analiza parametrilor chimici. Aceasta a permis elaborarea schemei optime de potabilizare în decurs de câteva ore.

Exemplul 2 de realizare

Model de potabilizare a apei. Pentru testarea procedeele complexe de potabilizare a apelor, care conțin substanțe nebiodegradabile, a fost preparat un volum de 19 l de apă cu o compoziție prestabilită. În tabelul 1 sunt indicați parametrii inițiali ai apei-model și normele admisibile ale apei potabile în raport cu speciile analizate.

Tabelul 1. Compoziția apei-model și normele admisibile ale speciilor analizate

Compo nenta	D, dH	Fe ²⁺ , mg/l	NH ₄ ⁺ NH ₃ , mg/l	NO ₃ ⁻ , mg/l	Cl ⁻ , mg/l	Na ⁺ , mg/l	SO ₄ ⁻ , mg/l	CCO	pH	Murexid	2-nitrofenol
Concen trația inițială, mg/l	8,85	2,42	45,34	122,3	0	288	296,6	21,6	7,86	29,36	55,57
CMA	5	0,3	0,5	200	250	200	250	5	6,5- 9,5	-	-

CMA – concentrația maximă admisibilă.

Apa preparată a fost tratată în condiții dinamice aplicând procedeele: filtrarea, oxidarea cu hipoclorit de sodiu, aerarea, decantarea, adsorbția pe cărbune activ CA-M, schimbul ionic pe cationit și anionit.

În Tabelul 2 sunt prezentate etapele de potabilizare a apei-model preparate și procedeele de tratare a apei.

Tabelul 2. Etapele și procedeele de tratare a apei

Etapă	Procedee aplicate
I	Oxidare NaOCl+aerare (v (aerare)=5 l/min) C(NaOCl)=16 % P1 v(pompare)= 154,76 ml/min P2 v(pompare)= 136,65 ml/min P3 v(pompare)= 1,9 ml/min
II	EI+Adsorbția pe cărbune activ
III	EII+Cationit Purolite C-100
IV	EIII+Anionit-400
V	EIV+Adsorbția pe cărbune activ P2 v(pompare)= 201,3 ml/min
VI	EV P2 v(pompare)= 214,2 ml/min
VII	EV colectarea 5 l apă P2 v(pompare)= 214,2 ml/min
VIII	EV colectarea 5 l apă P2 v(pompare)= 285,13 ml/min

P1 – pomparea apei-model, P2 – pomparea apei prin coloane, P3 – pomparea hipocloritului de sodiu.

Pentru efectuarea analizei s-au prelevat probe câte 1 l de apă după fiecare etapă și supuse analizei. Rezultatele obținute în urma procesului de potabilizare sunt indicate în Tabelul 3 și fig. 4. Prima etapă (EI) include oxidarea cu hipoclorit de sodiu și aerarea, utilizarea simultană a procedeelelor permite o agitare uniformă, eliminarea speciilor volatile formate la oxidare și mărirea potențialului de oxidare a hipocloritului. Apa obținută după EI a fost trecută în decantor, în care parțial s-au sedimentat ionii de Fe(III), formați la oxidare. Din partea superioară a decantorului apa a fost pompată prin coloana cu cărbune activ CA-M (EII), apoi prin coloana cu cationit (EIII) și anionit (EIV). Utilizarea cărbunelui activ înaintea schimbătorilor de ioni previne oxidarea acestora în cazul excesului de hipoclorit de sodiu, totodată excesul oxidantului permite oxidarea substanțelor adsorbite de pe suprafața cărbunelui activ. Etapa finală (EV) a fost trecerea apei prin altă coloană a cărbunelui activ pentru a elimina substanțele organice restante. La fel,

au fost testate diferite viteze de pompare a apei prin coloane pentru a stabili timpul optim de adsorbție în condiții dinamice (EVI-EVIII).

Datorită faptului că elementele de tratare a apei sunt confecționate din materiale transparente a fost posibilă vizualizarea în regim real a schimbărilor, care se petrec la fiecare etapă de tratare, astfel dispariția culorii colorantului Murexid a fost constatată după adăugarea oxidantului (hipoclorit de sodiu), iar gradul de limpezire a apei după depunerea hidroxidului de fier în decantor a permis estimarea timpului necesar pentru depunerea sedimentului.

