

Invenția se referă la procedeele de reducere a durtății apei, provocată de sărurile de calciu și de magneziu și poate fi utilizată pentru preîntâmpinarea formării pietrei de cazan, precum și la o instalație pentru realizarea acestor procedee.

Este cunoscut procedeul de dedurizare a apei fără reagenți acționând asupra ei cu un câmp magnetic, precum și instalația ce conține electromagneți amplasați în partea exterioară a conductei [1]. În urma unei astfel de prelucrări în apă se formează centre de cristalizare și depunerea pietrei de cazan are loc nu pe suprafața conductelor, ci în apă, eliminându-se deșeuri înalt disperse. Procedeul și instalația dată nu asigură condiții optime pentru magnetizarea apei la variația compoziției ionice a acesteia, precum și în funcție de mulți parametri – viteza fluxului de apă, intensitatea câmpului magnetic etc.

Este cunoscut procedeul de dedurizare a apei fără reagenți care constă în tratarea apei în câmpul undelor electromagnetice de frecvență joasă și instalația care constă din generator cu microprocesor de unde electromagnetice de frecvență joasă, conductor-emitător cu izolator și conductă prin care circulă apa [2].

Este cunoscută instalația ce constă din carcasă cu încărcătură magnetică sferică, care are în partea inferioară un racord de alimentare cu lichid, iar în partea superioară un racord de evacuare, dotate cu valve de reglare automate. Racordul de evacuare este unit cu un vas de alimentare a lichidului epurat instalat deasupra carcasei menționate, totodată pe racordul de alimentare este montat un manometru automat unit cu valva de reglare a racordului de alimentare. La ambele racorduri sunt unite câte un racord de evacuare inversă, dotat cu valvă de reglare automată. În jurul carcasei este instalat un solenoid, care este unit cu valvele de reglare automată ale racordurilor și cu panoul de comandă. În calitate de încărcătură se utilizează o încărcătură de polistiren plutitoare cu suprafața feromagnetică modificată, amplasată între o plasă de sprijin inferioară, pe care sunt situate particule sferice de hexaferit de bariu magnetizate până la starea de saturație, și una superioară, pe care este amplasată o încărcătură de cheramzit, care asigură procesul de filtrare [3].

Procedeul și instalația menționată fac posibilă preîntâmpinarea formării pietrei de cazan pe suprafața internă a conductelor schimbând structura cristalină a ei în formă de aragonite, care nu se sedimentează pe părțile fierbinți ale cazangeriilor, conductelor și armăturilor, ci se cristalizează în apă.

Totuși acest procedeu nu asigură o stabilitate suficientă a procesului de dedurizare, deoarece nu este prevăzută înlăturarea oxidului de carbon format, din care cauză odată cu trecerea timpului apa pierde proprietățile căpătate anterior și peste câteva zile ea posedă durtatea inițială în urma acțiunii agresive a oxidului de carbon asupra compușilor carbonici care, dizolvându-se, trec în bicarbonații de calciu și magneziu inițiali, iar alcalinizarea și pH-ul cresc. Instalația utilizată nu asigură o acțiune suficientă asupra fluxului de apă tratată, deoarece în această instalație este utilizată numai o parte din undele electromagnetice cu unghiul de 60°. Această instalație nu asigură o înlăturare suficientă a acidului carbonic agresiv care, pe măsura acumulării în apa recirculantă, participă la corodarea metalului.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție constă în majorarea eficacității procesului de dedurizare a apei și îmbunătățirea calităților ei.

Esența invenției constă în aceea că procedeul include tratarea apei în flux cu unde electromagnetice de frecvență joasă în câmp electromagnetic variabil cu mărimea inducției de 0,05...0,08 T și tratarea prin magnetofluidizare realizată la mișcarea haotică vibratoare a particulelor sferice de hexaferit de bariu, magnetizate până la saturație, cu trecerea ulterioară a apei printr-o umplutură din materiale inerte și separarea suspensiei cu dispersie fină, totodată tratarea se efectuează la frecvența de 50...70 kHz și viteza curentului de apă de 2...4 m/min.

