

TEHNOLOGII NECONVENTIONALE DE PURIFICARE A APEI IN VEDEREA POTABILIZARII

Poluarea apelor – preocupare majora a epocii noastre

Ca o reactie la amploarea pe care a cunoscut-o dezvoltarea tehnologica in ultima vreme, societatea contemporana a devenit din ce in ce mai preocupata de asigurarea si mentinerea sanatatii oamenilor.

Tehnologiile moderne, calamitatile naturale, situatiile de criza distrug rapid capacitatea apei de a mentine viața. Sursele de apa sunt tot mai mult contaminate, ca urmare a cresterii demografice si a evacuării necontrolate de ape industriale uzate sau de poluanti chimici din agricultura. In agricultura contemporana sunt folosite cantitati foarte mari de erbicide, pesticide, ingrasaminte cu azotati etc., care ajung in lacuri, rauri sau surse subterane.

Literatura de specialitate mentioneaza ca, la nivel mondial, s-au descoperit deja peste 4 000 de compusi chimici in apa potabila si tot mai multe asemenea substante ajung in ea. Spre exemplu, anual in SUA industria evacueaza in atmosfera, in sol sau in apele de suprafata 4,5 miliarde de litri de poluanti chimici. Cu toate ca exista 60 de standarde emise de Agentia de Protectie a Mediului, monitorizarile efectuate anual arata ca in SUA aproximativ jumătate din sursele de apa pentru orase depasesc valorile impuse de standardele federale de sanatate. In ultimii ani, aceste depasiri drastice au afectat peste 120 milioane de locuitori.

Cercetatorii au stabilit ca operatia de clorinare este folosita cel mai frecvent pentru corectarea indicatorilor microbiologici, deoarece se considera ca asigura o apa curata, pura si fara germeni patogeni.

Rareori exista un oras in care apa nu este dezinfectata sau sterilizata prin adaos de clor, compusi cu argint sau prin iradiere cu lampi de cuarț. Dacă apa astfel tratata este bauta in mod constant, multe dintre procesele care ar trebui sa aiba loc pentru a realiza sterilizarea apei se petrec chiar in interiorul corpului uman. Din consumul constant al unei asemenea ape pot rezulta consecinte dramatice, constand in afectiuni dintre cele mai grave, cum ar fi cancerul.

Cand clorul din apa intra in contact cu materia organica, ajungand in corpul uman, formeaza diversi compusi halogenati. Dupa unii cercetatori, clorul este cel mai mare si mai dur "ucigas" al timpurilor moderne, fiind o otrava insidioasa. Multe dintre studiile si cercetarile din domeniul medical il considerau inofensiv, inasa in prezent constatarile sunt cu totul altele, ducand la concluzia ca prin folosirea clorului la tratarea apei de baut se previn epidemii ale unor boli, dar se produc alte imbolnaviri. Mai mult chiar, unii cercetatori se incumeta sa afirme ca prin clorinare, practic, "se ucide apa" si, implicit, organismele obligate s-o bea. Prin consumul apei clorinate se realizeaza practic o sterilizare a sangelui, astfel pregatindu-ne noi insine un teren propice pentru diverse afectiuni.

Un puternic semnal de alarma este tras, de asemenea, de catre cercetatori si in cazul prezentei fluorului in apa, care are consecinte la fel de dezastruoase ca si ale clorului. Din pacate, fluorinarea este folosita aproape la fel de frecvent ca si clorinarea.

Departamentul de Sanatate din Canada a aratat ca procesul de purificare a apei trebuie imbunatatit, pentru a elimina astfel riscurile de cancer determinate de prezenta cloroformului rezultat ca produs secundar in procesul de clorinare. In ciuda acestor constatari, multi oameni acorda inca o atentie redusa pentru apa pe care o beau. Societatea se asteapta ca apa curata sa fie permanent disponibila la retea. Apa tratata chimic cu clor si fluor este acceptata fara retineri ca fiind cea mai buna.

