

Fig. 15 Schema apeductului alimentat din râuri

1 — locul captării; 2 — țevă de captare și fântână forată; 3 — stație de pompare de gradul întâi; 4 — sisteme de purificare; 5 — rezervor de apă curată; 6 — stație de pompare de gradul doi; 7 — apeduct; 8 — turn de apă; 9 — releaua apeductului; 10 — consumatorii

lețale de eventualele poluări din afară, apa din ele se scoate cu ajutorul pompelor. Deoarece fântânile forate au un debit nu chiar mic, apa din ele se pompează în rezervoare subterane. Acestea trebuie să corespundă celor mai stricte exigențe igienice și anti-epidemice.

Fântânile forate cu rezervoare pot fi folosite la aprovizionarea cu apă a clădirilor aparte: a spitalelor, farmaciilor, școlilor, localurilor publice etc.

Aprovizionarea centralizată din bazine deschise se realizează printr-o rețea, care transportă apa sub presiune direct la consumator. Sistemul centralizat din bazinele deschise constă din câteva secțiuni: de captare, de tratare, de înmagazinare și de distribuție a apei.

Sectorul de captare îl formează instalațiile necesare pentru transmiterea apei din sursă la stația de tratare.

Din bazinele deschise apa poate fi captată prin devierea cursului unui râu prin canale de aducțiune, care transportă apa direct la stațiile de tratare sau prin aspirarea masei de apă din bazin cu pompele (fig. 15).

După captare, apa din bazinele deschise este supusă tratării, adică purificării. Această procedură are scopul de a îmbunătăți proprietățile organoleptice ale apei prin eliberarea ei de substanțe în suspensie, coloidale, de a o dezinfecta, iar uneori a-i redresa compoziția chimică (dezodorare, fluorizare, deferizare, dedurizare etc.).

Apa din apeducte se tratează în câteva etape.

Metodele de tratare a apei

Prin aplicarea metodelor de tratare, apa brută captată este adusă la condițiile de potabilitate. Metodele principale de tratare a apei sunt: 1) *epurarea* — îndepărtarea suspensiilor; 2) *dezinfec-*

ția — reducerea germeilor; 3) de îmbunătățire a proprietăților organoleptice — demineralizarea, înlăturarea unor surplusuri de substanțe chimice, fluorizarea apei etc.

Prin excluderea suspensiilor se ameliorează proprietățile fizice și organoleptice ale apei. O dată cu suspensiile din apă se îndepărtează și o bună parte de microorganisme, favorizând dezinfectia ei. Suspensiile se înlătură din apă prin mai multe metode: *mecanice* — prin decantare; *fizice* — prin filtrare și *chimice* — prin coagulare.

Limpezirea primară și decolorarea parțială a apei se efectuează în decantoare speciale (orizontale și verticale). În decantoare apa se mișcă foarte lent și particulele solide în suspensie se sedimentează la fund. Acest proces durează circa 2—3 ore, în funcție de construcția decantoarelor. Dar în apă rămân particule minuscule în suspensie și microorganisme, de aceea decantarea apei nu poate fi o metodă perfectă de condiționare.

Prin filtrare apa se eliberează de suspensii mai complet. Apa se filtrează printr-un material poros — nisip cu particule de anumite dimensiuni. Filtrându-se prin nisip, substanțele în suspensie se opresc acolo, iar apa astfel se limpezește complet. La stațiile de tratare a apei sunt folosite filtre de diferite tipuri: rapide, lente, de construcție specială. În prezent se utilizează filtre de cuarț-antracit, care sunt mult mai eficiente decât cele de nisip.

În locurile de captare a apei se folosesc și filtre ce rețin zooplanctonul și fitoplanctonul.

Pentru a facilita eliberarea apei de suspensii coloidale, la stațiile de tratare în apă se introduc diverse substanțe chimice coagulante. Ele intră în reacție cu sărurile alcaline din apă. În urma acestei reacții se formează flocoane cu încărcătură pozitivă opusă celei a particulelor în suspensie, atrăgându-le. Sedimentându-se sub propria greutate, flocoanele cu suspensiile alipite eliberează apa de impurități, o decolorează.

Substanțele utilizate de cele mai multe ori pentru coagularea apei sunt: sulfatul de aluminiu, sulfatul de fier, clorura de fier.