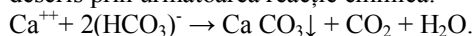
Procedeul propus se realizează într-o instalație care include un cazan de încălzire 1, dotat cu o conductă de ieșire 2 conectată la un nod 5 pentru tratarea electromagnetică a apei, conductă 2 fiind dotată cu un racord 3 de admisiune a apei, cu supapa 4, nodul este conectat printr-un sistem de radiatoare 12 și o conductă 13 la fundul unui cilindru vertical 17, care este parțial introdus coaxial într-un rezervor 14; partea inferioară a cilindrului 17 este umplută cu încărcătură sferică magnetică 20, iar pe partea exterioară respectivă este amplasat un solenoid 18, conectat prin regulatorul de tensiune 19 la o sursă de curent alternativ; rezervorul 14 este separat printr-o plasă 15 în partea inferioară și respectiv superioară, pe care este amplasată o umplutură 16, partea superioară a cilindrului 17 este dotată cu un sistem de distribuție 22 pentru irigarea umpluturii 16, rezervorul 14 este dotat în partea superioară cu un racord de evacuare 23 conectat cu un separator 24 cu evacuator 25 și robinet 26, în interiorul separatorului se conțin un șir de polițe 27 amplasate sub un unghi de 60°, iar ieșirea din separator este conectată printr-o conductă 28 cu cazanul 1; totodată nodul 5 este alcătuit din conductă 6, în interiorul căreia este amplasat un emițător 7, executat pe o foiță de staniol dielectrică 8 în formă de cilindru compus din conductori închiși spiralați sau în zigzag 9 cu eclisă dielectrică hidroizolantă 10 pe diametrul intern al conductei 6, conectat la generatorul 11 cu microprocesor de radiație electromagnetică de frecvență joasă. În calitate de foiță dielectrică se utilizează țesătura de sticlă cu grosimea de 0,2...0,5 mm îmbibată cu o compoziție epoxidică, iar numărul conductorilor emițătorului este de 20...25, lățimea lor fiind de 1...2 mm, iar în calitate de încărcătură sferică magnetică se utilizează particule din hexaferit de bariu cu diametrul de 5...6 mm cu acoperire externă de neopren polimerizat în soluție de clorură de calciu cu vulcanizare ulterioară la temperatura de 130...150°C.

Rezultatul invenției constă în majorarea eficacității procesului de dedurizare a apei.

Acest fapt se datorează deplasării echilibrului reacției de decarbonizare în partea dreaptă evacuând continuu bioxidul de carbon din apa tratată degazând-o în condițiile magnetofluidizării și prin eliminarea carbonatului de calciu cristalin suspendat prin filtrare mecanică. Aceasta permite asigurarea unui grad de dedurizare mai înalt, micșorarea agresivității corozive asupra metalului conductelor, armăturilor și cazangeriilor, majorând totodată caracteristicile de stabilitate ale apei.

La acțiunea câmpului cu frecvență joasă a undelor electromagnetice asupra impurităților din apă are loc diminuarea solubilității ionilor sărurilor, care se află în stare coloidală sau dizolvată, fiind facilitată astfel distrugerea legăturilor intermoleculare și ușurând astfel cristalizarea carbonaților.

Generatorul de unde electromagnetice formează câmpul variabil modulată cu un spectru larg de impulsuri. În aceste condiții ionii se eliberează de legăturile atracției reciproce, dominând astfel procesul de formare a cristalelor de argonit, descris prin următoarea reacție chimică:



La schimbarea polarității câmpului magnetic are loc mișcarea reversibilă a ionilor cu schimbarea polarității lor. Ca rezultat, legăturile cristaline ale carbonatului de calciu se rup și se formează legături mai puternice în cristalul de argonit, care sunt stabile în volumul apei tratate la variația condițiilor fizico-chimice ale mediului.

Intensitatea radiației electromagnetice este determinată de diametrul conductelor și viteza fluxului de apă. Un câmp electromagnetic puternic poate limita procesul de formare a cristalelor de argonit și stopa procesul de dedurizare a apei, de aceea este necesară în fiecare caz optimizarea parametrilor semnalului.

În figurile 1 și 2 sunt prezentate schemele instalației propuse.