Dar sanatatea si vitalitatea apei inseamna mai mult decat indepartarea poluantilor chimici. Apa insasi este un purtator de informatie si aceasta informatie afecteaza direct sanatatea oamenilor. Unul dintre pionierii domeniului de cercetare a calitatii apelor este Samuel Hahnemann. Cunoscut astazi ca "parintele homeopatiei" S. Hahnemann considera ca bolile reprezinta o alterare a informatiei, care are loc la cel mai inalt nivel. In 1796 el descopera principiile homeopatiei, care sunt "legi ale similitudinilor". Dezvoltarea si acceptarea homeopatiei se bazeaza pe faptul ca apa este un purtator de informatie.

Afirmatia ca apa este capabila sa stocheze informatii si sa le transfere altor sisteme e sustinuta si de alti cercetatori. Se considera ca apa contaminata poate fi purificata chimic si pot fi indepartate bacteriile, dar ea poate prezenta in continuare oscilatii electromagnetice la anumite lungimi de unda. In plus, chiar dupa purificare, apa contine anumite semnale care pot fi nocive pentru sanatate. Se poate spune ca apa are memorie. Odata impurificata cu metale grele, azotati etc., apa ramane nociva chiar după procesarea ei completa (prin tratament chimic sau prin filtrare), ca urmare a vibratiilor, informatiilor care au fost stocate. Memoria fizica a apei a fost cercetata de numerosi experti in domeniu, care au confirmat aceasta teorie prin experimente. Au fost studiate efectele unor substante in apa distilata, facandu-se in acest scop determinari la dilutii repetate. Concluzia care se desprinde este aceea ca exista, fara nici o indoiala, o relatie intre informatiile stocate de apa si sanatate. In conformitate cu rezultatele studiilor, apa are memorie structurala si variabilitate structurala, datorita acestor proprietati fiind capabila sa stocheze informatii pe o perioada indelungata de timp si sa le transfere in corpul uman.

Cercetarile efectuate pe plan mondial asupra subiectului sunt complexe si extrem de importante si captivante. Dar societatea moderna are totusi nevoie permanenta de apa potabila si, ca urmare a acestui fapt, se impune gasirea sistemului cel mai putin agresiv de alimentare a populatiei cu apa potabila.

Tehnologii actuale de obtinere a apei potabile

Apa potabila este cea utilizata in alimentatia umana si care satisface o serie de conditii fizico-chimice si organoleptice ce permit consumul sau fara a periclita sanatatea. Consumul zilnic de apa potabila, raportat la numarul de locuitori, este mare, deoarece aceasta nu se utilizeaza numai pentru baut, ci si in cadrul activitatilor casnice, al serviciilor publice si in industria alimentara. Cu toate acestea, din consumul total de apa, apa potabila are ponderea cea mai mica, dar de importanta primordiala. Livrarile si consumul de apa potabila au crescut odata cu dezvoltarea urbanizarii si cresterea gradului de industrializare a economiei.

Problema apei este grav afectata de doua cauze:

- lipsa completa sau insuficienta lucrarilor care sa faca posibila folosirea in scopuri sociale si economice a intregului stoc de apa utilizabil al fluviilor, raurilor, lacurilor si apelor subterane, permitand aducerea apei in locurile necesare, in cantitatea si la timpul necesar;
- poluarea crescanda a apelor, atat a celor interioare, cat si a celor maritime si oceanice.

Cantitatea de apa necesara unui om pe zi variaza in functie de mediul in care traieste, de nivelul de trai, de gradul de civilizatie etc. Un om matur consuma zilnic, pentru baut, circa 35 g apa/kg de greutate corporala.