Eficiența coagulării depinde de temperatura apei (apele reci împiedică formarea flocoanelor), de turbiditate, de prezența coloranților de protecție — acizii huminici sau detergenți. De aceea pentru a înlesni procesul de coagulare, mai ales în perioada rece a anului, se utilizează diverși activatori — floculanți ionici, acidul silicic, floculanți sintetici — poliacrilamid (PAA).

Un aspect important în coagularea apei îl prezintă eventualitatea pătrunderii în apă o dată cu coagulantul a unor elemente toxice ca arsenul, fluorul și cuprul. Aceste substanțe, de obicei, însoțesc coagulantele, fapt ce a determinat normarea lor în STAS «Apa potabilă».

Dezinfectia apei se face în scopul de a o elibera de germeni patogeni, astfel asigurându-i-se potabilitatea și calitatea antiepidemică. Dezinfectia apelor, mai ales a celor de suprafață, se poate obține prin mai multe metode chimice și fizice.

Indiferent de metoda aplicată la dezinfectia apei, pentru a fi

adecvată din punct de vedere igienic, metoda trebuie să corespundă următoarelor condiții:

— să fie eficientă, adică să-i confere apei calități de potabilitate;

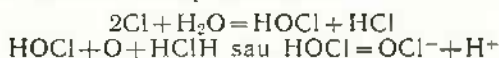
— să nu altereze proprietățile apei, în primul rând cele organoleptice;

— în apă să nu rămână substanțe ce ar putea periclita sănătatea consumatorilor;

— să fie aplicată ușor, să nu fie nocivă pentru personalul angajat în efectuarea dezinfecției;

— să fie cât mai economă.

În practica sanitară de cele mai multe ori se folosește metoda de dezinfecție a apei prin *clorinare*. Mecanismul acțiunii clorului constă în următoarele: clorul reacționează cu apa, formând acid hipocloros instabil. Acesta, în funcție de pH-ul apei, se descompune în oxigen atomic sau hipoclorid-ion.



Complexitatea $\text{HOCl} + \text{OCl}$ produce perturbări profunde în metabolismul bacterian, inactivând, în primul rând, enzimele celulei, în special gruparea —SH. Blocând aceste enzime, clorul inhibă capacitatea de înmulțire a bacteriilor.

Acțiunea dezinfectantă a clorului depinde de o serie de factori: de particularitățile germeilor, de activitatea preparatelor de clor utilizate, de mediul în care se desfășoară procesul.

Dezinfecția prin clorinare depinde de particularitățile biologice ale microorganismelor, care manifestă o rezistență variată la acțiunea clorului. Astfel, bacteriile sporulate sunt cele mai rezistente, grampozitivele sunt mai sensibile decât gramnegativele și, desigur, o mare importanță în dezinfecția apei o are gradul de contaminare cu germeni. Cu cât gradul de contaminare e mai mare, cu atât este nevoie de mai mult clor pentru dezinfecție. Eficacitatea dezinfecției depinde și de activitatea preparatelor de clor, astfel clorul gazos e mai activ decât clorura de var.

Puterea absorbantă a apei influențează în mare măsură procesul de clorinare. Substanțele organice prezente în apă în cantități mari, mai ales cele ușor oxidabile, consumă clor pentru oxidarea acestora. La temperatura joasă a apei, efectul dezinfecției este mai redus. Efectul dezinfecției poate fi influențat și de timpul de contact al apei cu clorul. Cu cât timpul de contact este mai îndelungat, cu atât rezultatul dezinfecției este mai bun.

Clorinarea se efectuează, de obicei, după limpezirea apei. Uneori, însă, pentru a spori eficacitatea dezinfecției, o parte din clor se introduce în apă împreună cu coagulantul, alți — în apă curată după filtrare, astfel obținându-se clorinarea dublă. Dezinfecția apei se poate efectua cu doze normale, acestea determinându-se experimental, și cu doze mari — supraclorinare. Înainte de dezinfectarea apei, e necesar a determina doza necesară de clor.

