

## Capitolul 5. IGIENA APEI ȘI A APROVIZIONĂRII LOCALITĂȚILOR CU APA

### IMPORTANȚA IGIENICĂ A APEI

Apa este unul din cei mai importanți factori ai mediului ambiant, de care depinde viața omului, animalelor și plantelor. Apa participă la structurile tisulare ale organismului uman, e necesară pentru funcțiile fiziologice normale. Cantitatea de apă din organism constituie circa 65% din masa corpului.

În condiții obișnuite la eforturi fizice medii, omul consumă aproximativ 2,5—3 l de apă pe zi. În caz de eforturi fizice susținute în condiții microclimatice termice consumul de apă crește pînă la 8—10 l pe zi din cauza transpirației abundente.

Organismul uman suportă greu deshidratarea. În caz de pierdere a 1—1,5 l de apă el simte nevoia de a o recupera, ceea ce se manifestă prin senzația de sete — „semnal” al excitării centrului de reglare a bilanțului hidric din organism.

Dacă cantitatea de apă pierdută nu se recuperează, se dereglează procesele fiziologice — se înrăutățește starea generală, scade capacitatea de muncă, în caz de temperatură înaltă a aerului se lezează procesul de termoreglare și poate surveni hipertermia organismului.

Deshidratarea organismului în limitele a 10% din masa corporală dereglează simțitor metabolismul, în limitele a 15—20% la temperatura aerului mai mare de 30°C, poate cauza moartea, iar deshidratarea organismului la 25% se consideră mortală chiar și la temperaturi mai joase (A. Adolf).

Necesitatea diurnă a organismului în apă este satisfăcută bînd apă, ceai, utilizînd mîncare ce conține mult lichid (1—1,5 l), produse alimentare (1—1,2 l) precum și pe contul apei care se formează de pe urma reacțiilor de oxidare a substanțelor nutritive (0,3—0,4 l).

În afară de asigurarea necesităților fiziologice, cantități considerabile de apă se consumă cu scop igienic, de gospodărie și în sfera de producție. Apa e necesară pentru menținerea curățeniei corpului, spălarea rufozelor și vaselor, pregătirea bucatelor, pentru a face curățenie în încăperi, stropitul străzilor, piețelor, zonelor verzi.

Apa este unul din factorii importanți de călire a organismului și antrenare a calității

lor fizice. Sporturile acvatice în masă sînt un factor important de asanare.

Din cele expuse rezultă, că ameliorarea condițiilor igienice și culturale de viață necesită sporirea consumului de apă, în centrele salubrizate el fiind de 150—500 l pe zi (pe cap de locuitor). Dar apa își poate exercita funcția igienică numai în cazul, cînd are anumite calități organoleptice, chimice și bacteriologice.

**Indicii organoleptici** caracterizează transparența, culoarea, gustul, mirosul și temperatura apei. Apa care are calități organoleptice nesatisfăcătoare este neplăcută la băut, nu potolește setea, provoacă dezgust.

**Componenta chimică a apei.** Apele naturale sînt diferite după compoziția chimică și gradul de mineralizare. La majoritatea apelor naturale cantitatea de săruri dizolvate depășește 1000 mg/l (ape dulci), dar sînt regiuni (Donbas, Cazahstan, Caucazul de Nord, Siberia de Vest), apa cărora se caracterizează printr-o mineralizare abundentă, de la 3000 pînă la 5000 mg/l.

Apa conține săruri din cationii de Ca, Mg, Na, K, Fe, și anionii de  $\text{HCO}_3$ , Cl,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ , F.

În decurs de o zi omul consumă circa 20 g de săruri minerale în fond cu produsele alimentare. Din apă omul primește numai 2—5% din cantitatea necesară de săruri, de aceea importanța fiziologică a sărurilor minerale, care se conțin în apă, nu e prea mare.

În caz de folosire a apelor mineralizate în organism nimereste circa 10—30% din cantitatea totală de săruri.

Apa care conține peste 1000 mg/l de săruri poate avea un gust sărat-amărui, sălcui, sărat, poate înrăutăți secreția gastrică, spori motorica stomacului și intestinelor, deci influențează negativ asupra digestiei în genere, cauzînd diaree.

Din toate componentele naturale enumerate ale apei se deosebesc **nitrații** (anionul acidului azotic), care au o acțiune toxică. Încă în 1945 în mai multe țări au fost descrise imbolnăviri specifice la copii sugari, care primeau alimente pregătite pe bază de apă. La acești copii boala se manifesta prin dereglări intestinale dispeptice, dispnee pronunțată, tahicardie cianoză. S-a constatat, că apa care conține o cantitate mai mare de 40 mg/l de nitrați provoacă la sugari methemoglobine-

mie azotică. (Către anul 1960 în S.U.A. și alte țări au fost înregistrate peste 700 de asemenea cazuri). La toți copiii bolnavi în sânge s-a depistat un procent sporit de methemoglobină. Nitrații nu sînt substanțe methemoglobogene. În intestinalele sugarilor, însă, fiind administrați cu apa, nitrații, sub influența microflorei intestinale, se transformă în nitriți (săruri ale acidului azotos). Aceștia din urmă, fiind absorbiți în sânge, blochează hemoglobina, transformînd-o în methemoglobină. Situația devine periculoasă dacă procentul de methemoglobină depășește 50%. Cu cît e mai mic copilul, cu atît boala decurge mai grav. Aceasta se explică prin faptul, că în eritrocitele sugarilor lipsește fermentul reductaza methemoglobinolitică. Aciditatea sucului gastric la sugari, mai ales la cei suferinzi de dispepsie e redusă, fapt, care stimulează reducerea nitraților în nitriți. De regulă, methemoglobinemia azotică se dezvoltă pe fondul dispepsiilor, aceasta făcînd dificilă într-o oarecare măsură diagnosticul methemoglobinemiei. La copii mai mari și la adulți nitrații se reduc pînă la nitriți numai parțial. Aceasta nu influențează considerabil sănătatea, dar la persoanele suferinde de boli cardiace se agravează manifestările de hipoxie.

Actualmente prezintă interes studierea microelementelor, ce se conțin în apă: fluorul, iodul, stronțiu, seleniu, cobaltul, manganul, molibdenul ș. a. Aceasta se explică prin faptul, că microelementele nimeresc în organism cu apa în cantități mult mai mari decît cu produsele alimentare.

Fiecărui microelement îi revine în organism o anumită funcție pozitivă, insuficiența sau excesul lui însă poate influența negativ.

Spre exemplu, excesul unor anumite microelemente în apă poate provoca endemie geochimică. Una dintre cele mai frecvente endemii geochimice acvatice de pe globul pămîntesc este fluoroza (boală cauzată de cantitatea sporită de fluor din apă (mai mult de 1,0—1,5 mg/l). În localități cu cantitatea de fluor din apă redusă (mai puțin de 0,5 mg/l) se înregistrează o creștere a morbidității de carie dentară (R. D. Gabovici).

Sînt regiuni și raioane cu carență de iod. Insuficiența de iod în organism provoacă gușa endemică (în cazul cînd organismul nu e asigurat cu iod prin intermediul produselor alimentare). Folosirea surselor de apă bogate în iod (30—100 mcg/l) reduce simțitor sau definitiv morbiditatea de gușa endemică.

Au fost înregistrate endemii (la oameni și animale) cauzate de cantități mari de mercur, arseniu, plumb, etc. prezente în sol, deci, și în apă.

Lansarea reziduurilor industriale neputrate în apele de scurgere de asemenea poate cauza mărirea concentrațiilor de arseniu, mercur, cadmiu, plumb, crom și alte substanțe toxice.

Folosirea intensă a pesticidelor în lupta cu dăunătorii agricoli și ai pădurilor poate cauza poluarea apelor superficiale sau subterane cu substanțe chimice stabile în mediul ambiant (hexaclorauul, etc.).

În ultimii ani se acordă o atenție susținută studierii radioactivității apelor naturale și importanței ei igienice.

**Importanța epidemiologică a apei.** Apa a fost considerată întotdeauna ca unul din mediile de transmitere a bolilor contagioase.

Infecțiile intestinale, transmise prin intermediul apei (holera, tifosul abdominal, paratifosurile, dizenteria bacteriană și amibică, enteritele acute contagioase) încă în secolul XIX prezentau pentru oameni urgii epidemice, care coseau mii de vieți omenești. Agenții patogeni ai acestor boli nimeresc în apă cu excrețiile umane și apele reziduale de uz casnic. Din cauză, că oamenii sănătoși pot fi purtători de microbi, apele reziduale întotdeauna conțin agenți patogeni, chiar și în perioada de calm epidemiologic.

Deosebit de periculoase în această privință sînt apele reziduale ale spitalelor. Apa poate fi infectată și în procesul navigației, din cauza lansării și poluării malurilor cu reziduuri și deșeuri de pe urma scăldatului, spălatului ruferelor în bazinele de apă, pătrunderii murdăriilor din gropile de gunoi și closete în fîntîni, utilizării căldărilor murdare etc. Experimental s-a stabilit, că agenții patogeni ai bolilor intestinale pot rezista în apa bazinelor deschise și în fîntîni pînă la cîteva luni, deși majoritatea din ei pier în decurs de două săptămîni.

Un exemplu tipic de apariție și răspîndire rapidă a epidemiei prin intermediul apei a fost epidemia de tifos abdominal din 1926 în orașul Rostov-pe-Don. Cauza acestei epidemii a fost erupția reziduurilor de canalizare în apeduct. În primele zile după erupție după o perioadă de incubație scurtă au apărut cazuri de enterite infecțioase acute, apoi a fost depistat tifosul abdominal, care a atacat în decurs de o lună mai mult de 2000 de persoane. După lichidarea defectului în sistemul de canalizare și dezinfectarea satisfăcătoare a apeductului numărul

de îmbolnăviri de tifos abdominal a scăzut considerabil, deși un timp încă s-au mai semnalat îmbolnăviri sporadice, dar nu de caracter acvatic. Epidemiile de infecții intestinale pot izbucni în cazul, cînd oamenii folosesc ca apă de băut, pe cea din bazinele deschise sau din fîntini neamenajate.

2) Sînt descrise epidemii virotice cu caracter acvatic: hepatite infecțioase, poliomielite, adenoviroze. Cele mai mari epidemii le dau hepatitele infecțioase, înregistrate în S.U.A., Franța, Italia, Suedia, U.R.S.S. și alte țări. Uisvanathan a descris o epidemie mare de hepatită infecțioasă: care a început la Deli (India) în primele zile ale lunii decembrie 1955 și a fost curmată în ianuarie 1956. În acest răstimp au suferit de hepatită icterică 29300 de oameni, de hepatită latentă — circa 70000 de oameni. Epidemia a fost cauzată de erupția reziduurilor de canalizare în apeduct.

3) Prin apă se poate transmite un șir de zoonoze, la care se referă leptospirozele, tularemia, bruceloza și febra Q. Leptospirele nimeresc în apă cu urina rozătoarelor — porcilor și animalelor cornute. În acest sens un anumit pericol îl prezintă apa din bazinele deschise (iazuri, canale de irigare), dacă este folosită pentru băut, scăldat, spălatul rufelor, deoarece leptospirele pătrund în organism prin mucoase și microleziuni ale pielii.

În timpul epizootiilor de tularemie au fost înregistrate și epidemii printre oameni din cauza infectării și apoi a folosirii apei din fîntini, piraie sau iazuri. Bacteriile de tularemie nimereau în apă cu excrementele sau cadavrele șobolanilor bolnavi.

4) Prin apă se poate transmite conjunctivita epidemică virotică (în piscine-iazuri).

5) În afară de infecții bacteriene, apa poate transmite și helmintoze, cu apa în organismul uman pot nimeri chistele de lambliei, ouăle de ascaride și tricocefali, larvele de anchilostome, cercariile fasciolei hepatice, microfilarii-le riștă, cercariile de sistosom, și dracunculoză, boli răspîndite în Africa, India etc. Aceste boli parazitare se transmit prin intermediul apei infectate din bazinele mici pentru băut, spălatul rufelor sau scăldat.

Deci, aprovizionarea cu apă potabilă de calitate bună și în cantități suficiente este una din măsurile principale ale asanării localităților și populației. De aceea în U.R.S.S. se acordă o mare atenție aprovizionării cu apă a orașelor, orașelelor, etc.

Guvernul sovietic a emis un șir de hotărîri referitoare la ocrotirea sanitară a bazinelor de apă, a legalizat participarea organelor de ocrotire a sănătății la inspecția sanitară preventivă, inclusiv alegerea surselor de aprovizionare cu apă potabilă, expertiza proiectelor de apeducte, elaborarea măsurilor de protecție sanitară a apeductelor, selectarea metodelor de îmbunătățire a calității apei, etc. Organele de ocrotire a sănătății sînt obligate să efectueze și inspecția sanitară curentă a exploataării surselor de apă și apeductelor.

Pentru a efectua inspecția sanitară preventivă și curentă calificată a fost necesară elaborarea științifică a multor probleme referitoare la igiena apei și aprovizionarea localităților cu apă.