Tabelul 3. Compoziția apei după fiecare etapă (I-VIII) de tratare

Etapă	Duritatea, dH	Fe ⁺ , mg/l	NH ₄ ⁺ , NH ₃ , mg/l	NO ₃ ⁻ , mg/l	Cl ⁻ , mg/l	Na ⁺ , mg/l	SO ₄ ⁻ , mg/l	OCI ⁻	CCO	pH	Murexid, mg/l	2-nitrofenol, mg/l
0	8,85	2,42	45,3	122,3	0	288	296,6	0	21,6	7,86	29,4	55,57
I	4,32	0,66	0,41	81,2	1152,5	1260	295	357	4	8,22	1,08	27,5
II	0,98	0,14	0,11	74,7	1258,8	1194	286,7	85,1	3,84	9,2	3,97	7,48
III	0,42	0,14	0,1	75,0	1471,6	1410	272,1	66,2	3,04	9,55	0	6,07
IV	0,56	<0,1	0,05	1,01	2216,3	1480	<2	0,35	6,4	8,96	0	0,45
V	0,84	<0,1	0,41	<0,5	2039	1480	<2	0,07	6,08	8,5	0	0,002
VI	0,7	<0,1	0,62	1,0	2092,1	1590	<2	0,07	6,4	8,66	0	0,01
VII	1,4	0,1	0,48	1,63	1932,6	1510	16,2	0,07	4,8	8,59	0	0,25
VIII	1,01	<0,1	1,79	3,75	2056,7	1590	62,5	0,36	7,52	8,62	0	0,31

În fig. 4 este prezentată dinamica schimbării concentrației speciilor analizate: se observă o scădere bruscă a ionilor de nitrat și sulfat după EIV, datorită schimbului ionic pe anionit. Concentrația cationilor (fier, amoniu, calciu) începe să scadă după primele două etape datorită proceselor de oxidare și sedimentare, ajungând la o valoare minimă după trecerea prin coloana cu cationit. Mărirea vitezei de pompare duce la o creștere a concentrațiilor speciilor analizate datorită timpului mai mic de contact cu adsorbantul/schimbătorii de ioni. Totodată, se constată o creștere a ionilor de sodiu și clor datorită schimbului ionic, astfel că eliminarea acestor ioni poate fi efectuată utilizând procedeul de osmoză inversă.

(56) Referințe bibliografice citate în descriere:

1. RU 2248942 C1 2005.03.27
2. RU 2439711 C1 2012.01.10
3. RU 2196743 C1 2003.01.20

(57) Revendicări:

1. Instalație portabilă pentru testarea materialelor filtrante și tehnologiilor de potabilizare a apelor naturale, care include o pompă peristaltică de furnizare a apei (2), unită cu un filtru mecanic de impurități (4), unit cu un reactor (8), dotat cu un rezervor cu oxidant (5), o pompă peristaltică de furnizare a oxidantului (6) și un apometru de dozare a volumului oxidantului (7), totodată, reactorul (8) este dotat în partea de jos cu un compresor de aer (9) și în partea de sus este unit cu un decantor (10), dotat în partea de jos cu un rezervor pentru reziduu (11); mai include, cel puțin două, coloane de filtrare (13...17) cu material filtrant, unite consecutiv; la partea de jos a primei coloane de filtrare (13) este conectată printr-un robinet cu trei căi și o pompă peristaltică de admisie a apei (12) partea de sus a decantorului (10), iar ieșirea ultimei coloane de filtrare (17) este unită printr-un robinet cu trei căi cu un rezervor de acumulare a apei (21), dotat cu un senzor de nivel (20), totodată, rezervorul de acumulare a apei (21) este unit printr-o pompă de presiune a osmozei inverse (22) și printr-un robinet cu trei căi cu o coloană cu filtru de osmoză inversă (23), unită cu un rezervor de apă potabilizată (24); de asemenea, include un colector (18), conectat la o celulă de analiză (19), dotată cu electrozi de măsurare; la colector (18) sunt conectate prin robinete cu trei căi ieșirile filtrului mecanic de impurități (4), decantorului (10), coloanelor de filtrare (13...17) și pompei de presiune a osmozei inverse (22); precum și un panou de comandă și monitorizare, care include un conductometru (1a) cu două celule de măsurare pentru monitorizarea conductibilității electrice a apei la intrarea și ieșirea instalației, un pH/EC/ORP-metru (2a) pentru monitorizarea în regim dinamic a parametrilor apei, un întrerupător mecanic de pornire/oprire a instalației (3a), un indicator luminescent de alimentare electrică (4a), un comutator (5a) al indicațiilor pH/EC/ORP-metrului (2a), un display electronic (6a) al indicațiilor compresorului de aer (9), un comutator/întrerupător (7a) al pompei peristaltice de furnizare a oxidantului (6), un display electronic (8a) al indicațiilor turațiilor pompei peristaltice de furnizare a oxidantului (6), un regulator (9a) al compresorului de aer (9), un rotametr (10a) pentru controlul debitului de aer de până la 5 l/min, un rotametr (11a) pentru controlul debitului de aer de până la 35 l/min, un apometru electronic (12a) pentru pompa peristaltică de furnizare a apei (2), un apometru electronic (13a) pentru pompa peristaltică de admisie a apei (12) în coloanele de filtrare (13...17), un regulator de turație cu display electronic (14a) pentru pompa peristaltică de furnizare a apei (2), un rotametr (15a) pentru monitorizarea vitezei de dozare a oxidantului și un regulator de turație cu display electronic (16a) pentru pompa peristaltică de admisie a apei (12).