Această doză o constituie clorul activ ce se consumă pentru: a) distrugerea microorganismelor; b) oxidarea substanțelor organice prezente în apă și c) pentru o cantitate reziduală anumită de clor activ, care indică siguranța dezinfecției. Conform STAS «Apa potabilă», clorul rezidual se normează în limitele a 0,3—0,5 mg/l clor liber, 0,8—1,2 mg/l clor fixat, aceste cantități indicând garanția dezinfecției. Când cantitatea de clor rezidual e mai mică de 0,3 mg/l, aceasta nu poate garanta dezinfecția completă, dacă însă ea depășește limita de 0,5 mg/l, apa obține un miros și un gust neplăcut.

Una dintre condițiile principale ale dezinfecției prin clorinare este menținerea timpului de contact al apei cu clorul (vara nu mai puțin de 30 min, iarna - 60 min).

La stațiile mari de tratare a apei, de obicei, se folosește clor pur în stare gazoasă. Clorul acesta se află în cisterne sau butelii în stare lichidă. În secția de clorinare clorul se trece prin aparatul de clorare (clorator). Aici clorul lichid trece în formă gazoasă, apoi el se adaugă în apă, se barbotează și se dozează exact cantitatea de clor și cea de soluție care se introduc în apa supusă dezinfecției.

La instalațiile mici de aprovizionare cu apă sau la dezinfecția fântânilor se folosește soluția de 1% de clorură de var. Clorura de var proaspătă conține circa 35% clor activ. La păstrarea îndelungată la temperaturi înalte, la lumină clorura de var disociază, astfel activitatea clorului reducându-se considerabil. Pentru dezinfecție poate fi folosită clorura de var, activitatea căreia nu e mai mică de 25%.

Superclorinarea apei se face în cazurile când apa este foarte impurificată sau când lipsește timpul necesar de contact (30 min). Mai frecvent supraclorinarea apei se aplică în condiții militare de campanie, în aceste cazuri apa dezinfectându-se prin doze ce le depășesc pe cele normale de 5—10 ori (10—20 mg Cl_2/l). În aceste cazuri apa se dezinfectează 10—15 min. Avantajele dezinfecției prin supraclorinare constau în micșorarea considerabilă a timpului de contact, în realizarea unei bune dezinfecții chiar și a apei nelimpzite. Dar după o astfel de dezinfecție în apă rămâne un surplus de clor ce depășește cu mult clorul rezidual admisibil. Înlăturarea cantităților excesive de clor rezidual (decolorarea apei) se efectuează cu ajutorul tiosulfatului de sodiu, bioxidului de sulf, carbonului absorbant.

Dacă apa conține fenol sau alte substanțe mirositoare, dezinfecția apei se face prin *cloramoniizare*. În asemenea cazuri în apă se introduc succesiv amoniac sau săruri de amoniu, iar peste câteva minute — clor. Prin acțiunea reciprocă între amoniac și clor se formează cloraminele, acestea având un puternic efect bactericid. Pentru ca dezinfecția prin această metodă să fie efectivă, raportul între clor și amoniac trebuie să fie de 1/3—1/4.

○ altă metodă chimică de dezinfecție a apei este dezinfecția prin *ozonizare*. Ozonul disociază în apă, formând oxigen molecu-

lar și atomic, acesta din urmă fiind un oxidant puternic. Datorită potențialului său oxidant puternic, ozonul reacționează mult mai complex cu substanțele organice din apă, astfel obținându-se o bună dezinfecție a ei. Dezinfecția apei prin ozonare se consideră mai eficientă decât cea prin clorinare, deoarece ozonul nu numai că nu modifică organoleptica apei, ci și o îmbunătățește. Ozonul nu modifică pH-ul și componența minerală a apei, surplusul lui nu persistă în apă, ci se degajă rapid, sub formă de oxigen, în atmosferă. Doza de ozon necesară pentru dezinfecția apei este de 0,5—6 mg/l la timpul de contact cu apa 3—5 min. Ozonul necesar pentru dezinfecție se obține la trecerea unui curent de aer uscat și filtrat prin niște electrozi de înaltă tensiune.

La metodele chimice de dezinfecție a apei se referă și *tratarua apei cu săruri de metale grele* — arseniu, cupru, aur —, această metodă bazându-se pe acțiunea directă a unor cantități înfiine de aceste metale asupra germeilor din apă. Metalele grele acționează asupra germeilor în mod oligodinamic, adică un timp îndelungat. Mecanismul de acțiune constă în disocierea metalelor în ioni liberi încărcăți pozitiv, care se absorb pe suprafața bacteriilor electronegative. Ioni metalici pătrund în membrana celulară, formează compuși cu acizii nucleici, iar ca rezultat celulele bacteriene se distrug. Această metodă este aplicată mai frecvent pentru dezinfecția unor cantități mici de apă, folosindu-se de cele mai multe ori în acest scop argintul.