Succesele științei igienice și ale activității sanitare în domeniul aprovizionării cu apă au demonstrat, că în condițiile actuale maladiile contagioase și necontagioase de origine acvatică pot fi prevenite.

#### EXIGENȚELE IGIENICE FAȚA DE APA POTABILĂ, APRECIEREA SANITARĂ A CALITĂȚII EI

Apa care este folosită de populație cu scop de menaj și de băut trebuie să corespundă anumitor condiții igienice și anume:

1. Apa trebuie să aibă calitate organoleptică satisfăcătoare, adică să aibă temperatura de 7—15°C, să fie limpede, fără culoare, să nu aibă gust sau miros.

2. Să aibă componența chimică convenită din punct de vedere fiziologic. Compușii toxici nu vor depăși concentrațiile admisibile, adică nu vor prezenta pericol pentru sănătate și nici nu se va limita folosirea apei cu scop uzual.

3. Apa nu trebuie să conțină agenți patogeni sau alte vietăți care periclitează sănătatea.

Calitatea apei depinde în mare măsură de sursa de apă, de starea ei sanitară. Corespunderea calității apei din sursa exigențelor înaintate se determină pe baza: 1) inspecției sanitare-topografice a sursei de apă și 2) rezultatelor analizei de laborator a apei.

Inspecția sanitare-topografică este una din procedeele obligatorii ale aprecierii sursei de apă. Inspecția sanitară include inspecția terenului din jurul sursei de apă, inspecția nemijlocită a sursei, captajului de apă, surselor posibile de impurificare a apei. Paralel se

determină, din ce locuri vor fi luate probele de apă pentru analiza de laborator. Suplimentar se determină starea epidemiologică a raionului, unde se află sursa de apă, acordând atenția cuvenită morbidității de boli contagioase, transmise prin intermediul apei.

O concluzie bine argumentată despre starea sanitară a sursei și despre calitatea apei poate fi făcută numai comparând rezultatul analizei cu normativele sanitare și analizând datele inspecției sanitaro-topografice. Aceste date ne permit să determinăm cauzele poluării curente sau posibile a apei.

Rezultă, că la aprecierea calitativă a apei și a stării sanitare a sursei datele inspecției sanitaro-topografice și analizele de laborator se completează reciproc.

#### Analiza sanitară a apei

##### Calitățile organoleptice ale apei

**Transparența și turbiditatea.** Transparența apei determină capacitatea ei de a lăsa să treacă lumina. Gradul de transparență a apei depinde de particulele minerale sau organice insolubile dispersate în ea. Apa este satisfăcătoare de transparentă dacă prin stratul de 30 cm poate fi citit textul tipărit cu un anumit caracter.

Calitatea contrară transparenței se numește turbiditate. Diminuându-se transparența apei se înrăutățesc calitățile ei organoleptice, în unele cazuri turbiditatea este un indice al poluării apei cu reziduuri sau al stării nesatisfăcătoare a fântinilor, captajelor de apă. Apa tulbure se dezinfectează mai greu, în ea pot exista condiții pentru supraviețuirea microorganismelor.

Turbiditatea apei se măsoară în mg de substanțe în suspensie din 1 l de apă; turbiditatea apei de robinet nu trebuie să depășească 1,5 mg/l.

**Coloritul** apelor superficiale și a celor freatice depinde de substanțele huminoase din sol, care îi dau nuanțe de la galben până la brun. În afară de aceasta, apa din bazinele deschise poate avea culoarea cauzată de înmulțirea algelor (mătasea-broaștei) sau poluarea cu reziduuri industriale colorate.

Fiind epurată la stațiile speciale, culoarea apei poate fi adusă la nivelul necesar.

În condiții de laborator se compară intensitatea culorii apei cercetate cu scara convențională (cobaltocromatică). Intensitatea culorii naturale a apei se măsoară în grade. La apa de apeduct intensitatea culorii nu trebuie să depășească 20—30°.

**Gustul și mirosul** apei depind de multe cauze. Dezintegrarea substanțelor organice

vegetale în sol dă apei un miros și gust de mil, de sol, de bahnă. Putrefacția substanțelor organice dă apei un iz de bihilit. Prezența și descompunerea algelor în apă îi dau mirosul de pește, castraveți și alte nuanțe, nespecifice pentru apă. Deseori mirosul și gustul nespecific al apei îl cauzează poluarea ei cu deșeuri lichide de menaj, industriale, iar în condiții de război — cu substanțe toxice strategice.

Gustul și mirosul apelor subterane adinci depind de substanțele și gazele dizolvate în ele (spre exemplu mirosul de hidrogen sulfurat). Intensitatea gustului și mirosului apei se determină în grade: gustul și mirosul de gradul 1 este foarte slab, poate fi determinat numai de un laborant experimentat, de gradul 2 este slab, nu atrage atenția consumatorilor, de gradul 3 se simte, este dezaprobat, de gradul 4 — gustul sau mirosul vădit neplăcut, de gradul 5 — foarte puternic, apa se interzice de a fi folosită. Mirosul sau gustul apei potabile nu trebuie să depășească 2 grade.

##### Compoziția chimică a apei

**Reacția apei** în majoritatea cazurilor oscilează între 6,8—9,0. Reacție acidă pot avea apele de bahnă, care conțin substanțe huminoase, reacția bazică au apele subterane, care conțin bicarbonați; dacă apa din bazinele deschise are pH de 6,5—8,5, ea este impurificată cu reziduuri lichide.

Reziduul uscat caracterizează gradul de mineralizare al apei, se determină prin metoda de evaporare și apoi de uscare a reziduurilor la temperatura de 110° până la o greutate constantă exprimată în miligrame la un litru de apă. Se consideră, că reziduul uscat al apei trebuie să fie în limitele de 50—1000 mg/l. Dacă într-o localitate oarecare nu există altfel de apă, poate fi admisă spre folosire centralizată apa cu mineralizarea până la 1500 mg/l.

Duritatea generală a apei este determinată de sărurile de calciu și magneziu — carbonați, hidrocarbonați, cloruri, sulfuri.

Duritatea apei se măsoară în miligrame-echivalente la 1 l, un miligram-echivalent la litru îi corespunde conținutul de 28 mg/l de CaO sau 20,16 mg/l de MgO (greutatea moleculară). Apa cu duritatea până la 3,5 mg-echiv/l se consideră drept apă moale, de la 3,5 până la 7,0 mg-echiv apă de duritate medie, de la 7 la 14 mg-echiv/l — apă dură, iar dacă depășește 14 mg-echiv/l, este foarte dură.

Cu cât durezza apei este mai mare, cu atât mai greu fierb în ea carnea și păstăioasele, se consumă mai mult săpun la spălat, deoarece sărurile de calciu și magneziu „leagă” acizii grași ai săpunului, astfel împiedicând formarea spumei. În apa dură se spală rău părul, la fierbere se formează sedimente pe pereții și fundul vaselor, cazanelor conductelor de încălzire, fapt care poate cauza consumul excesiv de combustibil, uneori erupția cazanelor și conductelor.

În anumite condiții când se trece brusc de la consumul apei cu duritate mică („apă moale”) la a celei cu duritate mare, pot apărea manifestări dispepsice (diaree). Una din ipotezele genezei rinolifrazelor se consideră folosirea apei dure, mai ales în condițiile climelor toride. Dar, acțiunea nocivă asupra sănătății o are nu numai apa cu duritate mare, ci și cea moale. S-a constatat, că în orașele aprovizionate centralizat cu apă moale sporeste procentul morbidității de boli cardiovasculare. Duritatea generală a apei nu trebuie să depășească 7 mg-echiv/l. În localitățile, unde duritatea apei e mai mare, poate fi permisă folosirea temporară a apei cu duritatea de până la 10 mg-echiv/l.

**Fierul.** Apele subterane conțin în fond compuși ai fierului formați din protoxizi bicarbonatici  $[\text{Fe}(\text{HCO}_3)]$ . Contactînd cu aerul, oxidul de fier bivalent din apă se oxidează până la oxid de fier trivalent  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , care dă apei culoarea brună și turbiditate. În apele de suprafață fierul formează compuși acizi huminoși, care sînt destul de stabili.

Dacă apa subterană conține compuși ai fierului în limitele a 0,3—0,5 mg/l ea devine tulbure, opalescentă, iar dacă acești compuși depășesc cantitatea normală, indicii organoleptici ai apei se înrăutățesc considerabil, apa capătă și un gust sălciiu-metalic. Concentrațiile mari ai compușilor de fier în apă strică gustul ceaiului, îngălbenesc și lasă la spălat pete pe albituri, provoacă înmulțirea microorganismelor ferofile în țevile apeductului, astfel micșorînd diametrul lor, înrăutățind organoleptica apei din apeduct. Cantitatea de fier din apă nu trebuie să depășească 0,3 mg/l.

**Clorurile** (ionul de clor). De regulă în apele curgătoare cantitatea de clor nu este mai mare de 20—30 mg/l, dar poate crește considerabil în cele stătătoare. Apa din lîntinile curate conține circa 30—50 mg/l de cloruri. Apele, care se filtrează prin soluri bogate

în cloruri conțin pînă la sute sau chiar mii de miligrame (la 1 l) de săruri de clor, alte calități ale ei fiind conform normativelor.

Apa ce conține cloruri ce întrec 350—500 mg/l este puțin sărată și influențează negativ asupra secreției gastrice. De aceea normativul de cloruri pentru apa de robinet e de 350 mg/L.

**Sulfurile** (ionii sulfat). Sulfurile în cantitatea mai mare de 500 mg/l dau apei un gust sărat-amărui, influențează secreția gastrică, provoacă modificări dispepsice (diaree) la oamenii neobișnuiți cu asemenea cantități de sulfuri în apă. Aceste modificări se intensifică, dacă apa conține și un surplus de magneziu.

**Nitrații** (ionii nitrat). Concentrații sporite de nitrați se întîlnesc, de regulă, în fîntînile, a căror apă este poluată de substanțe organice în descompunere sau de îngrășăminte minerale azotoase. Pentru a preveni methemoglobinemia azotoasă cantitatea de nitrați din apă nu trebuie să depășească 40 mg/l (recalculat în azotul nitraților — nu mai mare de 10 mg la 1 l de apă).

**Fluorul.** Compușii fluorului ajung în apă din soluri și roci montane. Cantitatea de fluor în apele naturale ale U.R.S.S. variază de la sutimi de miligrame pînă la 12 mg/l. Apa majorității bazinelor deschise (95%) și a 50% din sursele subterane conține cantități mici de fluoruri (mai puțin de 0,5 mg/l). Cantități mari de fluoruri conțin apele subterane.

Organismul uman are nevoie de o cantitate anumită de fluor pentru dezvoltarea normală și mineralizarea țesuturilor osoase și a dinților. S-a constatat, că, paralel cu sporirea concentrației de fluor din apă, scade morbiditatea de carie dentară. Folosirea apei cu o cantitate de fluoruri de 1,0—1,5 mg/l scade cu mult probabilitatea imbolnăvirilor de carie dentară.

Dar cantitățile excesive de fluoruri în apă pot avea o acțiune nefavorabilă asupra organismului uman, provocînd fluoroză. Astfel de localități (unde apa conține prea mult fluor) sînt considerate drept țocare endemice de fluoroză, la noi în țară acestea sînt Ucraina, Moldova, Azerbaigean, Kazahstan. Fluorul în cantități mari în apă lezează dinții. Fluorul resorbit din tubul digestiv acționează în primul rînd asupra germenilor dentari (ameloblaștilor), dereglează formarea și mineralizarea emailului dentar. Ca rezultat, emailul se acoperă cu pete, în special emailul din-



Fig. 13. Fluoroza endemică a dinților (gradul III).

șilor permanenți (fig. 13).

La concentrația fluorului din apă în limitele 1,5—20 mg/l pe dinți apar pete albe (de tip calcaros sau de tip „porțelan”), uneori slab pigmentate în gălbui, localizate pe dinții incisivi (gradul I și gradul II de lezare). Concentrațiile mai mari de fluor provoacă leziuni dentare de gradul 3 și 4, care se manifestă prin pete brune pe dinți, prin defecte ale emailului (eroziuni). Dinții atacați de fluoroza devin mai fragili, se rod timpuriu, dar leziunile dentare sînt numai unul din simptomele fluorozei. În unele țări din Africa, America Latină, Asia și în alte localități sînt descrise cazuri de folosire a apei cu concentrația de 5—12 mg/l de fluor. La oamenii care folosesc timp îndelungat astfel de apă (pe parcurs de 10—30 de ani), fluoroza se manifestă prin sclerozarea generală și calcificarea ligamentelor intervertebrale, fapt care duce la limitarea mobilității coloanei vertebrale, dereglări ale sistemului nervos și organelor interne (R. D. Gabovici).