Apa potabila se obtine prin diverse **tehnici de purificare**, adoptate in functie de numarul de consumatori, calitatea initiala a apei, tipul sursei (de adancime sau de suprafata), modul de distribuire a apei catre consumatori etc. Tehnologia clasica de obtinere a apei potabile implica etape succesive de decantare, tratare chimica,

filtrare, cu consumuri materiale, energetice si de manopera foarte mari, aspecte care au determinat din ce in ce mai mult inlocuirea acestora cu tehnici moderne, performante, cum sunt procesele membranare. Conditiiile pe care trebuie sa le satisfaca apa pentru a avea calitatea de "apa potabila" sunt reglementate in fiecare tara de standarde care, in general, sunt elaborate pe baza prescriptiilor organizatiilor nationale si internationale din domeniul sanatatii umane (Ministerul Sanatatii si Organizatia Mondiala a Sanatatii).

In Romania, sursele de apa naturala sunt relativ sarace si distribuite neuniform in timp si spatiu. Ele sunt constituite din ape de suprafata (rauri interioare, lacuri naturale sau artificiale si fluviul Dunarea) si din ape subterane. Desi Marea Neagra constituie o resursa de apa deosebit de importanta, ea nu poate fi deocamdata luata in considerare datorita dificultatilor tehnice si economice de desalinizare a apei de mare.

Datele statistice arata ca circa 80-85% din populatia urbana si 10-15% din cea rurala este racordata la sisteme centralizate de alimentare cu apa, iar instalatiile de captare, transport, pompare, tratare, inmagazinare si distributie asigura pe ansamblul tarii un debit de apă de circa 115 - 120 m³/s. Acest debit s-a dovedit insuficient si de aceea s-a impus necesitatea promovarii de noi tehnici si tehnologii de tratare si marire a capacitatii instalatiilor de distributie a apei.

In acelasi timp, trebuie rezolvata o alta problema cu care se confrunta populatia din anumite zone geografice ale tarii noastre si anume imposibilitatea aplicarii tehnologiilor clasice de potabilizare sau utilizarea acestora in conditii neeconomice.

Instalatiile actuale utilizate pentru potabilizarea apei sunt fie uzate fizic si moral, fie neeconomice, pentru rezolvarea problemelor de potabilizare a apei fiind necesare instalatii noi, moderne, bazate pe procedee nepoluante si eficiente, cum sunt cele membranare.

In ceea ce priveste obtinerea apei potabile au existat cercetari in Romania, dar acestea au fost orientate spre tehnologiile clasice, in vederea modernizarii acestora, functionarea instalatiilor fiind abordata in conditii normale. S-au realizat instalatii cu cartuse filtrante clasice, care rezolva partial problemele legate de obtinerea apei potabile.

In situatii deosebite (calamitati naturale, campanii militare, obiective strategice), producerea apei potabile impune o abordare diferita, prin faptul ca necesita:

- asigurarea unui debit constant si la un nivel care sa satisfaca necesarul de consum;
- utilizarea unor surse locale moderat sau puternic impurificate;
- producerea in locuri izolate, fara surse de alimentare cu energie;
- mobilitatea sistemelor de productie a apei potabile;
- asigurarea unei calitati deosebite pentru aplicatii de interes strategic.

Pentru a face fata nevoilor mereu in crestere de apa potabila, s-a impus ca solutie optima utilizarea apelor de suprafata (in special a apelor de rau) ca surse de apa potabil, deoarece apa din panzele subterane s-a dovedit insuficienta fata de cerinte. Apele de suprafata nu pot fi consumate ca atare, ci sunt supuse prelucrarii in vederea corectarii proprietatilor fizico-chimice si biologice, pentru a se incadra in cerintele de calitate ale apei potabile.

Tehnologiile clasice de obtinere a apei potabile prezinta o serie de dezavantaje, dintre care cele mai semnificative sunt:

- instalatiile necesita suprafete de teren foarte mari;
- apa potabila obtinuta are calitate variabila in timp, datorita modificarilor suferite de sursa primara in urma precipitatiilor, colmatarii progresive a filtrelor cu nisip si dezvoltarii unor microorganisme pe suprafata si in masa acestora;

- utilizeaza reactivi chimici pentru faza de coagulare, ducand la modificarea nedorita a continutului de ioni;
- consuma cantitati mari de agenti de dezinfectie (clor sau ozon);
- conduc uneori la contaminari excesive cu agent de dezinfectie (clor), cu efecte negative asupra consumatorilor.