Pentru dezinfecția apei poate fi folosită și *apa oxigenată*, care disociază în oxigen atomic și are acțiune oxidantă. Această metodă se aplică mai rar, deoarece tehnologia dezinfecției cu apă oxigenată mai necesită investigații.

Toate metodele chimice de dezinfecție se bazează pe acțiunea anumitor substanțe asupra microorganismelor. În majoritatea cazurilor aceste substanțe pot influența compoziția chimică și organoleptica apei. Pentru a obține o calitate bună a dezinfecției este nevoie de un anumit timp de contact al dezinfectantului cu apa. În afară de aceasta, nu toți germii pot fi nimiciți cu substanțe chimice. Toate acestea au determinat elaborarea unor metode fizice de dezinfecție a apei. Aceste metode sunt mai avantajoase în comparație cu cele chimice.

De cele mai multe ori se aplică dezinfecția apei cu *radiații ultraviolete*. Cele mai eficiente în acest sens se consideră radiațiile cu lungime de undă 200—280 nm, un efect maximal obținându-se la radiația cu lungime de 254—260 nm. În calitate de generator de RUV se folosesc lămpile de cuarț sau argon cu vapori de mercur.

Pentru dezinfecția apei la stațiile de tratare se utilizează instalații speciale cu un înalt randament de radiații ultraviolete. Acțiunea bactericidă are loc în decurs de 1—2 min. Radiațiile ultraviolete acționează și asupra formelor vegetative, și asupra formelor sporulate de bacterii. Ele distrug de asemenea virusii, ouăle de helminți care sunt rezistente la tratarea cu clor.

Însă dezinfecția apei cu RUV are anumite dezavantaje: razele ultraviolete trec numai printr-un strat de apă absolut curat. Dacă apa e tulbură, are o anumită colorație sau conține săruri de fier, dezinfecția nu este eficientă.

Dintre toate metodele fizice de dezinfecție a apei cea mai eficientă se consideră dezinfecția prin fierbere. În 3—5 min la fierbere se distrug toate formele vegetative, iar peste 30 min și formele sporulate de bacterii. Deși eficacitatea acestei metode e foarte mare, ea nu poate fi aplicată la apeducte. De obicei, dezinfecția prin fierbere se folosește în condiții casnice, în colectivități mici etc.

Dezavantajul dezinfecției prin fierbere constă în alterarea gustului apei, din cauza evaporării gazelor dizolvate în ea și a devoltării rapide a germenilor, care au nimerit ulterior în apa fiartă.

La metodele fizice de dezinfecție a apei se referă și folosirea curenților electrici de impuls, a ultrasunetelor, a radiațiilor ionizante. Aceste metode nu au o aplicare largă, fiind abia la etapa de experiment.

În anumite condiții apare necesitatea de dezinfecție a rezervelor individuale de apă (apa din plosca ostășească, în condiții toride etc.). În asemenea cazuri se aplică metodele chimice de dezinfecție, mai frecvent tablete de pantocid (acidul paradiclorsulfanidbenzoic), care conține minimum 3 mg de clor activ. Dezinfecția apei cu aceste pastile se obține peste 30 min. În afară de pantocid, pentru dezinfecția rezervelor individuale de apă mai pot fi utilizate pastile de persulfat, protoxizi de argint sau cupru, bisulfat pantocid, compuși organici ai iodului.