Deoarece cantitatea de apă băută depinde de condițiile climatice cantitatea maximă de fluor din apă e stabilită în felul următor: pentru zonele reci și temperate — 1,5 mg/l, pentru zona caldă — 1,2 mg/l, pentru zona toridă — 0,7 mg/l. Concentrația optimă de fluor (în caz de fluorare artificială a apei) constituie 70—80% din cea maximă-admisibilă, adică pentru zona rece — 1,1 mg/l, pentru zona temperată (II) — 1,0 mg/l, zona III — 0,9 mg/l, zona IV — 0,6 mg/l. Prezența altor concentrații toxice ale microelementelor în apele naturale se consideră drept un fenomen rar. De regulă substanțele toxice ajung în apă numai în urma lansării în bazinele cu apă a reziduurilor industriale neepurate sau parțial

epurate. Pentru a programa analizele suplimentare necesare ale apei, medicul trebuie să facă cunoștință cu tehnologia de producție, să afle ce substanțe toxice pot fi lansate cu reziduurile lichide, apoi să efectueze analiza de laborator a apei referitor la prezența acestor substanțe toxice în apă.

Actualmente savanții sovietici au elaborat concentrațiile maxime-admisibile în apa potabilă pentru compușii de cupru, zinc, plumb, argint și mulți alți compuși și elemente toxice.

### Indicii de poluare a apei

Pentru aprecierea gradului de pericol epidemic se folosesc analizele bacteriologice și chimice speciale.

**Indicii bacteriologici ai impurificării apei.** O importanță epidemiologică anumită o are prezența agenților patogeni în apă. Dar depistarea microorganismelor patogene, mai ales a virusilor, deocamdată prezintă anumite dificultăți. De aceea astfel de analize se fac numai în caz de apariție a unor epidemii transmise prin intermediul apei (spre exemplu — de tifos abdominal). În practica sanitară, pentru a aprecia starea epidemiologică a apei se determină indicii bacteriologici indirecti, care arată, ca cu cît mai puține saprofite sînt în apă, cu atît apa este mai inofensivă din punct de vedere epidemiologic.

Unul din indicii microflorilei saprofite este indicele microbial.

Indicele microbial se prezintă ca numărul de colonii microbiene crescute pe baza de agar peptidic după însămînțarea unui centimetru cub de apă (în 24 ore la 37°C.)

Indicele microbial caracterizează însămînțarea bacteriană generală a apei. În apa curată din fîntînile arteziene indicele microbial nu depășește 10—30 microorganisme în 1 ml, în apa relativ curată a bazinelor deschise indicele microbial este de 1000—1500 în ml, în fîntînile obișnuite — 300—400.

O importanță mai mare are prezența în apă a E. coli, care este eliminată în mediul ambiant de oameni și animale. Prezența eșeriei coli în apă semnaleză impurificarea probabilă a apei cu fecalii, deci nu este exclusă și prezența infecțiilor intestinale (tifos abdominal, paratif, dizenterie etc.). Analiza apei la prezența E. coli ne permite să prevenim prin anumite măsuri impurificarea eventuală a ei cu agenți patogeni. Prezența

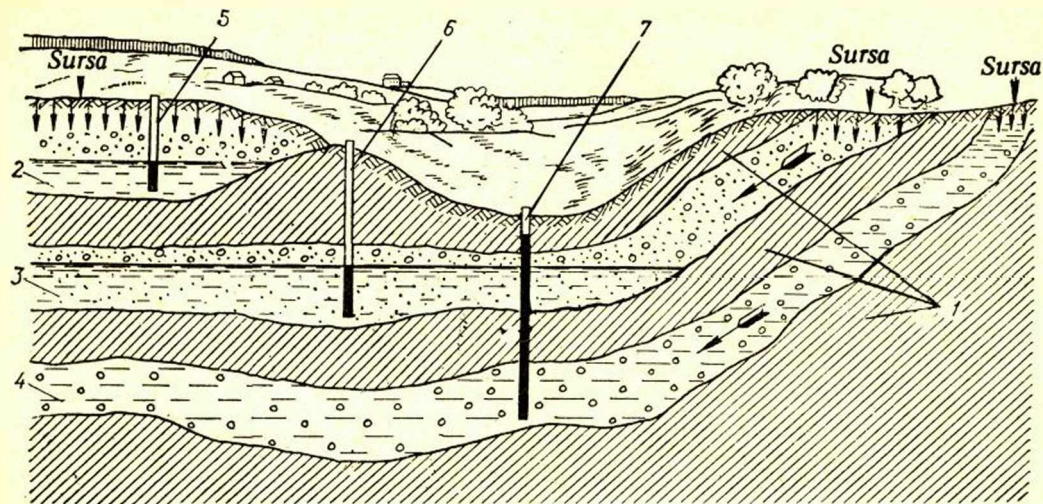


Fig. 14. Schema generală a rețelei de ape subterane.

1 — stratul impermeabil, 2 — stratul de ape freatice, 3 — stratul acvifer artezian fără presiune, 4 — stratul artezian sub presiune  
5 — fântina alimentată cu ape freatice (fântină săpată), 6 — fântină alimentată cu ape arteziene fără presiune, 7 — fântină alimen-  
tată cu ape arteziene sub presiune

ulterioare influențează modul de captare și păstrare a apelor de precipitații.

Lucrările de irigare și de explorare a surselor subterane efectuate în U.R.S.S. permit, ca în raioanele seci să nu se mai folosească apa de precipitații cu grad scăzut de mineralizare și lipsită de gust.

### Apele subterane

**Apele freatice.** Precipitațiile atmosferice, atingând suprafața terestră, parțial se evaporază, parțial se scurg în piraie, acumulându-se apoi în riuri, lacuri și parțial se infiltrază în sol, pătrund încet prin porii rocilor permeabile la adâncime.

Acumulându-se deasupra primului strat de roci impermeabile (argilă, granit, calcăruri uniforme), apa formează primul strat acvifer subteran denumit stratul de ape freatice (fig. 14).

În dependență de adâncimea stratului impermeabil apele freatice pot fi de la 1—2 pînă la zeci de metri adâncime. Urmind direcția înclinării stratului impermeabil, apele freatice se deplasează din locurile mai înalte spre cele mai joase.

Apele freatice deseori sînt întrebuintate de oameni, deoarece sînt transparente și au o colorație slabă. Cantitatea de săruri minerale în ele crește odată cu adâncimea, dar, în majoritatea cazurilor, rămîne mică. În cazul

cînd solul este format din roci microgranulare, începînd de la adîncimea de 5—6 m apele freatice aproape că nu conțin microbi.

Dacă solul este impurificat cu diferite reziduuri și deșeuri se poate întîmpla, că apele freatice să conțină agenți patogeni ai diferitor boli. Acest pericol e cu atît mai mare, cu cît murdăriile pătrund mai adînc, iar apa freatică e mai aproape de suprafață (cu cît rocile au granule mai mari, cu atît apa freatică e mai superficială).

Apele freatice sînt folosite pe larg pentru aprovizionarea cu apă la sate, săpîndu-se cu acest scop fîntini obișnuite sau fîntini forate. De regulă fîntinile săpate au debitul de apă între 1 și 10 m<sup>3</sup> în decurs de 24 ore. În unele cazuri apele freatice pot fi folosite pentru amenajarea apeductelor mici sătești.

**Apele arteziene.** Apele freatice, nimerînd între două straturi de roci impermeabile, formează primul strat de apă arteziană, avînd «podea» și «acoperiș» impermeabil. În dependență de specificul geologic al solului apele arteziene pot forma primul, al doilea și al treilea strat acvifer artezian fără presiune, completînd tot spațiul între straturile impermeabile. Dacă se sapă o fîntină, care ajunge pînă la stratul acvifer artezian, apa se ridică în ea și în vasele comunicante, în unele cazuri lîșnînd la suprafață prin jeturi. Astfel de fîntină se numește arteziană. Adîncimea apelor arteziene de la suprafața

pământului poate fi între zeci și o mie și ceva de metri (vezi fig. 14).

Apele arteziene au temperatura relativ joasă (5—12°C) și componența minerală constantă. De regulă, apa arteziană e transparentă, incoloră, fără miros și gust specific. Cantitatea de săruri minerale dizolvate depinde de compoziția chimică a rocilor, prin care străbate apa. Uneori apele arteziene pot avea cantități excesive de săruri — pot fi foarte dure, sărate, conțin multe fluoruri, compuși ai fierului sau hidrogen sulfurat, fapt care împiedică folosirea lor fără o prelucrare specială.

Filtrându-se îndelung prin sol, fiind protejate de rocile impermeabile, apele arteziene practic sînt lipsite de microorganisme, deci, pot fi folosite pentru băut în stare crudă. Apa arteziană poate fi obținută săpîndu-se fîntini adînci sau instalîndu-se fîntini tubulare. Datorită debitului constant (de la 1 pînă la 200 m<sup>3</sup>/oră), calităților organoleptice bune, apele arteziene sînt considerate ca surse potrivite pentru apeductele mici.

Totuși epidemii de infecții intestinale sînt înregistrate chiar și în caz de folosire a apelor arteziene, surse de infectare pot fi apele freatice poluate, care au pătruns prin crăpături în rocile impermeabile, din fîntinile săpate părăsite sau din cauza instalațiilor defecte ale apeductului artezian.

În ultimul timp sînt descrise cazuri de poluare a apelor arteziene cu reziduuri industriale din cauza lansării lor în mine adînci sau în văgăuni. Straturile acvifere, fiind la depărtări relativ mici de fundul minelor sau a văgăunelor, se poluau destul de repede, apa capătă calități organoleptice nespecifice — mirosul de petrol, aromatic, gustul sărat, etc.

**Izvoarele.** Apele subterane ce ies la suprafața solului se numesc izvoare. Apele freatice sau cele arteziene izvorăsc dacă stratul acvifer respectiv este «tăiat» la coborîrea pantei (în munți, rîpi adînci). Asemenea izvoare se numesc descendente. Dacă într-o văgăună sau într-o vale din vecinătatea riului se dezgolește un strat de apă sub presiune, iau naștere izvoare arteziene — din care apa țîșnește în sus. Calitatea apei de izvor depinde de adîncimea stratului acvifer, construcția instalațiilor de captare. Dacă au un debit de apă suficient, izvoarele pot fi folosite pentru instalarea apeductelor centralizate.

### Cerințele igienice față de instalarea fîntinilor săpate și a celor forate

Pentru a preveni impurificarea apelor subterane în procesul exploatării surselor de apă e necesară respectarea următoarelor condiții igienice :

a) locul pentru instalarea fîntinilor se alege la o înălțime față de relieful ambiant la distanța convenită de sursele eventuale de impurificare, va fi ferit de riscul inundațiilor sau înmlăștinirilor. În procesul exploatării fîntina trebuie să fie protejată de impurificări ;

b) pereții fîntinii sau ai instalației de captare trebuie să fie impermeabili. În jurul fîntinii se pune un strat de argilă, pentru ca apele de la suprafață să nu se poată infiltra în adînc sau pînă la stratul acvifer.

Deoarece impuritățile bacteriene pătrund în fîntină în fond de la suprafață, captarea apei se face așa, ca să fie exclusă impurificarea apei din exterior.

Fîntinile săpate. La sate, mai frecvent sînt utilizate fîntinile săpate (fig. 15).

Actualmente pentru săpatul fîntinilor se folosește instalația C.S.C.—30, care face fîntini cu diametrul de 1,2 m și adîncimea de pînă la 30 m. Locul pentru fîntină trebuie să fie ceva mai înalt, la distanța de cel puțin 25—30 m de la sursa eventuală de impurificare (closet, compost, groapă de gunoi, etc.). Dacă (după relieful localității) closetul este situat la o înălțime mai mare decît fîntina, atunci distanța între ele trebuie să fie de 80—100 m. Apa din fîntină trebuie să parvină din stratul al doilea acvifer (dacă adîncimea lui nu depășește 30 m). Fundul fîntinii rămîne liber iar pereții se căptușesc cu material impermeabil — colaci de beton bine ajustați. Colacul deasupra fîntinii va avea o înălțime de 0,8 m. La 1,0 m în jurul fîntinii și la adîncimea de 1 m se va pune un strat de argilă, care deasupra se va acoperi cu ciment sau pietriș. Pavajul din jurul ei va avea scurgerea dinspre fîntină ca să se asigure îndepărtarea apei vărsate sau a precipitațiilor atmosferice.

O mare importanță pentru menținerea curățeniei apei în fîntini o are și felul de a scoate apa. S-a constatat, că cel mai des fîntinile se impurifică anume din exterior, la scoaterea apei cu căldări murdare.

Cel mai potrivit mod de a scoate apa din



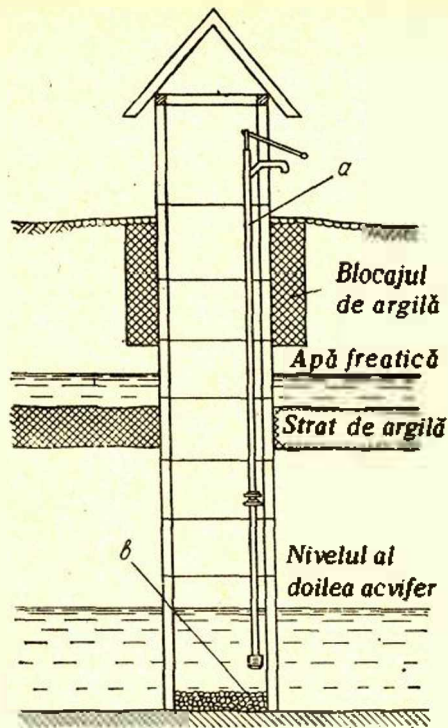


Fig. 15. Fintină săpată cu țevi de beton și cu pompă.  
a) pompa, b) — stratul de prundiș de la fundul fântinii

fintini e considerată folosirea pompelor manuale sau electrice. Aceste fântini, de regulă, sînt închise ermetic și astfel se exclude impurificarea apei. Dacă nu se dispune de pompă apa din fântină se va scoate numai cu căldare colectivă.