Instalația include un cazan de încălzire 1, dotat cu o conductă de ieșire 2 conectată la un nod 5 pentru tratarea electromagnetică a apei, conducta 2 fiind dotată cu un racord 3 de admisiune a apei, cu supapa 4, nodul este conectat printr-un sistem de radiatoare 12 și o conductă 13 la fundul unui cilindru vertical 17, care este parțial introdus coaxial într-un rezervor 14; partea inferioară a cilindrului 17 este umplută cu încărcătură sferică magnetică 20, iar pe partea exterioară respectivă este amplasat un solenoid 18, conectat prin regulatorul de tensiune 19 la o sursă de curent alternativ; rezervorul 14 este separat printr-o plasă 15 în partea inferioară și respectiv superioară, pe care este amplasată o umplutură 16, partea superioară a cilindrului 17 este dotată cu un sistem de distribuție 22 pentru irigarea umpluturii 16, rezervorul 14 este dotat în partea superioară cu un racord de evacuare 23 conectat cu un separator 24 cu evacuator 25 și robinet 26, în interiorul separatorului se conțin un șir de polițe 27 amplasate sub un unghi de 60°, iar ieșirea din separator este conectată printr-o conductă 28 cu cazanul 1; totodată nodul 5 este alcătuit din conducta 6, în interiorul căreia este amplasat un emițător 7, executat pe o foiță de staniol dielectrică 8 în formă de cilindru compus din conductori închiși spiralați sau în zigzag 9 cu eclisă dielectrică hidroizolantă 10 pe diametrul intern al conductei 6, conectat la generatorul 11 cu microprocesor de radiație electromagnetică de frecvență joasă.

Conductele 2, 6, 13, 23 și 28 pot fi executate din polipropilen armat. Încărcătura sferică magnetică 20 poate fi confecționată din hexaferit de bariu ($6\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{BaO}$). În calitate de umplutură 16 poate fi utilizat cheramzitul mărunțit sau alt material inert care posedă stabilitate chimică și capacitate superficială înaltă.

Instalația funcționează astfel.

Prin conducta 3 și supapa 4 în sistem se introduce apă până la umplere. Apoi se conectează încălzirea apei în cazanul 1, drept urmare a faptului că temperatura crește până la 70°C și mai sus din cauza gradientului de temperatură apare fluxul convecționat de apă, care poate fi majorat cu ajutorul pompei, cu care sunt înzestrate de obicei cazanele. Concomitent este conectat generatorul 11, care generează impulsuri de frecvență joasă aplicate la conductorii transversali în formă spiralată 9 ai emițătorului 7, care influențează asupra impurităților din apă, asigurând începutul cristalizării sărurilor. Trebuie de menționat că în timpul reacției de decarbonizare a bicarbonatului de calciu are loc formarea bioxidului de carbon agresiv liber, care, trecând prin sistemul de radiatoare 12, poate cauza dizolvarea ulterioară a sărurilor de pe pereții lor.

Apoi apa din sistemul de radiatoare 12 ajunge în partea cilindrică 17 a rezervorului de expansiune 14, unde se aplică tensiunea la solenoidul 18 reglată cu ajutorul regulatorului de tensiune 19, ca rezultat apare câmpul electromagnetic care conduce la aceea că încărcătura sferică magnetică 20 din hexaferit de bariu amplasată pe plasa 21 capătă o mișcare haotică intensă, turbulizând fluxul de apă. În urma ciocnirilor dintre particule care se intensifică datorită acoperirii de cauciuc și a turbulizării apei bioxidul de carbon și oxigenul dizolvate în apă încep a se degaja în formă de bule la suprafață. Astfel, câmpul magnetic posedă un caracter poligradient care este condiționat de aplicarea câmpului electromagnetic alternativ de la solenoidul 18 și a câmpului magnetic constant de la încărcătura sferică magnetică 20.

Apoi apa, ridicându-se prin conducta de scurgere și trecând prin sistemul de distribuție 22, ajunge în zona unde este amplasată plasa 15 și umplutura 16, agitând-o. Acest fapt asigură o degajare aproape completă a CO_2 agresiv din apă, deplasând echilibrul reacției de decarbonizare a bicarbonatului de calciu $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ în partea formării CaCO_3 cu structură argonit. După aceasta apa din rezervorul 14, atingând înălțimea corespunzătoare, curge prin racordul de evacuare 23 în separatorul 24 dotat cu un sistem de polițe pe care are loc sedimentarea suspensiilor precipitatului de carbonați periodic fiind eliminați din separator prin evacuatorul 25 la deschiderea robinetului 26. Eliminarea din apă a precipitatului de carbonat deplasează și mai mult echilibrul reacției de decarbonizare a bicarbonatului de calciu $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ făcând această reacție ireversibilă. Apa tratată prin conducta 28 este introdusă în cazanul 1, asigurând un regim de recirculare continuu al apei dedurizate în sistem.