2. Instalație, conform revendicării 1, care este dotată cu un rezervor de apă (1), conectat la pompa peristaltică de furnizare a apei (2).

3. Instalație, conform revendicării 1, în care coloanele de filtrare (13...17) sunt umplute cu material filtrant de Filter AG+, material catalitic Quantum DMI-65, cationit Purolite C-100E, anionit Purolite A-400 și cărbune activ.

4. Instalație, conform revendicării 1, în care corpurile elementelor de potabilizare sunt confecționate din material transparent.

5. Instalație, conform revendicării 1, în care la pH/EC/ORP-metru (2a) sunt conectați, cel puțin trei, electrozi de măsurare.

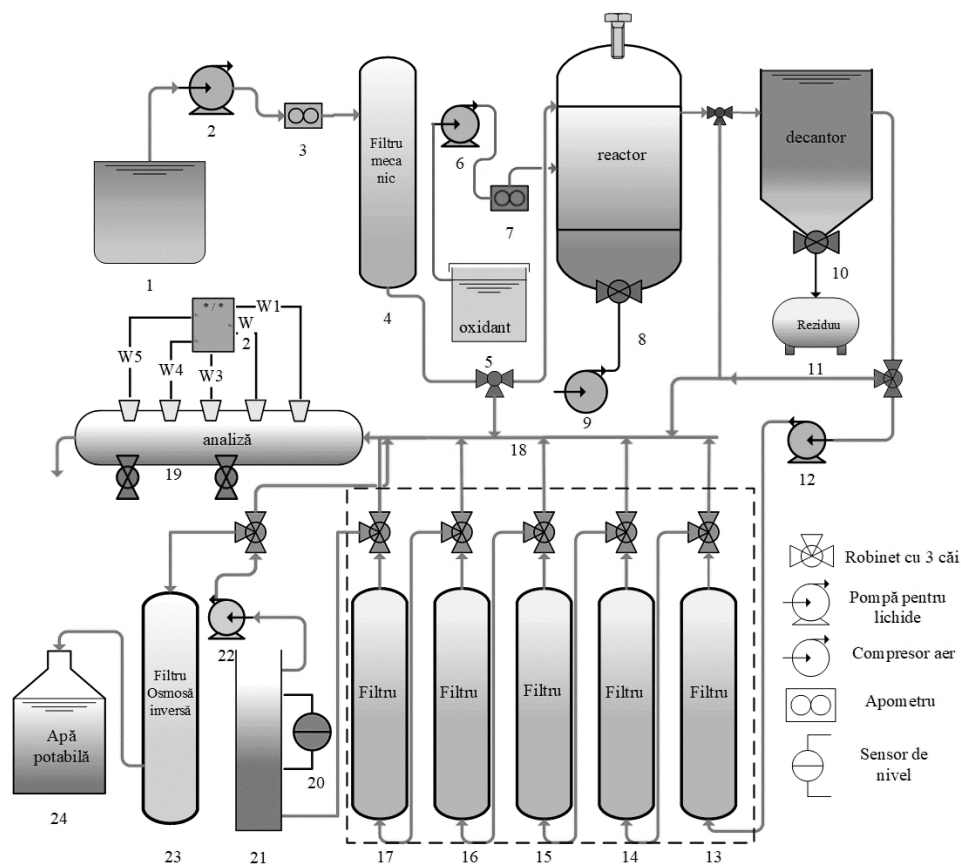


Fig. 1

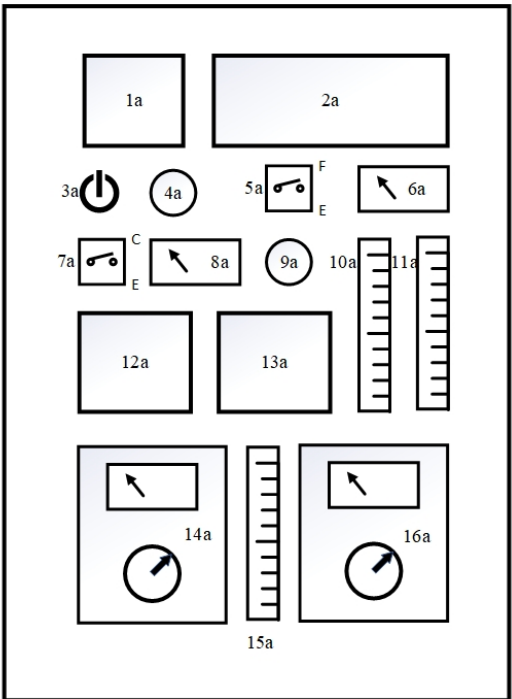


Fig. 2



Fig. 3

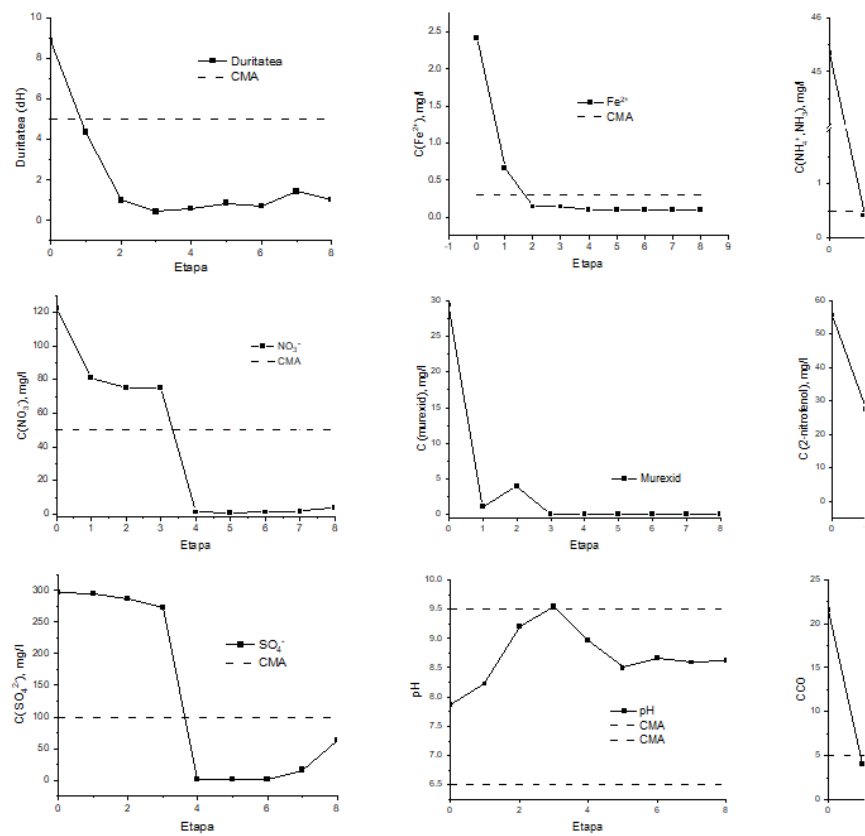


Fig. 4