Fântinile de foraj. Dacă apele freatice sînt la adîncimea de 7—8 m pentru captarea lor pot fi folosite fântinile de foraj (fig. 16).

Fântina de foraj se face manual și este dotată cu pompă de mîină, productivitatea căreia e de 0,5—1 m<sup>3</sup> pe oră.

Apa din straturile mai adînci poate fi obținută din fântini arteziene, acestea folosindu-se pentru aprovizionarea centralizată cu apă a localităților, întreprinderilor industriale.

Din straturile acvifere adînci apa se scoate cu ajutorul sondelor de foraj. Cu acest scop se forează un puț cu diametrul de 50—600 mm și adîncimea de la 10—15 pînă la 1000 m și mai mult. Pentru ca pereții să nu se surpe în fântina arteziană se instalează țevi

metalice (fig. 17). Apa din sondele de foraj se scoate cu pompe cu capacitatea de 100 m<sup>3</sup>/oră și mai mult.

Dacă fântinile și sondele de foraj sînt bine amenajate, apa din ele este foarte curată. În unele cazuri, dacă apele arteziene comunică cu cele freatice, ele pot fi impurificate. Apele freatice pătrund în stratul artezian prin țevile ruginite sau rău sudate. Pentru a feri apele arteziene de impurificare partea de sus a sondei de foraj se face din țevă dublă, spațiul liber este umplut cu ciment.

De asemenea, impuritățile pot pătrunde în sondele de foraj exterior. Pentru a exclude acest fapt partea de sus a fântinii arteziene se ermetizează în locul instalării pompei. Spațiul dintre țevile fântinii și pereții forajului se umple cu ciment.

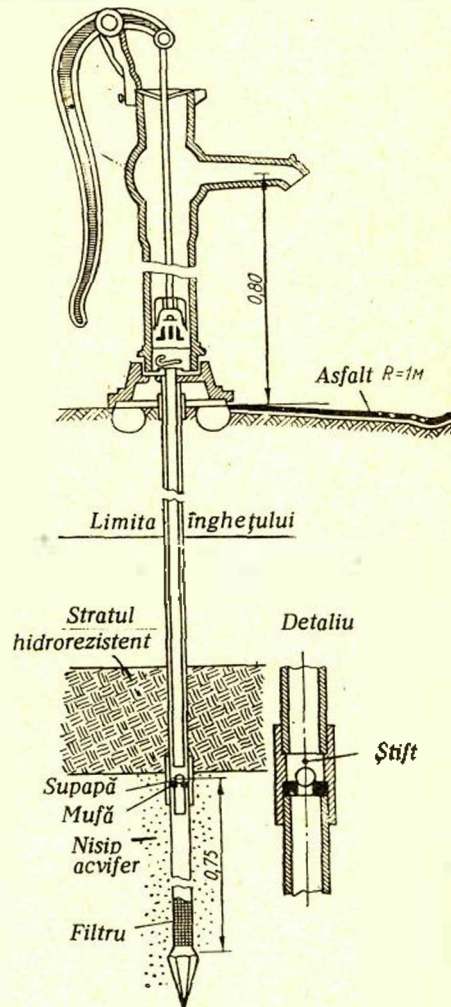


Fig. 16. Fântină de foraj

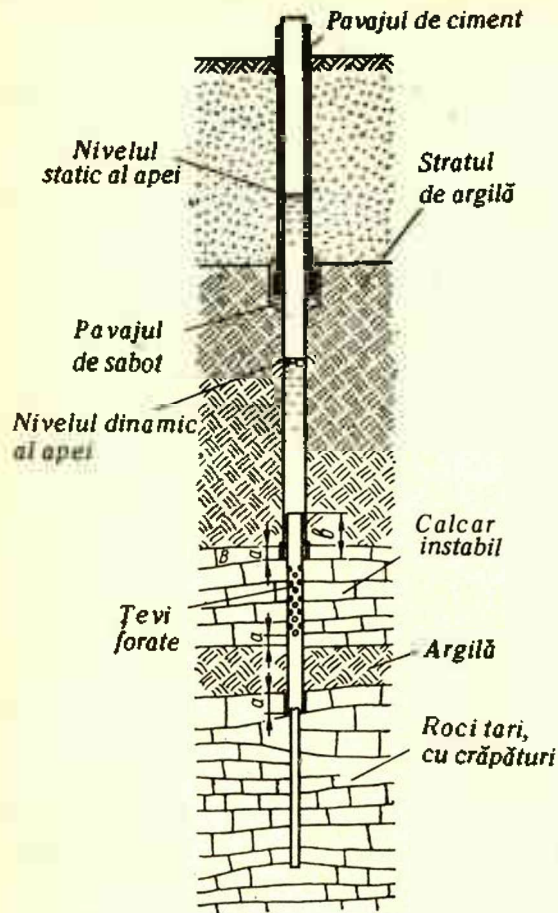


Fig. 17. Schema sondei de foraj

### Apelle de suprafață

Precipitațiile meteorologice, ce se scurg de pe pantele naturale, formează bazine de apă, piraie, riuri, lacuri stătătoare și cu scurgere. Bazinele de apă se alimentează nu numai cu apă atmosferică, dar parțial și cu cea subterană.

Toate apele de suprafață sînt poluate din exterior, de aceea ele se consideră ca surse potențiale de boli epidemice. În mod deosebit sînt poluate sectoarele bazinelor situate în apropierea centrelor poluate și în locurile de scurgere a apelor reziduale menajere sau industriale.

Proprietățile organoleptice și compoziția chimică a bazinelor de suprafață depind de mai multe condiții. Apa rîurilor sau afluenților ce curg prin regiuni mlăștinoase are o

colorație intensă. Dacă albia rîului este formată din roci argiloase, atunci suspensia fină, care se obține prin «spălarea» malului, provoacă o turbiditate stabilă a apei.

Apele stătătoare sau cele cu scurgere slabă se caracterizează prin dezvoltarea masivă a algelor, care acoperă vara suprafața lor cu un covor verde. Apa capătă o colorație verzuie sau brună, din cauza algelor moarte capătă miros și gust neplăcut. Nu este exclus, că substanțele ce se formează în urma descompunerii algelor, să aibă o influență nefavorabilă asupra sănătății omului. Apa tuturor bazinelor de suprafață are un miros sau un gust specific din cauza descompunerii substanțelor organice la suprafață sau la fund, precum și din cauza extragerii de către apă a actinomicetelor și produselor lor din sol.

Apele de suprafață conțin puține substanțe minerale, dar în lacurile și bazinele fără scurgere concentrația sărurilor poate fi destul de mare din cauza evaporării intense, mai ales în regiunile cu climă toridă. Toate bazinele de suprafață se caracterizează prin calitatea instabilă a apei, aceasta fiind în dependență de sezon și chiar de timp, spre exemplu după ploaie.

**Autoepurarea apelor din bazine.** Cu toate că bazinele de suprafață sînt impurificate permanent, calitatea apei în ele rămîne relativ constantă. Aceasta se datorește diferitor procese fizico-chimice și biologice, care contribuie la «autoepurarea» bazinelor de apă de substanțe suspendate, organice, microorganisme și alte impurități.

Apele reziduale, nimerind în bazin se diluează, apoi particulele minerale și organice în suspensie, microorganismele, ouale de helminți parțial se depun la fund, apa se limpezește și devine transparentă.

Datorită microorganismelor ce se află în apele bazinelor substanțele organice se mineralizează, asemenea celor din sol. Prin oxidarea biochimică substanțele organice se nitrifică, transformîndu-se în compuși finali: — intrați, carbonați, sulfati etc. Pentru ca procesele de oxidare a substanțelor organice să decurgă în apă normal e nevoie de oxigen dizolvat, rezervele căruia, pe măsură ce se consumă, se recuperează pe contul difuziei lui din atmosferă. Apele curate conțin mai mult de 50%<sup>1</sup> de oxigen dizolvat.

Gheața care acoperă apa împiedică reae-

rația, astfel înrăutățind procesul de autoepurare.

Pe parcursul autoepurării bazinelor agenții patogeni și cei saprofiti pier din cauza micșorării cantității de substanțe nutritive necesare, sub acțiunea radiației solare, antibiolicelor eliminate de saprofite și alți factori.

În urma autoepurării apa din bazinele de suprafață devine transparentă, mirosul neplăcut dispare, substanțele organice se mineralizează, o bună parte din microbii patogeni se distrug și apa capătă proprietățile de pină la poluare. Viteza proceselor de autopurificare depinde de mărimea bazinului și de gradul lui de poluare.

Un indice important al gradului de poluare a apei cu substanțe organice și al intensității de autoepurare este consumul biochimic de oxigen (C.B.O.), adică cantitatea de oxigen necesară pentru oxidarea completă a substanțelor organice dintr-un litru de apă la temperatura de 20°C. Cu cât apa este mai murdară, cu atât C.B.O. este mai mare. În practica sanitară mai des se determină C.B.O.<sub>5</sub>, adică consumul de oxigen al 1 l de apă în decursul de 5 zile, deoarece determinarea C.B.O. durează 20 de zile (prea îndelungat). Pentru apele naturale C.B.O.<sub>5</sub> e mai mic de 2 mg/l, în apele relativ curate e în limitele a 2—4 mg/l O<sub>2</sub> (C.B.O.<sub>20</sub> egalează cu 3—6 mgO<sub>2</sub>/l).

Dar proprietățile de autoepurare a bazinelor au anumite limite. În caz de poluare masivă cu substanțe organice cantitatea de oxigen dizolvat în apă scade considerabil, fapt care cauzează dezvoltarea microflorei anaerobe. În urma proceselor de descompunere anaerobă (putrefacție) în apa și aerul de la suprafața bazinului apar gaze cu miros neplăcut (fetide), bazinul nu mai poate fi folosit ca sursă de aprovizionare cu apă și nici pentru alte necesități. Scăderea cantității de oxigen dizolvat până la 1,5—2 mg/l sau 1 mg/l duce la pierirea masivă a peștilor. Apele bazinelor mici sau stătătoare au o capacitate de autoepurare neînsemnată. De aceea recomandăm, ca pentru aprovizionarea cu apă să fie folosite bazinele mari, cu apă curgătoare, aceste bazine trebuie să fie protejate de poluări cu reziduuri menajere

<sup>1</sup> Procentul de saturație a apei cu oxigen se determină din formula:  $C = \frac{m}{M} \cdot 100\%$ , unde m este conținutul de oxigen în apă (în mg/l) iar M — cantitatea maximă de oxigen (în mg) care se poate dizolva în 1 l de apă la temperatura dată a apei la momentul luării probei.

sau industriale, iar apa la folosire să fie în prealabil bine dezinfectată și curățită pentru a micșora cantitatea de substanțe în suspensie și a reduce colorația ei.

În ultimul timp bazinele de suprafață sînt folosite drept sursă de aprovizionare cu apă în mod centralizat. 85% din apeductele centralizate funcționează pe baza apelor de suprafață. Aceasta se explică prin folosirea și perfecționarea procedeelor de epurare și dezinfectare a apei, prin faptul, că bazinele subterane nu pot face față necesităților crescînde de apă ale orașelor mari. Debitul rîurilor mici de asemenea nu poate acoperi necesitățile orașelor și, pentru a rezolva problema aprovizionării cu apă, se construiesc baraje și lacuri artificiale de acumulare. Aceste lacuri acumulează cantități mari de apă, mai ales în timpul dezghețurilor de primăvară. La construcția lacurilor de acumulare, mai ales în regiunile secetoase, se ia un șir de măsuri pentru menținerea calității bune a apei, prevenirea «împinzirii» ei. Aceste măsuri includ pregătirea albiei viitorului lac de acumulare — curățirea ei de plante, adîncirea, sădirea în jur a unei zone verzi, interzicerea lucrărilor agricole în preajmă, etc.

Reieșind din cele expuse, standardul de stat pentru sursele de apă potabilă dă prioritate apelor arteziene sub presiune, apoi apelor fără presiune, inclusiv celor de izvor, apelor izvoare și în ultimul rînd celor de suprafață.

#### APRECIEREA IGIENICĂ A METODELOR DE AMELIORARE A CALITĂȚII APEI

Există multe metode de ameliorare a calității apei, metode, prin care apa se epurează de microorganisme patogene, de substanțe în suspensie și huminoase, de cantitatea excesivă de săruri (calciu, magneziu, fier, mangan, fluor, etc.), de gaze fetide, substanțe toxice și radioactive.