Metode speciale de tratare a apei

În afară de îndepărtarea suspensiilor și dezinfecție, în unele cazuri apa trebuie tratată special. Aceste tratări se efectuează în scopul de îmbunătățire a proprietăților organoleptice și de corecție a compoziției chimice a apei. La metodele speciale de tratare se referă:

— *dezodorarea*, adică înlăturarea mirosurilor nespecifice. Mirosurile acestea apa le poate căpăta din cauza dezvoltării în ea a anumitor specii de microorganisme, miceli, alge. La descompunerea lor, apa poate căpăta un miros neplăcut. Dezodorarea apei se obține prin ozonizare, clorinare, tratare cu peroxid de hidrogen, permanganat de potasiu; prin trecerea apei prin cărbune absorbant, prin filtre de absorbție; prin barbotare cu aer;

— *demineralizarea apei*, care constă în înlăturarea totală sau parțială a cationilor de calciu și magneziu. Se obține prin fierbere sau trecând apa prin cațrani ionici. În unele cazuri e necesară distilarea apei, adică demineralizarea ei până la limita de 1000 mg/l săruri. Distilarea se face în distilatoare de diferite tipuri, prin metode electrochimice sau prin congelarea apei;

— *deferizarea*, adică înlăturarea surplusului sărurilor de fier. Se obține prin aerația apei cu decantarea ulterioară, prin coagulare, tratare cu apă de var, trecerea apei prin catranți cationici. Deferizarea apei se obține și în timpul filtrării, sărurile protoxidului de fier reținându-se pe suprafața particulelor de nisip;

— *defluorizarea*, care se face în cazurile când apa conține cantități excesive de fluor. Aceasta se realizează prin absorbția fluorului de către hidroxidul de amoniu (în timpul coagulării).

Dacă apa conține elemente radioactive, ea este supusă dezactivării.

Aprovizionarea locală cu apă

Acest tip de aprovizionare se folosește în majoritatea cazurilor în localități rurale. Aprovizionarea locală nu este recomandată din punct de vedere igienic, deoarece eventualitatea poluării apei în acest caz e mult mai mare decât în sistemul central. La aprovizionarea locală se folosesc apele freactice care se acumulează în fântâni săpate sau se captează apele izvoarelor. Apele de izvor se captează în camere de colectare cu pereții impermeabili din beton, cărămidă, piatră sau lemn. Aceste rezervoare au drenaje de scurgere în caz dacă rezervorul este supraplin. Apa este furnizată la consumatori printr-un jgheab sau conductă directă din exterior. Locurile de captare și de distribuire a izvoarelor trebuie să fie salubrizate, să fie luate toate măsurile pentru evitarea poluării apei din izvor.

O altă instalație de aprovizionare locală cu apă sunt fântânile de diferite tipuri de construcție. Una dintre condițiile obligatorii pentru construcția fântânilor este amplasarea corectă: pe terenurile cele mai ridicate, pentru a evita scurgerea apelor de șiroaie spre fântână, la distanțe de cel puțin 25 m de eventualele surse de poluare (latrine, gunoiști, grajduri pentru vite etc.).

Cele mai răspândite în republică sunt fântânile săpate (fig. 16). Fântânile trebuie să fie bine protejate de impurificarea din afara apei. În acest scop, partea de suprafață, colacul, se face din beton și se acoperă. Pereții fântânii se întăresc cu colaci de beton sau pietre bine ajustate la clădire. Fundul fântânii săpate se acoperă cu un strat de nisip mășcat, apoi alt strat de nisip mărunț, iar stratul de sus — cu prundiș. În jurul fântânii se recomandă a pune un strat bătătorit de argilă. Acest strat va fi până la adâncimea de 1,5 m și perimetrul de 1 m în jur. Pentru a nu permite formarea nămolului, noroiului împrejurul fântânii se face un cordon de beton sau asfalt, puțin inclinat, cu drenuri de scurgere. Apa din fântâni se scoate cu o găleată comună sau, dacă fântâna e forată, cu pompa. Din punct de vedere igienic, fântânile forate sunt mai convenabile decât cele săpate. Fântânile forate sunt alimentate din pânzele de ape mai adânci și, practic, este exclusă poluarea apei din afara. Periodic fântânile trebuie curățate.