Din aceste motive, s-au cautat solutii alternative la procedeele clasice, care sa elimine aceste neajunsuri si, in special, sa asigure o calitate superioara a apei potabile.

Tehnologii neconventionale de obtinere a apei potabile utilizand procese de membrana

Cercetarile efectuate in ultimii ani au demonstrat ca procedeele fizice de separare cu ajutorul membranelor pot rezolva eficient problema potabilizarii apei. Interesul manifestat in prezent pentru tehnicile membranare se datoreaza posibilitatilor multiple de utilizare in diverse domenii de activitate, ca tehnologii neconventionale ecologice. Simplitatea acestor procese (separari fizice, fara utilizarea unor adjuvanti chimici, a diversilor compusi, pe baza diferentelor dintre dimensiunile acestora) determina alegerea lor in locul altor procese mai sofisticate si costisitoare.

Dezvoltarea proceselor membranare pentru tratarea apei reprezinta un pas major in evolutia tehnologiilor de purificare a acestui lichid vital. Procesele membranare constituie alternativa viabila pentru rezolvarea numeroaselor probleme de potabilizare a apei, ele intervenind acolo unde tehnologiile clasice nu mai asigura indicii de calitate corespunzatori, in conformitate cu standardele internationale.

Caracteristicile membranelor (diametrul porilor de dimensiuni submicronice, porozitate, inertie chimica, rezistenta mecanica etc.) permit sa se retina atat suspensiile coloidale, cat si substantele dizolvate. Separarea este realizata datorita capacitatii membranelor de a favoriza transportul unei anumite componente din amestec. Performantele obtinute prin utilizarea tehnicilor membranare la tratarea surselor de ape poluate au demonstrat viabilitatea acestora, datorita avantajelor oferite fata de procedeul clasic: compactizarea instalatiei, rapiditate la punerea in functiune, calitate constanta a apei, eliminarea reactivilor chimici folositi la coagulare, micșorarea cantitatilor de reactivi folositi la dezinfectare.

Rezultatele cercetarilor din ultimii ani in domeniul obtinerii si aplicarii membranelor demonstreaza ca cele mai adecvate procese de corectare a indicatorilor fizico-chimici si bacteriologici ai apelor sunt **microfiltrarea si ultrafiltrarea**. Calitatile superioare ale apei si posibilitatea automatizarii proceselor, oferite de sistemele membranare, asigura o garantie care nu se intalneste la procesele clasice de tratare utilizate in prezent.

Pe plan international, tehnicile membranare s-au extins tot mai mult in domeniul obtinerii apei potabile, realizandu-se uzine de apa potabila cu capacitati ce ajung pana la 2000 m³ / zi (100 m³/h).

Tehnologiile cu membrane de microfiltrare (MF), ultrafiltrare (UF) si osmoză inversă (OI) au fost studiate pentru obtinerea apei potabile atat din surse de suprafata, cat si din ape subterane.

In Franta functioneaza din 1988 la Amoncourt o instalatie cu membrane polimerice de UF, echipata cu module avand o suprafata de filtrare de 7 m². Din 1990 functioneaza o alta instalatie, de 100 m³/h in localitatea Saint Maurice de Chateaufneuf, cu o populatie de 10 000 locuitori, echipata cu module de MF, elementul filtrant fiind membrana ceramica tip KERASEP™, fabricata de firma TECH-SEP. Pe baza cercetarilor efectuate de Universitatea de Stiinta si Tehnica din

Montpellier, Regiunea Languedoc – Rousillon, s-au realizat, incepand cu 1989, alte 10 instalatii cu capacitati variind intre 7 – 120 m³/h, echipate in special cu membrane anorganice tip MEMBRALOX.