Utilizarea diferitelor metode de epurare permite ca sursele locale să fie folosite la maximum pentru aprovizionarea populației cu apă potabilă.

Cele mai răspîndite metode de ameliorare a calității apei la apeducte sînt: Jimpezirea — înlăturarea impurităților solide din apă, decolorarea — înlăturarea colorațiilor excesive, dezinfectarea — nimicirea agenților patogeni și virușilor din apă.

## Limpezirea și decolorarea apei

Limpezirea și decolorarea parțială a apei poate fi obținută printr-un decantaj îndelungat. Aceasta se datorește faptului, că în apa stătătoare sau cu o scurgere lentă substanțele solide mai grele decât apa se sedimentează la fund. Astfel, se limpezeste apa în bazinele de suprafață și lacurile de acumulare. Dar limpezirea naturală se efectuează foarte încet, decolorarea nu este eficientă. De aceea actualmente limpezirea și decolorarea ei se obține prin adăugarea în apă a substanțelor chimice — coagulanților, care accelerează sedimentarea substanțelor în suspensie.

Ultimul stadiu al procesului de decolorare și de limpezire a apei este filtrarea ei printr-un strat de material granular — nisip sau antracit. În practică sunt folosite doua procedee de filtrare a apei — lentă și rapidă.

### Decantarea și filtrarea lentă (naturală) a apei.

Decantarea apei se efectuează în niște rezervoare cu adâncimea de câțiva metri, prin care apa trece încontinuu, cu o viteză foarte mică. Durata decantării apei în astfel de rezervoare e de 4—8 ore, în care timp se sedimentează în fond particulele cu dispersie grosieră.

După epurarea definitivă și decantare apa se trece prin filtrul lent (fig. 18).

Acest filtru este un rezervor de cărămidă sau de beton, pe fundul cărui se instalează o rețea de drenaj din plăci de beton armat sau din țevi forate, prin care trece apa filtrată. Deasupra drenajului se așterne un strat de prundiș cu grosimea de 0,7 m, care împiedică strecurarea nisipului din stratul superior în drenaj. Peste prundiș se așterne stratul filtrant de nisip cu diametrul particulelor de 0,25—0,5 mm, grosimea stratului e de 1 m. Viteza de filtrare a apei prin acest filtru este mică — 0,1—0,3 m/oră.

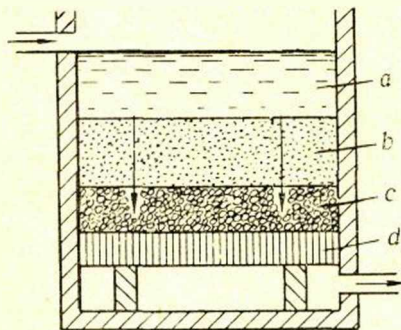


Fig. 18. Schema filtrului cu nisip:

a) — stratul de apă; b) nisip; c) prundiș; d) drenaj.

Filtrele cu acțiune lentă curăță bine apa numai după «maturizare», care constă în următoarele: datorită reținerii particulelor în suspensie în stratul superior de nisip porii lui se micșorează într-atît, că reține chiar și particulele foarte mici, ouăle și larvele de helminți și pînă la 99% din bacterii. Concomitent în pelicula maturizată, numită peliculă biochimică, are loc pierrea microorganismelor reținute. O dată la 30—60 de zile stratul superior de nisip (de 2—3 cm) trebuie înălțat. Filtrele cu acțiune lentă pot fi folosite la apeductele mici, spre exemplu, pentru aprovizionarea cu apă a satelor, unde condițiile de exploatare sînt relativ simple, și funcționarea eficientă are o importanță hotărîtoare.

**Coagularea, decantarea și filtrarea rapidă a apei.** Pentru a accelera procesul de sedimentare a substanțelor suspendate în apa care trebuie filtrată se adaugă niște agenți chimici numiți coagulanți. Acești coagulanți sînt  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeCl_3$ ,  $FeSO_4$  și alții. Reacționind cu electroliții din apă (bicarbonații), ei formează hidroxizi. Aceștia, avînd o încărcătură electrică pozitivă și o activitate mare, absorb la suprafața lor cele mai mici particule în suspensie, chiar și microorganismele, dîndu-le o încărcătură opusă și depunîndu-se apoi la fundul rezervorului în formă de substanțe coloidale huminoase.

După ce flocculele coagulate se sedimentează apa se trece prin filtru, în urma căruia ea devine transparentă și incoloră. Aplicarea metodei de coagulare permite decolorarea apei, reducerea duratei sedimentării pînă la 2—3 ore și folosirea filtrelor rapide. Coagulantul cel mai des folosit este sulfatul de aluminiu  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ . În apă el reacționează cu bicarbonatul de calciu:  $Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(HCO_3)_2 = 2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6CO_2$ . Hidroxidul de aluminiu se dizolvă slab în apă, se sedimentează în forma de floccule. Cantitatea de coagulant necesar pentru tratarea apei se determină pe cale experimentală și variază de la 30 pînă la 200 mg la 1 l în dependență de turbiditate, colorație, pH al apei și alte condiții. În ultimii ani pentru accelerarea procesului de coagulare se folosesc substanțe foarte active — flocculanți, care în doze mici contribuie la purificarea apei. Spre exemplu, flocculantul poli-acrilamidei (P.A.A.), fiind aplicat în cantitatea de 0,5—2 mg/l, accelerează considerabil procesul de coagulare și economisește cantitatea de coagulant.

Tehnologia coagularii și tratării ulterioare a apei constă în următoarele: coagulantul în concentrație de 5% printr-un dozator special se toarnă în amestecător, unde

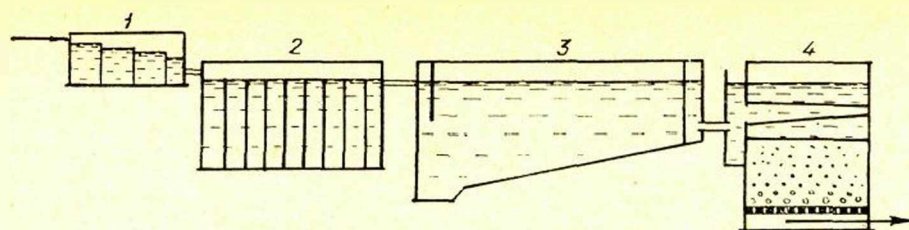


Fig. 19. Schema tratării apei la filtrele cu acțiune rapidă.

1 — camera de amestec în filtrele rapide; 2 — camera de reacție; 3 — decantorul orizontal; 4 — filtrul rapid de nisip.

se amestecă repede cu apa. Apa trece în camera de reacție, unde, în decurs de 10—20 min, se termină procesul de floclare, apoi în decantor, unde, în decurs de 2—3 ore, flocculele atrag impuritățile în suspensie și ele se sedimentează.

După procesul de coagulare apa se trece prin filtrul rapid (fig. 19) cu viteza de 5—8 m pe oră, printr-un strat de nisip cu grosimea de 0,8 m și diametrul lirolor de nisip de 0,5—1 mm.

Peste scurt timp de la începutul filtrării pe suprafața stratului de nisip se formează o peliculă filtrantă din flocoane sedimentate. Aceasta îmbunătățește procesul de reținere a microbilor și particulelor în suspensie pe filtru. Peste 8—12 ore filtrul se astupă, fapt, care înrăutățește prelucrarea apei. De aceea, după un interval anumit filtrele se spală timp de 10—15 min cu un curent invers de apă curată.

După coagulare și filtrare apa devine transparentă, incoloră, se curăță de ouăle de helminți și 70—98% de bacterii.

În ultimii ani în practica aprovizionării cu apă se fac diferite modificări ale filtrelor rapide, de exemplu, filtre din două straturi filtrante, filtre de contact, ce îndeplinesc concomitent funcția de amestecător, cameră de reacție și de filtrare, excluzându-se camera de sedimentare. Filtrele de contact pot lucra eficient numai în cazul dacă turbiditatea apei nu depășește 150 mg/l.

### Dezinfectarea apei

Dezinfectarea apei este una din cele mai răspândite metode de ameliorare a calității ei. Această metodă se folosește deseori pentru apele freactice sau cele de suprafață. Dezinfecția reprezintă ultima etapă, cea mai

importantă în tehnologia epurării apei de conductă.

Dezinfectarea apei se efectuează prin metode chimice și fizice. Principiul de dezinfectare chimică se bazează pe folosirea substanțelor cu acțiune bactericidă: clor, compuși care conțin clor activ, ozon, săruri de argint, etc.

Metode fizice de dezinfectare sînt fierberea, tratarea cu raze ultraviolete, unde ultrascurte, raze gama ș.a. Actualmente cele mai răspândite metode de dezinfectare a apei de apeduct sînt clorinarea și ozonizarea, tratarea apei cu raze ultraviolete, iar în condițiile de aprovizionare cu apă din surse locale — fierberea.

Clorinarea apei. Clorinarea apei este utilizată de la începutul sec. XX. Ea este folosită mai ales pentru sursele de suprafață, dar este indicată și în caz de folosire a apelor subterane problematice din punct de vedere epidemiologic. Actualmente clorinarea se consideră drept una din cele mai răspândite metode de tratare a apei și de profilaxie a epidemiilor gastrointestinale. Răspîndirea largă a clorinării se datorește eficacității mari a acestei metode, precum și accesibilității ei.

Există mai multe procedee de clorinare — cu doze obișnuite și «postcritice», clorinare cu aminare prealabilă, hiperclorinare, folosirea tabletelor de cloramină, etc, ceea ce permite aplicarea acestei metode de dezinfectare în orice condiții — la stațiile mari de epurare a apei, în taberele de cîmp, la instalațiile mici satești și chiar a rezervoarelor individuale.

Principiul de clorinare se bazează pe tratarea apei cu clor sau compuși chimici ce conțin clor activ cu proprietăți oxidative și bactericide și constă în următoarele: la tra-

țarea apei cu clor are loc hidroliza clorului :  $Cl_2 + HOH \rightarrow HOCl + HCl$  cu formarea acidului clorhidric și a acidului hipocloros.

Acțiunea bactericidă o are acidul hipocloros.

În trecut se considera că acidul hipocloros se disociază în apă, degajînd oxigen atomic ( $HOCl \rightarrow HCl + O$ ), acesta avînd efect bactericid. Astăzi această explicație nu este suficientă. S-a constatat, că în apele naturale acidul hipocloros la un pH mai mare de 6,0 disociază în ionii de  $H^-$  și  $OCl^+$  (ion hipoclorit) după reacția următoare :  $HOCl \rightleftharpoons H^- + OCl^+$ . Apa cu pH de 7,2—7,5 conține o cantitate echivalentă de acid hipocloros și ion hipoclorit, însă pe măsura creșterii valorii pH reacția devine acidă. Clorul acidului hipocloros și ionului hipoclorit se consideră drept clor activ. În ultimul timp s-a constatat, că acțiunea bactericidă depinde de concentrația acidului hipocloros într-o mai mare măsură decît de a ionului hipoclorit.

Molecula mică și neutralitatea electrică a acidului face ca acesta să pătrundă ușor prin membrana bacteriană, inhibînd radicalul SH de ferment, oxidîndu-l. Această ipoteză a fost confirmată experimental.

Cercetarea celei supuse unei acțiuni a clorului prin microscop electronic a evidențiat lezarea membranei celulare, dereglarea permeabilității ei, micșorarea volumului celulei.

Dezinfectarea sigură a apei în cazul tratării ei cu clor are loc, dacă peste 30—60 min după clorinare în apă rămîne 0,3—0,4 mg/l de clor liber sau 0,8—1,2 mg/l de clor activ sub formă de radical, acesta fiind un indice al suficienței de substanță dezinfectată în apă.

La stațiile de epurare a apei cantitatea de clor rezidual în apă se determină peste fiecare ora, iar o dată în 24 de ore se face analiza bacteriologică a apei.

Cercetările igienice, care s-au făcut asupra animalelor de laborator timp de 9 ani (7 generații) și asupra oamenilor (voluntari) au demonstrat, că folosirea apei clorinate cu clor rezidual (2,5 mg/l și mai mult) nu dăunează organismului. La voluntari nu s-a observat nici o modificare a epiteliului mucos al cavității bucale, nici o influență negativă asupra secreției gastrice: animalele în experiment de asemenea nu au dat nici o reacție la acțiunea clorului rezidual din apă—

creșteau și se progenerau normal, nu aveau modificări în sânge, funcția organelor interne, frecvența apariției tumorilor era aceeași, ca și la animalele de control. Despre efectul inofensiv al acestei metode de dezinfectare a apei ne mărturisește folosirea ei aproape în toate țările lumii.