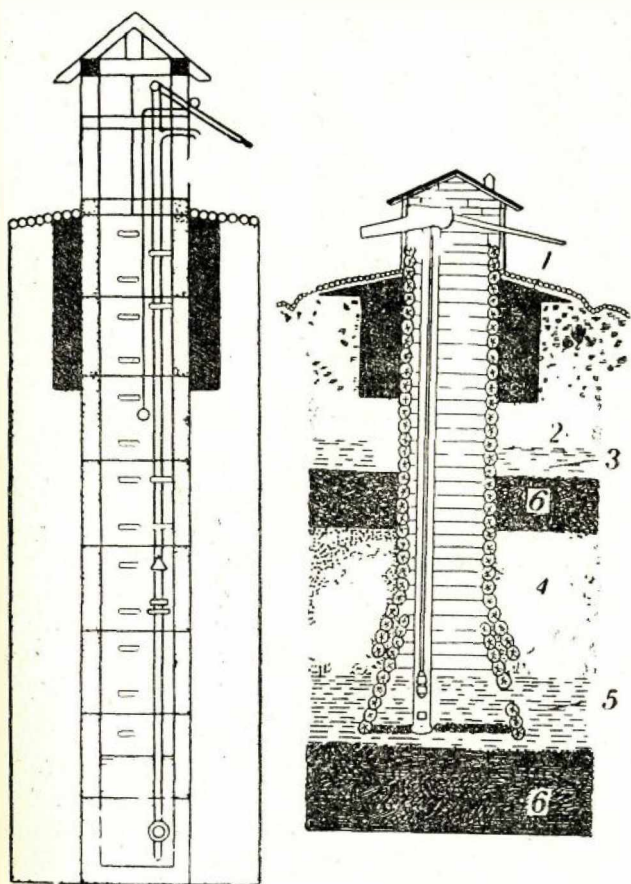


Fig. 16. Fântâni săpate

1 — strat bătătorit de argilă; 2 — nisip; 3 — primul strat acvifer; 4 — strat impermeabil pentru apă; 5 — al doilea strat acvifer; 6 — argilă

Inte, iar dacă indicii bacteriologici ai apei prezintă un suspiciu, ea se clorinează. Una dintre cele mai eficiente metode de dezinfectie a apei din fântâni este clorinarea prin capsule cu clor de diferite volume — 250, 500, 1000 ml, ce conțin preparate de clor activ: clorură de var, hipoclorură de potasiu. Ele se suspendează la adâncimea de 0,5 m în apă. Prin pereții poroși ai capsulelor clorul defundează în apă, dezinfectând-o.

După curățare, fântânile de asemenea se dezinfectează. Această se face în felul următor. După curățare se extrage toată apa

din fântână, pereții se spală cu o soluție de 3—5% de clorură de var. Când fântâna se umple din nou cu apă, în ea se adaugă soluția de 1% de clorură de var — 10 l la m^3 apă și se expune clorinării 10—12 ore. După aceasta apa iarăși este extrasă până dispare mirosul de clor.

Uncori drept surse de alimentație cu apă a localităților pot servi iazurile, lacurile.

O anumită atenție trebuie acordată aprovizionării cu apă a lucrătorilor agricoli în perioadele campaniilor agricole. Deoarece se lucrează la distanțe considerabile de localități, apa trebuie transportată în butoaie sau cisterne speciale; în câmp se amenajează un punct de distribuire a apei, respectându-se regulile igiene. Toate recipientele în care se păstrează apa se închid ermetic, se întrețin curate, periodic se clorinează. Apa de băut se fierbe în prealabil.

Protecția sanitară a surselor de apă

Apele de suprafață sunt poluate mai des de ape reziduale menajere, industriale, de la obiectivele agricole. În unele cazuri apele de suprafață sunt poluate de nave, în timpul adăpatului vitelor, în timpul scaldatului. S-a calculat că dacă într-o localitate cheltuielile zilnice de apă ating $600000 m^3$, se formează circa $500000 m^3$ de ape reziduale.

Apele reziduale menajere prezintă un anumit pericol epidemiologic, deoarece ele conțin cantități considerabile de microorganisme, printre ele fiind și germeni patogeni. Apele reziduale industriale conțin cele mai diverse substanțe chimice, multe dintre acestea fiind toxice (compuși ai cromului, mercurului, pesticidele etc.). Mai frecvent în apă nimeresc concomitent câțiva compuși.

Poluarea apei cu radionuclide prezintă un pericol aparte, deoarece aceste substanțe cumulează în flora și fauna acvatică, persistând în bazinele de apă un timp îndelungat.

Apele reziduale industriale mai pot fi surse de substanțe cancerigene (hidrocarburile polienice, nitrozaminele, aminele aromatice). În ultimul timp trezește îngrijorare poluarea apelor de suprafață cu substanțe blastomogene — substanțe sintetice lubrefiante, care intensifică acțiunea cancerigenilor. O problemă gravă este și poluarea apelor, mai ales a celor subterane, cu pesticide.