Alte sisteme de tratare a apei pentru potabilizare, utilizand procese membranare, functioneaza in **Anglia**, langa Mianus River, Greenwich, prelucrand circa 15 m³/zi; în **SUA**, ajungand la debite cuprinse intre 160 – 10 000 m³/zi, utilizand **membrane de nanofiltrare**; în **Japonia**, la nivel pilot, utilizand membrane NEOSEPTA, produse de TOKUYAMA SODA Ltd, membrane de electrodializa care reduc continutul de nitrati din apa pana la 30 – 40 ppm.

In Romania, cercetarile efectuate la Centrul de cercetare pentru materiale macromoleculare si membrane, unitate specializata in obtinerea de membrane si studiul proceselor de membrana, au condus la realizarea de membrane de microfiltrare si ultrafiltrare din care au fost realizate cartuse filtrante in doua configuratii: pliata si spiralata. Membranele realizate au facut obiectul unei Diplome de Excelenta in Cercetare acordata de Agentia Nationala pentru Stiinta, Tehnologie si Inovare in cadrul Targului Realizarilor Stiintei si Inventicii Romanesti – SIR 2000.

De asemenea, s-au realizat prototipuri de module si configuratii de instalatii pentru obtinerea apei potabile destinata colectivitatilor izolate, microcolectivitatilor urbane, gospodariilor individuale, avand ca element de baza cartuse filtrante membranare.

Testarea functionala a variantelor de instalatii a fost realizata in doua etape:

- testarea functionala la statia pilot a Statiei de Tratare a Apei Rosu (care asigura apa potabila pentru municipiul Bucuresti);
- testarea functionala a instalatiei in sistem real la Mila 29, judetul Tulcea.

Prepararea membranelor si a cartuselor filtrante reprezinta o activitate complexa, implicand cunostinte de tehnologie organica, chimie fizica, stiinta materialelor, mecanica. Astfel, trebuie studiate:

- diagrama de faza a sistemului pseudoternar polimer-solvent-nesolvent pentru obtinerea membranelor microporoase prin tehnica inversiei de faza;
- caracterizarea membranelor din punct de vedere structural si al transportului de fluide;
- alegerea materialelor textile, tesute si netesute, utilizate ca suport al membranelor.

Ca urmare a raportului favorabil intre costul lor si performantele care pot fi obtinute, **membranele** permit aplicatii promitatoare in diversele domenii in care se aplica procesele de tratare a apei. Este posibila diversificarea gamei de echipamente tip **module de microfiltrare, ultrafiltrare sau osmoza inversa**, cu diferite geometrii ale placilor portmembrana (patrata, dreptunghiulara, circulara, elipsoidala), cu diverse dimensiuni si regimuri de curgere (tip piston, curgere tangentiala, curgere pulsatorie).

Dezavantajul major al procedeelor membranare este constituit de limitarea debitului de apa tratata de suprafata filtranta a membranei. Din acest motiv, tehnicile membranare sunt recomandate pentru asigurarea apei potabile destinate colectivitatilor mici (populatie maxima: 15 000 locuitori).

Impactul tehnologiilor neconventionale de potabilizare a apei

Tehnologiile neconventionale de tratare a apelor in vederea potabilizarii, bazate pe procedee membranare, au un impact economico-social considerabil, precum si un impact pozitiv asupra mediului inconjurator.

Elementele sistemelor de potabilizare prin tehnici membranare pot fi realizate de catre intreprinderi mici si mijlocii, creandu-se locuri de munca cu valoare adaugata mare, iar introducerea pe scara larga a instalatiilor de obtinere a apei potabile prin

tehnologiile neconventionale membranare va contribui la siguranta alimentara si sanitara a populatiei, in special a celei din locuri izolate (ex. Delta Dunarii), dar si a populatiei generale in situatii de criza.

Instalatiile de potabilizare prin filtrare cu membrane permit o monitorizare mai buna, mai completa si mai facila a surselor de apa.