În ultimii ani, însă, a apărut problema efectului apei clorinate în legătură cu interdependența cantității de cloroform din apa (substanță cancerigenă) a 50 de stații de epurare din S.U.A. și mortalitatea de cancer a oamenilor, care foloseau această apă. Cercetările ulterioare au constatat, că apa din bazinele de suprafață din S.U.A. conține anumite cantități de compuși clororganici (cloroform, tetracloretilenă etc.), difenile polichlorizate (substanțele cancerigene) din cauza poluării lor cu reziduuri industriale. De aici rezultă, că e necesară epurarea apei cu scopul de profilaxie a apariției substanțelor potențial nocive sau de diminuare a lor. Una din aceste metode este epurarea perfectă a apei și clorinarea ulterioară cu doze mici, amonizarea prealabilă și clorinarea apei, filtrarea apei clorinate prin filtrele cu cărbune activat, care absoarbe compușii clororganici. La stațiile mici de epurare a apei poate fi folosită aeratia apei, cu ajutorul căreia se înlătură circa 90% din cloroform și alte substanțe volatile.

La stațiile mari de dezinfectare a apei se folosește clorul gazos. El se păstrează în stare lichefiată în butelii sau cisterne. Aceste capacități sînt dotate cu aparate speciale de dozare, cu ajutorul cărora se reglează cantitatea de clor, cu care se tratează apa (fig. 20).

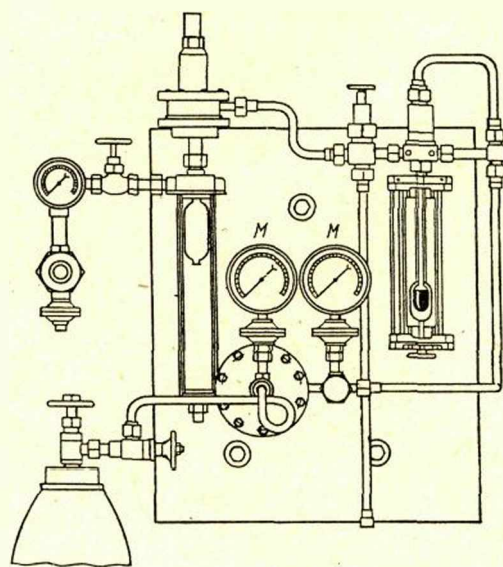
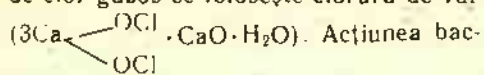
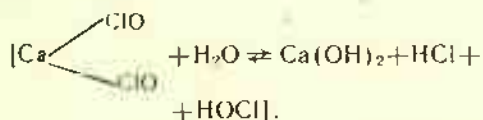


Fig. 20. Dozator cu clor gazos.

La stațiile mici sau în cazurile de dezinfectare a cantităților nu prea mari de apă în loc de clor gazos se folosește clorura de var



Acțiunea bactericidă a clorurii de var se datorește grupei (OCl), care în apă formează acid hipocloros



Clorura de var conține pînă la 36% de clor activ. La păstrarea îndelungată ea se inactivează. Lumina, umiditatea și temperatura înaltă accelerează procesul de dezintegrare și de pierdere a clorului activ.

De aceea clorura de var trebuie păstrată în butoaie ermetice, în încăperi uscate, răcoroase și bine ventilate, iar înainte de a o folosi trebuie să determinăm activitatea procentului de clor activ din ea. Activitatea medie a clorurii de var e cea de 25%. În afară de clorura de var, pentru dezinfectarea apei pot fi folosiți și alți compuși ai clorului: sarea 2/3 bazică de hipoclorit de calciu, bioxidul de clor ( $\text{ClO}_2$ ), hipocloritul de calciu  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ , diferite cloramine. Cloramine organice sînt acei compuși de  $\text{NH}_3$ , la care un atom de hidrogen e substituit cu clor ( $\text{RNHCl}$  sau  $\text{RNCl}_2$ ). Cloraminele neorganice sînt compuși obținuți în rezultatul reacției clorului cu amoniacul sau cu sărurile de amoniu. Cloraminele au proprietăți oxidante și bactericide, dar mai slab accentuate decît cele ale clorului, clorurii de var sau sării bazice de hipoclorit de calciu.

*Clorinarea obișnuită* (după necesitatea de clor). La folosirea acestei metode o mare im-

portanță are alegerea corectă a dozei de clor, necesare pentru dezinfectarea cu siguranță a apei. În procesul dezinfectării apei doar 1—2% de clor activ se consumă pentru acțiunea bactericidă, restul reacționînd cu substanțele minerale și organice ușor oxidabile, fiind absorbite de către particulele în suspensie. Toate aceste reacții ale clorului activ din apă au primit denumirea de absorbția de clor de către apă.

Absorbția de clor depinde de componența salină a apei. Dacă în apă se introduce o cantitate mai mare decît cea care poate fi absorbită ea capătă proprietăți organoleptice neplăcute — miros și gust de clor. De aceea la clorinare în apă se introduce așa o cantitate de compuși ai clorului, ca, după reacțiile necesare, cantitatea de clor rezidual liber să nu depășească 0,3—0,5 mg/l, sau 0,6—1 mg/l de clor liber cloraminic, aceștia neavînd nici o influență asupra sănătății omului, în schimb fiind indici de siguranță a dezinfectării apei. Cantitatea de clor activ (mg) necesară pentru dezinfectarea 1 l de apă se numește necesitatea de clor. Necesitatea de clor se determină pe cale experimentală, clorinîndu-se anumite cantități de apă cu diferite doze de clor sau soluție de clorură de var. Alegerea dozei necesare de clor poate fi făcută folosind tabelul № 8.

Pentru dezinfectarea eficientă a apei e necesară nu numai alegerea corectă a dozei de clor, dar și amestecarea, contactul suficient dintre clor și apă, vara el va fi de cel puțin 30 min, iarna — nu mai puțin de 1 oră.

Substanțele în suspensie, huminoase sau organice din apă atenuează activitatea clorului, de aceea, pentru dezinfectarea eficientă apa tulbure și colorată în prealabil trebuie limpezită și decolorată.

Tabelul 8

**Necesitatea orientativă de clor pentru apele de proveniență diferită**  
(extras din Instrucția pentru dezinfectarea apei potabile-menajere prin clorinare la apeductele centralizate sau locale)

Apa	Cantitatea necesară pentru dezinfectare, mg/l		Cantitatea necesară (ml) de soluție de 1% de clorură de var la 1 l de apă
	clor activ	clorură de var de 25%	
Arteziană : decaptată și decolorată din bazinele mari de apă	1—1,5	4—6	0,4—0,6
Apa de fîntină curată și limpede : apa epurată din riuri mici	1,5—2	6—8	0,6—0,8
Apa din riuri sau lacuri mari	2—3	8—12	0,8—1,2
Apa tulbure și colorată din fîntini și iazuri	3—5	12—20	1,2—2,0

Pentru clorinarea apei dintr-un rezervor oarecare mai întâi se determină volumul de apă din rezervor, apoi — necesitatea de clor pentru dezinfectare. Clorura de var cîntărită se pune într-un vas, se adaugă cantitatea de apă, care ar face o soluție de clorura de var de 1—2 %, se amestecă bine, se lasă să se limpezească și apoi soluția limpezită de clorura de var se adaugă la volumul de apă. Apa, în care s-a adăugat soluția, se agită bine și se lasă timp de 30—60 de minute. Determinându-se apoi calitățile organoleptice și cantitatea de clor rezidual, apa se pune la dispoziția consumatorilor.

Dezinfectarea prin clorinare descrisă mai sus este eficientă numai în caz de prezență a bacteriilor și virusurilor în stare vegetativă (spre exemplu — infecțiile intestinale, tularemia, leptospiroza). Apa, care conține chistele amibe dizenterice, spori de antrax, ouă de helminți nu se dezinfectează prin clorinare. În afară de metoda obișnuită de clorinare pot fi folosite și variante ale ei: clorinare dublă, clorinare cu amonizare, supraclorinare, etc).

**Clorinarea dublă.** La multe stații de epurare a apei clorinarea se face mai întâi în camera de amestec, adică pînă la decantare și apoi după filtrare. Clorinarea în camera de reacție înlesnește coagularea și decolorarea apei, inhibă dezvoltarea microorganismelor în sistemul de epurare, sporește gradul de siguranță antiepidemică a apei, dar are un neajuns — e posibilă formarea compușilor organici ai clorului.

**Clorinarea cu amonizare în prealabil.** În acest caz în apă se introduce la început o soluție de amoniac, iar peste 0,5—2 minute — clor activ, obținindu-se astfel cloramine bactericide —  $\text{NH}_2\text{Cl}$  — monocloramine și  $\text{NHCl}_2$  — dicloramine. Monocloraminele au o acțiune bacterică ceva mai mare decît dicloraminele. Eficacitatea clorinării cu amonizare depinde de raportul  $\text{NH}_3 : \text{Cl}_2$ . De regulă, în practică se folosesc substanțele în raport 1 : 3, 1 : 4, 1 : 6, 1 : 8, alegîndu-se cel potrivit.

Metoda de amonizare în prealabil se folosește cu scopul de a preveni apariția mirosului neplăcut în caz de clorinare a apei ce conține compuși ai fenolului. Formarea clorfenolurilor în apă îi dau un miros și gust de farmacie, pe cînd cloraminele, avînd o capacitate de oxidare mai redusă, nu reacționează cu fenolii și nu formează clorfenoli.

Dezinfectarea cu cloramine decurge mai lent decît cea cu clor, de aceea durata clo-

rinării cu amonizare în prealabil trebuie să fie nu mai mică de 2 ore.

**Hiperclorinarea.** În apă se adaugă cantități mai mari de clor activ (10—20 mg/l), efectul bactericid apare după 15 minute. Prin hiperclorinare se dezinfectează destul de eficient și apa tulbure (30—60 minute). Sub acțiunea dozei mari de clor de distrug chiar și organismele rezistente la clor — rikettsiile. Bennett, chistele dizenterice, bacilii tuberculozei, virusii. Dar aceste doze de clor nu asigură curățirea apei de sporii antraxului și de ouăle de helminți. După dezinfectarea prin hiperclorinare în apă rămîne o cantitate mare de clor rezidual, care necesită o declorare. Apa poate fi declorată filtrînd-o printr-un strat de cărbune activat sau adăugîndu-se în ea hiposulfit de sodiu ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ), 3,5 mg la 1 l de clor rezidual. Dezinfectarea prin hiperclorinare se folosește mai ales în expediții sau condiții de război.

**Ozonarea apei.** În apă ozonul dezintegrează formînd oxigen atomic  $\text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{O}$ . În ultimul timp s-a constatat, că dezintegrarea ozonului în apă e mult mai complexă, trecînd prin mai multe faze și formîndu-se radicali liberi ( $\text{HO}_2$ ), care au de asemenea o acțiune oxidantă. Eficacitatea oxidativă a ozonului (+1,9 V) e mai mare decît a clorului (+1,36 V). Din punct de vedere igienic ozonarea apei e considerată ca una din cele mai bune metode de dezinfectare. Prin ozonare apa se dezinfectează cu siguranță, se distrug compușii organici iar proprietățile apei nu se înrăutățesc (ca la clorizare sau fierbere), ci se îmbunătățesc: se micșorează colorația, dispăre mirosul și gustul nespecific, apa capătă proprietăți asemănătoare cu ale celei de izvor. Surplusul de ozon dezintegrează destul de repede pînă la oxigen.

Doza de ozon necesară pentru dezinfectarea apei e de la 0,5 pînă la 6 mg/l, pentru decolorare și îmbunătățirea calităților organoleptice uneori sînt necesare cantități mai mari. Durata dezintegrării apei prin ozonare e de 3—5 minute. Cantitatea de ozon rezidual (după camera de agitare) trebuie să fie de 0,1—0,3 mg/l. În U. R. S. S. dezinfectarea prin ozonare se face parțial la stațiile de epurare a apei din Moscova, Kiev, Donbas etc. (fig. 21).

Perfecționarea aparatelor de ozonare, reducerea consumului lor de energie electrică va permite folosirea acestei metode de dezinfectare a apei mai pe larg.



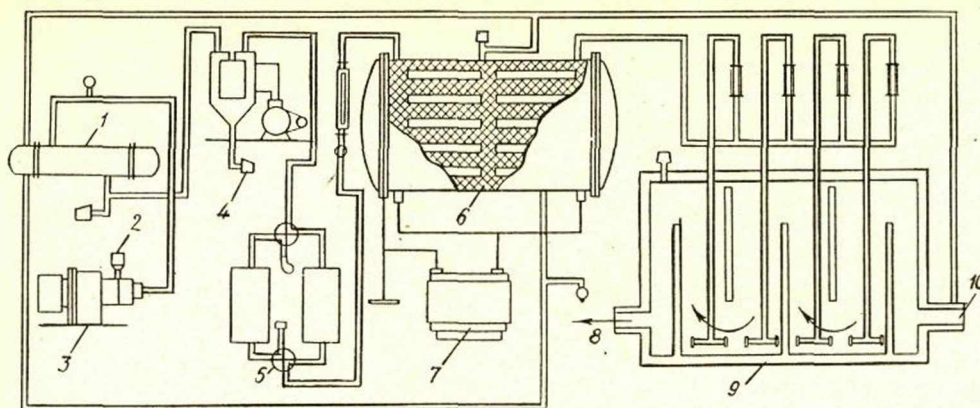


Fig. 21. Schema instalației de dezinfectare a apei prin ozonare la stația de epurare Dneprovsk (Kiev).  
1 — calorifer; 2 — aer; 3 — compresor; 4 — instalație frigoriferă; 5 — uscător; 6 — ozonator; 7 — transformator; 8 — conductă pentru apa ozonată; 9 — rețea de contact; 10 — conductă de apă pentru prelucrare.