Apele reziduale de la combinatele petrochimice conțin fenoli, petrol, produse petroliere. Toate aceste substanțe chiar și în cantități mici alterează organoleptica apelor naturale.

Apele de suprafață pot fi poluate și de apele de scurgere, de topire a zăpezilor, acestea conținând cantități masive de suspensii, substanțe organice. În urma acestei poluări, apele de suprafață își modifică organoleptica: se reduce transparența, cantitatea de oxigen dizolvat, cresc colorația apei, oxidabilitatea, poluarea bacteriană.

Apele subterane adânci pot fi impurificate, când apele freactice poluate pătrund, prin fisurile rocilor, în straturile acvifere mai adânci, sau când apele se scurg prin țevi coroziate.

Substanțele chimice nimeresc în apă din solul poluat, în fond, prin intermediul depunerilor atmosferice. De obicei, substanțele chimice toxice pot fi atestate în localitățile industriale, lângă depozite etc.

Deși apele de suprafață sunt supuse permanent pericolului poluării, ele concomitent se autoepurează. Procesele de autoepurare decurg prin mai multe căi: diluarea impurităților cu apă, sedimentarea lor, acțiunea radiației solare și a temperaturilor; prin metode biologice — interacțiunea organismelor vii din apă și a celor din reziduurile lichide; prin metode chimice — mineralizare sau transformări chimice. Sub acțiunea antagonistă a organismelor acvatice, a bacteriofagilor, antibioticelor cu microorganismele patogene apa se curăță. Procesele de epurare decurg mai intens în apele curgătoare. În apele stătătoare aceste procese se produc mai lent, deoarece epurarea prin diluare e redusă, deci impuritățile se sedimentează, formând un strat de nămol. Nămolul acumulat alterează calitatea apei.

Autoepurarea apelor subterane se produce, în fond, de pe contul filtrării lor prin sol și prin mineralizare, aceste procese eliberează apa de orice impurități. În caz de poluare masivă a apelor de suprafață, procesele de autoepurare se reduc sau nu decurg deloc.

Protecția surselor de apă

Pentru a evita consecințele poluării surselor de apă, sunt prevăzute un șir de măsuri de protecție a surselor și instalațiilor de aprovizionare cu apă. Măsurile de protecție se elaborează în fiecare caz concret, luându-se în considerație condițiile locale.

Măsurile de protecție pentru apele subterane. Una dintre măsurile eficiente de protecție a apelor este distribuția și folosirea rațională a apelor subterane, în special ale celor interstratulare. Acestea sunt recomandabile, în fond, ca ape potabile-menajere. Totodată trebuie să se întreprindă măsuri de asanare a apelor de suprafață ce au legătură hidraulică cu apele subterane. În sectoarele hidrofile nu se admite îngroparea și neutralizarea reziduurilor chimice toxice. La alegerea locurilor pentru amplasarea și construcția întreprinderilor industriale trebuie să se țină cont de starea sanitară și geologică a terenurilor, astfel ca pânzele de ape subterane să fie cât mai mult protejate de eventualele impurități.

Eventualele surse de impurificare ale pânzelor de apă — gunoieri, latrine — să fie întreținute în cea mai mare ordine. Fântânile, captajele de apă, fântânile arteziene să fie bine curățate, iar cele ce nu funcționează — astupate și tamponate cu sol curat.

După cum se știe, pentru apele de suprafață prezintă un anumit pericol apele reziduale menajere și industriale. Cantitățile de ape reziduale emise în bazine deschise, CMA de substanțe nocive vor fi reglementate conform «Regulilor de protecție a apelor de suprafață de impurificări».

Una dintre măsurile eficiente de protecție a bazinelor de apă poate fi considerată perfecționarea tehnologiilor: reducerea formării reziduurilor, înlocuirea compușilor toxici cu alții mai puțin toxici sau inofensivi, instalarea circuitelor închise de apă.

Periodic trebuie să fie controlate componența chimică a apelor reziduale și a apei din bazinul în care acestea vor fi vărsate, starea sanitară a debarcaderelor, porturilor, metodele și eficiența neutralizării reziduurilor lichide de pe nave, în special ale celor de transport petrolier.