Efectuând câteva cicluri de tratare a apei în aceste condiții se atinge un grad sporit de dedurizare a apei, preîntâmpinând depunerea sărurilor pe suprafețele interne ale cazanelor, țevilor, radiatoarelor. Datorită eliminării din apă a bioxidului de carbon agresiv apa recirculată are un caracter neagresiv și nu corodează metalul din sistem, iar eliminarea din apă a precipitatului de carbonat deplasează și mai mult echilibrul reacției de decarbonizare a bicarbonatului de calciu $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ făcând această reacție ireversibilă.

Timpul tratării și numărul de cicluri depinde de duritatea inițială a apei și se determină practic. După atingerea gradului necesar de dedurizare a apei generatorul 11, solenoidul 18 și regulatorul de intensitate 19 pot fi deconectate de la sursa de curent și conectate periodic.

Exemplu de realizare a invenției

Dedurizarea apei s-a efectuat în flux la acțiunea câmpului de frecvență joasă a undelor radiomagnetice de 50...70 kHz cu stabilizarea suplimentară prin magnetofluidizare efectuată la mișcarea haotică vibratoare a particulelor sferice din hexaferit de bariu, magnetizate până la saturație în câmp electromagnetic variabil cu inducția de 0,05...0,08 T și trecerea ulterioară prin umplutura din materiale inerte și separarea de suspensii disperse.

Pentru realizarea procedurii a fost utilizată instalația descrisă mai sus. Duritatea inițială a apei a fost de 6,9 și 10,8 mg echiv/l cu valorile pH-ului respectiv de 6,9 și 7,6. Gradul de dedurizare a apei a fost evaluat la acțiunea câmpului cu frecvența de 50...70 kHz la temperatura de tratare de 70°C la viteza fluxului de 2 și 4 m/min. Au fost luate probe de apă la fiecare 10 cicluri de recirculare a apei și după recircularea apei timp de 5 zile. S-au efectuat experimente și în condițiile celei mai apropiate soluții.

Nr.	Duritatea inițială, mg echiv./l	Viteza fluxului, m/min	Inducția la magnetofluidizare, T	Duritatea, mg echiv./l				pH			
				Conform invenției		Conform celei mai apropiate soluții		Conform invenției		Conform celei mai apropiate soluții	
				după 10 cicluri	după 5 zile	după 10 cicluri	după 5 zile	după 10 cicluri	după 5 zile	după 10 cicluri	după 5 zile
1	6,9	2,0	0,05	1,8	1,9	2,9	6,2	6,3	6,7	4,3	6,2
2			0,08	1,7	1,7	2,3	6,3	6,4	6,8	4,2	6,2
3		4,0	0,05	2,0	2,0	2,5	6,2	6,3	6,7	4,3	6,2
4			0,08	1,8	1,8	2,6	6,2	6,3	6,7	4,3	6,1
5	10,8	2,0	0,05	2,2	2,2	2,4	9,6	7,2	7,4	4,4	7,3
6			0,08	2,1	2,1	2,6	9,8	7,3	7,4	4,5	7,3
7		4,0	0,05	2,2	2,2	2,5	9,9	7,2	7,3	4,5	7,3
8			0,08	2,1	2,1	2,6	9,9	7,1	7,3	4,6	7,3

Din tabel se vede că tratarea electromagnetică a apei diminuează duritatea ei de 3...4 ori, iar valoarea pH-ului conform celei mai apropiate soluții scade de 1,3...1,5 ori, căpătând proprietăți corozive agresive, pe când conform invenției valorile pH-ului rămân neschimbate, datorită eliminării continue a bioxidului de carbon și separării precipitatului din apa tratată. Totodată este asigurată calitatea apei tratate atât pe contul majorării coeficientului de utilizare a radiației electromagnetice, cât și pe contul eliminării continue a bioxidului de carbon și separării precipitatului din apa tratată.