**Tratarea apei cu raze ultraviolete.** La sfârșitul secolului trecut A. N. Maklakov a constatat, că razele ultraviolete au acțiune bactericidă. Cele mai eficiente sînt razele cu lungimea de undă 250—260 mm, care pătrund în stratul de apă de 25 cm (fig. 22).

Dezinfectarea apei prin tratarea cu raze ultraviolete se face foarte repede, în decurs de 1—2 minute se distrug toate bacteriile în formă vegetativă. Turbiditatea, colorația și compușii de fier din apă micșorează eficiența bactericidă a razelor ultraviolete.

Comparativ cu clorinarea, tratarea apei cu raze ultraviolete are un șir de avantaje. Aceste raze nu denaturează proprietățile organoleptice ale apei, au un spectru antibiotic mai larg, care se răspîndește și asupra bacteriilor sporogene, virusilor și ouălor de helminți, de regulă, rezistenți la clor.

Fierberea apei, este cea mai simplă și, totodată, cea mai sigură metodă de dezinfectare a apei.

La încălzirea apei pînă la 80° formele vegetative ale bacteriilor pier în decurs de 20—40 sec, deci încă la începutul fierberii apa practic e dezinfectată. Fierberea apei în decurs de 3—5 minute o face absolut inofensivă chiar și în cazul de impurități considerabile cu substanțe în suspensie și bacterii.

Fierberea în decurs de 30 de minute garantează distrugerea bacteriilor sporogene, deci, face apa sterilă, distrugîndu-se concomitent și sporiul antraxului, și ouăle de helminți și toxina botulinică. Dezinfectarea apei

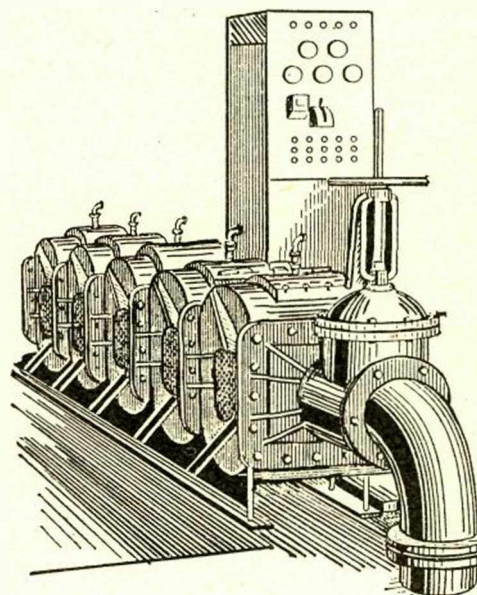


Fig. 22. Instalația Academiei gospodăriei comunale pentru dezinfectarea apei cu raze ultraviolete (apa se tratează cu raze ultraviolete consecutiv în câteva secții).

prin fierbere, însă nu poate fi folosită pentru tratarea cantităților mari de apă de la stațiile de epurare, în timpul fierberii se înrăutățesc calitățile organoleptice din cauza volatilizării gazelor dizolvate în apă, de asemenea este necesară răcirea ulterioară.

aceasta contribuind la dezvoltarea rapidă a microorganismelor în caz de impurificare ulterioară a apei fierte.

Dezinfectarea apei prin fierbere are o întrebuințare largă în condiții casnice, în spitale, școli, instituții preșcolare, la întreprinderi, etc. Cu acest scop sînt folosite instalații de funcționare continuă cu productivitatea de la 100 pînă la 1000 l/oră. În acest caz apa fiartă se acumulează în rezervoare speciale, unde se distribuie consumatorilor.

În caz de folosire a apei vom avea grijă, ca vasele în care se păstrează ea să fie bine spălate înainte de a fi umplute din nou, avînd în vedere, că microorganismele în apa fiartă se dezvoltă foarte repede.

#### Metodele speciale de ameliorare a calității apei

Tehnologia tradițională de epurare a apei (limpezirea, decolorarea și dezinfectarea) permite neutralizarea numai parțială a multor substanțe chimice, care poluează apele bazinelor de suprafață cu reziduuri de la întreprinderile industriale, agricole, mai ales în regiunile cu populație densă.

Neutralizarea multor substanțe (petrol, etc.) se obține numai prin folosirea cantităților sporite de coagulanți și floculanți, mărirea perioadei de decantare și filtrare, folosirea clorinării duble sau a hiperclorinării.

Dacă nu se obține epurarea eficientă a apei, atunci se folosesc oxidanți puternici (ozon, permanganat de caliu), sorbenți sau combinarea cîtorva metode, în dependență de componență și gradul de poluare a apei.

**Dezodorarea** — înlăturarea mirosului și gustului specific al apei — se obține prin aerajia apei, tratarea ei cu oxidanți (ozon, bioxid de clor, doze mari de clor activ, permanganat de caliu), filtrarea printr-un strat de cărbune activat, sau prin adăugarea cărbunelui activat în formă de praf în apă pînă la decantare, acesta absorbînd substanțele fetide. Metoda de dezodorare se alege în dependență de specificul mirosului și gustului apei.

**Eliberarea apei de compușii de fier** se face prin pulverizarea ei cu scop de aerajie în instalații speciale — turnuri de răcire. În acest caz fierul bivalent se oxidează pînă la hidroxid de fier, care se sedimentează în decantor, sau este absorbit de suprafața filtrelor.

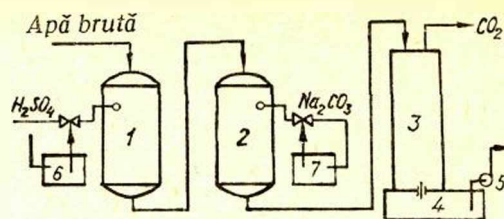


Fig. 23. Schema instalației de desalinizare a apei prin ionii.

1 — filtrul cationic, 2 — filtrul anionic, 3 — dezodoratorul, 4 — rezervorul pentru apa distilată, 5 — pompă, 6 — rezervor pentru soluția acidă de regenerare, 7 — rezervor pentru soluția bazică.

**Dedurizarea** apei se obține prin tratarea ei cu bicarbonați, care formează cu calciul și magneziul din apă compuși insolubili ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ).

O metodă mai actuală de dedurizare este trecerea apei prin filtre cu ionii. Acestea sînt niște substanțe tari, insolubile, granulate, care au proprietăți de a-și schimba ionii cu cei ai sărurilor dizolvate în apă. Sînt ionii, care schimbă cationii ( $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) — cationiți, și cei care schimbă anionii ( $\text{OH}^-$ ) — anioniți.

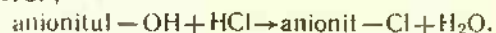
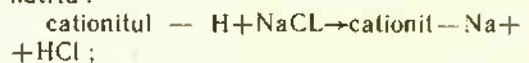
Ionii pot fi de origine atît naturală, cît și artificială (cărbune tratat cu acid sulfuric, ionii sintetici). Dacă apa este filtrată prin cationiți, se poate obține eliberarea ei de cationi sau anioni.

La filtrarea îndelungată ionii treptat își pierd calitățile lor de epurare. După epuizarea capacității de schimb de ioni ei pot fi supuși regenerării prin spălarea cationiților cu o soluție de acid sau cu o soluție concentrată de clorură de natriu, a anioniților — cu o soluție de bază.

Pentru dedurizarea apei se mai folosește filtrarea ei printr-un strat de cationiți naturali (nisip glauconat) sau ionii artificiali cu grosimea de 2—4 m. În aceste filtre ionii de  $\text{Ca}^{2+}$  și  $\text{Mg}^{2+}$  fac schimb cu ionii de  $\text{Na}^+$  sau de  $\text{H}^+$  ai cationitului.

**Desalinizarea apei.** Filtrarea consecutivă a apei prin cationit, apoi prin anionit o eliberează de sărurile dizolvate, deci această metodă poate fi folosită pentru desalinizare (fig. 23).

Procesul de desalinizare a apei poate fi demonstrat pe baza înlăturării clorurii de natriu:



Instalațiile cu ioniți pot fi staționare sau mobile (în expediții, armată, taberele de câmp).

Pentru desalinizarea apei la stațiile de epurare, pe nave maritime sînt folosite metodele bazate pe evaporarea și condensarea ulterioară a vaporilor de apă. Cantitatea de săruri în apa distilată va fi nu mai mică de 100—200 mg/l. Dacă apa e prea desalinizată, în ea se adaugă o parte de apă nedistilată.

Pentru desalinizarea apei se mai folosește metoda de electroodializă prin membrane selective, înghețarea apei ș. a.

**Dezactivarea apei.** Coagularea, decantarea și filtrarea apei la stațiile de epurare permite reținerea numai a 70—80 % din substanțele radioactive. Pentru înlăturarea completă a acestor substanțe apa se filtrează prin filtre cationice și anionice.

**Defluorarea** apei se obține prin filtrarea ei prin rășini ionice: anionitul  $-\text{OH} + \text{RF} \rightleftharpoons$  anionit  $-\text{F} + \text{ROH}$ . În calitate de rășină ionică deseori se folosește oxidul de aluminiu activat. Uneori cantitatea de fluor din apă poate fi micșorată prin diluarea apelor fluorizate cu apă ce conține cantități minime de fluor.

**Fluorizarea apei.** În ultimul timp savanții acordă o mare atenție fluorizării apei, adică adausului artificial al compușilor de fluor în apă cu scopul profilaxiei morbidității de carie dentară. Caria dentară este una din cele mai răspîndite boli umane, care duce nu numai la pierderea dinților, dar și la alte boli ale cavității bucale (osteomielite maxilară-mandibulară, la septicemia cronică, reumatismul), boli ale tubului digestiv, cauzate de mărunțirea insuficientă a alimentelor din cauza lipsei de dinți. Actualmente numărul de pacienți ai stomatologilor cedează doar celor ai medicilor-interniști.

După cum au arătat observațiile făcute în U. R. S. S. și în alte țări, folosirea apelor fluorizate diminuează caria dentară cu 50—75 %, adică de 2—4 ori. Cea mai mare eficacitate o are folosirea apei fluorizate din vîrstă fragedă. Profilaxia complexă a cariei dentare, care include fluorizarea apei, alimentația rațională, igiena cavității bucale, permite să se micșoreze probabilitatea acestei boli cu 80—90 %. Profilaxia cariei dentare este considerată de O. M. S. drept una din cele mai mari realizări ale medicinei profilactice contemporane.

Încă în 1964 s-a luat hotărîrea de utilizare a fluorizării la stațiile de epurare în cazurile, cînd cantitatea de fluor din apă e mai mică de 0,5 mg/l. Actualmente apa se fluorizează la apeductele a zece de orașe (Leningrad, Kiev, Tallin, Murmansk, Ivano-Francovsk, Dubna, etc). Se fluorizează apa deja epurată, adăugîndu-se la ea compuși ai fluorului (fluorură sau silicofluorură de natriu, acid fluorosilicic etc.) în așa cantități, ca să se asigure concentrația optimă a fluorului pentru regiunea dată.

#### CONTROLUL SANITAR AL APROVIZIONARII CU APA

Inspecția sanitară pentru aprovizionarea cu apă a populației trebuie să acorde atenția cuvenită acestui factor de primă importanță vitală. Caracterul inspecției sanitare depinde de sistemul de aprovizionare a localității cu apă.

Distingem două tipuri de aprovizionare cu apă :

- 1) sistemul decentralizat sau local și
- 2) sistemul centralizat sau de apeduct. În caz de aprovizionare decentralizată apa se ia nemijlocit din surse : fîntîni, izvoare în ulcioare, cîldări, butoaie, cisterne. În mod centralizat apa se distribuie consumatorilor prin rețeaua apeductului.

#### Apeductul

Sistemul centralizat de aprovizionare cu apă este mai perfect și el substituie tot mai mult aprovizionarea decentralizată locală. Pentru aprovizionarea centralizată se aleg sursele mai potrivite, protejate de impurificări, se asigură dotarea tehnică corectă a stațiilor de epurare, efectuarea controlului sanitar preventiv și curent. Aceste măsuri asigură calitatea bună a apei de apeduct. Aprovizionarea nemijlocită a locuințelor cu apă în cantități nelimitate sporește gradul de cultură sanitară a populației. În centrele, unde există apeduct, poate fi instalat sistemul de canalizare.

Cantitatea de apă care revine unui locuitor din orașele mari e de 300—500 l pe zi. Moscova, Kievul, Leningradul și multe alte orașe dispun de stații de epurare, la care sînt folosite cele mai contemporane și eficiente metode de curățire și dezinfectare a apei.

Proiectarea apeductelor începe cu calcu-

Tabelul 9

**Normativele medii ale consumului de apă pentru raioanele locale**  
(R. și N.C.— II—31—74)

Gradul de amenajare a zonei locale	Consumul mediu (anual) de către o persoană /24 ore
Clădiri utilate cu : apeduct intern și canalizare fără baie	125—160
cu baie și mijloace locale de încălzire	160—230
aprovizionarea cu apă fierbinte zone locale cu apeducte, tuburile de distribuție a apei sînt în exteriorul clădirilor	230—350 30—50

larea necesității localității în apă (tab. 9) și cu alegerea sursei de apă.

**Instalațiile de epurare a apei și apeductele.** Fiecare apeduct constă din instalațiile de epurare a apei și din rețea.

La apeductele cu surse subterane instalațiile sînt următoarele : (fig. 24) fîntina de foraj, stația de pompare la nivelul întii, care pompează apa subterană în rezervoarele de suprafață, pe măsura necesității se montează și instalații de dezinfectare a apei și stația de pompare la nivelul al doilea, care expediază apa în rezervoarul sub presiune, din aceste rezervoare ea merge prin ductul de repartizare a apei în case sau cișmele. Distanța dintre cișmele trebuie să fie aproximativ de 100 m. În caz de absență a apelor bune subterane sau cînd ele sînt în cantități insuficiente, pentru apeducte sînt folosite sursele de suprafață.

În asemenea cazuri stațiile de aprovizionare cu apă includ instalațiile de captare și epurare, rezervoarele pentru apă curată, stațiile de pompare, turnurile de apă, de la

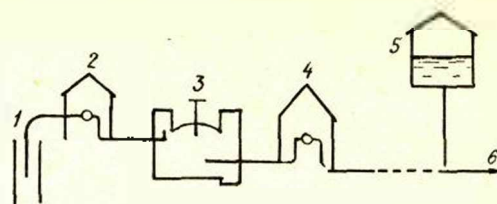


Fig. 24. Schema-model a instalațiilor principale ale apeductului cu sursă subterană.

care merge rețeaua de distribuție, care în dependență de condițiile climatice, se instalează la adîncimea de 1,25 m — 4 m pentru a o feri de îngheț (fig. 25).

În prezent infecțiile acvatice sînt cauzate nu numai de impurificarea apei în rețeaua de aprovizionare, dar și de exploatarea necalitativă a instalațiilor apeductului. Dacă apa din rețeaua de aprovizionare se întrerupe, se formează o presiune negativă în țevi, fapt, care poate duce la absorbirea impurităților în rețeaua de apă, mai ales în locurile neermetice de cuplare.

Rețeaua de apeduct trebuie să fie impermeabilă. Corozia și deermetizarea țevilor vechi crează condiții de impurificare a apei de apeduct. Pentru a preveni aceasta, rețeaua de apeduct va trece departe de gropile de gunoi, closete, rețeaua de canalizare și alte surse potențiale de impurificare. În caz de intersecție a rețelei de apeduct cu țevile de canalizare apeductul trebuie să fie instalat mai sus decît acestea și la o distanță nu mai mică de 0,5 m. În locurile de intersecție țevile de canalizare se izolează printr-o țeavă mai mare, care se umple cu argilă.

Nu se permit nici un fel de instalații de comunicare între apeductul pentru apă potabilă menajeră și pentru cea tehnică. Încălcarea acestei reguli provoacă uneori pătrunderea apei tehnice în rețeaua de apă pota-

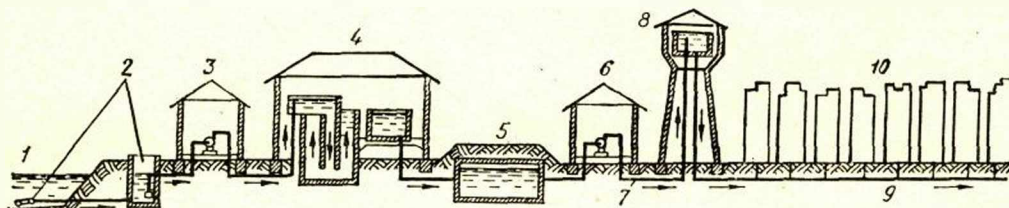


Fig. 25. Schema-model a stației de epurare cu captare din bazinul de apă de suprafață (riu).  
1 — bazinul de apă; 2 — țevile de captare și fîntina de pe mal; 3 — stația de pompare la primul nivel; 4 — instalațiile de epurare; 5 — rezervoarele de apă; 6 — stația de pompare la nivelul al doilea; 7 — rețeaua de apă; 8 — turnul de apă; 9 — rețeaua de distribuție; 10 — locurile de consumare a apei.

bilă-menajeră, care ar putea duce la epidemii gastrointestinale.

Înainte de a fi date în exploatare sau după reparație rețeaua apeductului se dezinfectează timp de 2 ori prin clorinare, cantitatea de clor activ fiind de 75—100 mg/l sau prin menținerea acestei cantități de clor în rețea timp de 10—20 ore.

Construcția cișmelelor trebuie să excludă probabilitatea de impurificare a apei sau de înghețare.

În U. R. S. S. rețeaua de apeduct se face din țevi de oțel. Țevile făcute din alte materiale sau acoperile cu substanțe anticorozive pot fi date în exploatare numai după trecerea inspecției igienice riguroase, cu acordul serviciului sanitar.

#### *Controlul sanitar al calității apei din apeduct*

Controlul de laborator determină: 1) calitatea apei din rețeaua de repartizare, ce caracterizează apa din sursă și eficacitatea prelucrării (epurării) ei; 2) calitatea apei de robinet, ce caracterizează starea ei în rețeaua de distribuție.

St.U.S. 2874—82 reglementează frecvența minimă a analizelor de laborator a apei din apeduct.

Pentru determinarea calității apei în rețeaua de repartizare se iau probe de apă din cișmele, din robinete (din case) din locurile apropiate și cele îndepărtate de stațiile de epurare, din magistralele apeductului, din locurile ridicate și din fundături.

În aceste probe se determină indicele-coli, indicele microbial, turbiditatea, colorația, mirosul, gustul și cantitatea de clor rezidual.

#### *Protecția sanitară a apeductelor*

O importanță mare în aprovizionarea centralizată cu apă o are protecția sanitară a bazinelor de apă, deoarece instalațiile de epurare nu pot asigura calitatea necesară a apei în caz de poluarea ei cu reziduuri toxice sau bacteriene.

#### **Zonele de protecție sanitară**

**Zonele de protecție a apeductelor de la bazine de apă de suprafață.** Drept zonă de protecție sanitară se consideră un anumit

teritoriu din preajma sursei de apă și a instalațiilor de epurare. În această zonă se stabilește un regim special cu scopul de a preveni modificările nefavorabile ale apei. Bineînțeles, în zona nemijlocită a apeductului regimul de protecție sanitară trebuie să fie mai strict decât în cele mai îndepărtate. De aceea zona de protecție sanitară pentru apeductele de la bazinele de suprafață are două cordoane.

*Primul cordon sau zona de regim strict* include locul de captare a apei și al instalațiilor apeductului: stațiile de pompare, instalațiile de epurare, rezervoarele de apă curată. Acest teritoriu se îngreșește și este păzit, accesul persoanelor străine este interzis. Terenul trebuie să fie înverzit și salubritat, apele meteorice vor fi lansate mai jos de locul de captare a apei.

În toate încăperile stației trebuie să se mențină o curățenie impecabilă, în clădiri trebuie să fie instalate vaterclosețe. Personalul de serviciu va trece în mod obligator: controlurile medicale periodice, analizele bacteriologice, examenul la cunoștințele sanitare despre lucrul efectuat, respectarea riguroasă a igienei personale. În zona cordonului cu regim strict este interzisă folosirea bazinului de apă în alte scopuri (plimbări cu barca, adăpatul vitelor, spălatul rușelor, prinsul peștelui, scăldatul, etc.). Dacă riul nu e prea mare, cordonul strict include și malul opus (în zona de captare a apei).

Zona aceasta se determină cu scopul de a exclude poluarea eventuală sau premeditată a apei în verigile cele mai importante ale apeductului.

*Cordonul al doilea sau zona de restricție* include teritoriul care înconjoară sursa de apă și afluenții ei. Desigur, că zona de restricție merge, în fond, în susul apei, uneori pînă la zeci de kilometri. În josul apei zona de restricție atinge câteva sute de metri. Zona de restricție depinde de gradul de poluare și capacitatea de autoepurare a sursei de apă.

Suprafața zonei de restricție din susul apei trebuie să asigure lichidarea impurităților din apă, în special a celor bacteriene pe contul proceselor de autoepurare a apei din bazin. S-a stabilit, că bacteriile patogene din riu se distrug în decurs de 5 zile, iar în condițiile climei toride — în decurs de 3 zile. De aceea, hotarul de sus al zonei de restricție trebuie să fie la așa distanță de locul de

captare, ca scurgerea apei să asigure autoepurarea ei. Această distanță se calculează după formula:  $L=V \cdot t$ , în care —  $L$  — distanța de la locul de captare pînă la hotarul de sus al zonei (m),  $V$  — viteza curentului de apă (m/zi),  $t$  — durata dispariției bacteriilor din rîu (5 zile pentru zonele climatice I și II, și 3 zile pentru zonele calde și toride — III și IV).

În caz de folosirea (pentru apeduct) apei din rîuri mari zona de restricție se extinde la 20—30 km, a rîurilor medii — la 30—60 km, iar la folosirea rîurilor mici zona de restricție se extinde asupra întregii albie a lor. În zona de restricție o deosebită atenție se acordă centrelor populate, întreprinderilor, fermelor de vite. O importanță deosebită în aceste zone o are salubritatea centrelor populate, curățenia de impurități și murdărie (gropile de gunoi și latrinele impermeabile, neutralizarea reziduurilor în locuri îndepărtate de artera de apă, etc.).

Lansarea reziduurilor menajere și industriale în apă e interzisă sau limitată și poate fi permisă numai în cazurile de epurare a lor pînă la limitele admisibile de normalivele sanitare. Construcția barajelor sau a întreprinderilor care dau reziduuri lichide se permite numai cu acordul serviciului sanitar, la 10—15 km mai sus (100—200 m mai jos de locul de captare și este interzisă îngrășarea suprafețelor agricole cu bălîgar sau alte impurități, prelucrarea solului și plantelor cu pesticide.

Folosirea rîului (în zona de restricție)

## Capitolul 6. IGIENA SOLULUI ȘI SALUBRIZAREA CENTRELOR POPULATE (LOCALITĂȚILOR)

Sol se numește stratul superior și fertil al scoarței Pămîntului. Solul s-a format din rocile tari, care, sub influența factorilor biologici, fizici și chimici s-au transformat într-o complexitate de particule mărunte de roci muntoase. Partea organică a solului o constituie organisme vegetale și animale, aflate la diferite stadii de descompunere. Printre acestea o mare importanță o au substanțele huminoase stabile. Microorganismele influențează considerabil procesele de formare și autoepurare a solului, adică procesele de descompunere și transformare a substanțelor organice. Datorită descompunerii substanțelor organice de către microorganisme solul se prezintă ca una din verigile importante în circuitul și transformarea materiei în

pentru scăldat, adăpatul animalelor, spălătul rufelor se permite numai în anumite locuri, stabilite de către serviciul sanitar.

### Zonele de protecție sanitară a surselor subterane de apă

Primul cordon se stabilește în jurul fîntinii arteziene și al instalațiilor de epurare în raza de 30—50 m. Aici se efectuează aceleași măsuri ca și în zona de regim strict de protecție a apeductelor de la rîuri.

După primul cordon de protecție sanitară urmează *al doilea*, cu raza de la 50 pînă la 1000 de metri și mai mare. Această zonă depinde de gradul de protecție a stratului acvifer de poluarea externă, intensitatea de exploatare a instalației și alte condiții.

Pentru determinarea obiectivă a suprafeței zonei de restricție sînt folosite metode de calcul, care iau în considerație toate condițiile expuse. Hotarul cel mai îndepărtat al zonei trebuie să fie la distanța de 200 zile de scurgere a apei, în această perioadă pier bacteriile patogene aflate în apa subterană. Dacă stratul acvifer este bine protejat de impurificarea externă, perioada de pierire a bacteriilor se micșorează pînă la 100 de zile. Pe teritoriul zonei de restricție se iau măsuri de protecție a solului. Sînt interzise lucrările, ce ar putea deteriora straturile de protecție a solului și ar putea duce la poluarea apelor freatice (săparea minelor, gropilor de gunoi de absorbție, șanțurilor ș. a.).

natură.

Fiind unul din elementele principale ale mediului extern, solul și stratul său superficial fertil influențează în mod considerabil sănătatea și condițiile sanitare de trai al oamenilor.

Tipul solului și compoziția lui chimică determină caracterul regnului vegetal, compoziția chimică a produselor alimentare de origine animală. Insuficiența sau excesul unor elemente chimice în sol se răsfrînge asupra componenței în produsele alimentare sau apă, astfel influențînd sănătatea populației. Se știe, că insuficiența de iod în sol duce la carența lui în plante și în apele subterane, deci, și în rația alimentară a populației, fapt care provoacă apariția gușii endemice.