O atenție deosebită trebuie acordată protecției râurilor mici, acestea având o mare importanță economică, igienică și climatogenă. Anume râurile mici sunt folosite ca surse de apă potabilă pentru multe localități, ele fiind totodată un factor de purificare a aerului.

Din cauza atitudinii nepăsătoare, suprapoluării, râurile mici scad, se înămolesc și dispar. De aceea, pentru a proteja râurile mici, ele, în primul rând, vor fi luate la evidență, nu se va admite scurgerea în ele a apelor reziduale neepurate, iar apa lor va fi folosită cu cea mai mare precauție. Este interzisă deversarea reziduurilor lichide de la complexele de vitărit în bazinele naturale mici.

Protecția sanitară a surselor de apă poate fi realizată prin delimitarea unor zone de protecție sanitară. În aceste zone se va respecta un anumit regim sanitar, se va exclude poluarea bacteriană și chimică a apei, astfel menținând calitatea apei din sursă. Zonele de protecție sanitară se împart în doi perimetri sanitari. Hotarele acestor perimetri, măsurile sanitare de aici se stabilesc în funcție de sursă (de suprafață sau subterană), de gradul lor de protecție naturală sau de poluare.

Primul perimetru, sau perimetrul de regim strict, e stabilit pentru teritoriul de captare a apei, instalațiile de tratare și sectorul de înmagazinare a apei. În interiorul acestei zone poluarea este strict interzisă. În acest perimetru au acces numai persoanele ce lucrează la stație.

Primul perimetru va avea rază de 30 m în caz de captare a apelor de adâncime, de 50 m — a apelor freatice. Dacă se extrage apa din fântâna arteziană amplasată pe un loc curat, perimetrul strict poate fi restrâns până la 15 m.

La aprovizionarea cu apă din bazine deschise, zona de regim strict se va stabili: a) pentru ape curgătoare — 200 m în amonte de la locul de captare și cel puțin 100 m în aval, la 100 m lateral de locul de captare; b) pentru apele stătătoare — în raza de 100 m.

Perimetrul al doilea, în interiorul căruia se limitează poluarea

apei și a solului, se stabilește în scopul de a proteja de poluare eventuală pânza de apă. În această zonă de restricție măsurile sanitare vor fi dictate de condițiile locale, de particularitățile hidrogeologice ale solului și sursei de apă.

Amplasarea imobilelor, obiectivelor sociale, industriale, de transport în limitele zonei de restricție se va face numai cu permisiunea serviciului sanitar. În raza perimetrului de restricție se interzice deversarea apelor reziduale ce ar putea influența calitatea apei potabil-menajere. Se limitează, de asemenea, folosirea bazinei pentru sport, agrement, pentru adăpatul vitelor.

În această zonă vor fi luate toate măsurile de salubritate a localităților, măsuri ce protejează cu siguranță sursa de apă potabilă de orice poluare.

Raza perimetrului de restricție pentru râurile mici cuprinde teritoriul de-a lungul râului și al afluenților lui. Pentru râurile mari zona de restricție este de 3 km pe ambele maluri, în limita a 300 m de la locul de captare, stabilindu-se un regim sanitar mai strict.

Pentru apele subterane perimetrul de restricție se stabilește în fiecare caz aparte — pentru o singură fântână arteziană, pentru mai multe fântâni sau fântâni în rețea, în funcție de adâncimea pânzei de apă etc.

Criteriul de bază la stabilirea acestei zone este timpul în care poluanții vor atinge adâncul apei. Acest timp poate varia de la 200 până la 400 zile.

Controlul igienic al apei. Determinarea proprietăților fizice ale apei

Determinarea temperaturii se efectuează la fața locului fie în proba recoltată, fie nemijlocit în sursa de apă. Pentru măsurare se folosește termometrul cu mercur cu diviziunile scării de 0,1 grade.

Pentru determinarea temperaturii la locul extragerii probei, apa (în cantitate de cel puțin 1 l) se toarnă într-un vas, temperatura căruia este adusă până la temperatura apei recoltate. Vasul trebuie să fie protejat de încălzire sau răcire. Termometrul se cufundă în apă și peste 5—10 min se citesc rezultatele.

Temperatura straturilor adânci ale apei poate fi măsurată cu ajutorul termometrului instalat în batometru. Batometrul este ținut la adâncimea dată 5 min. După scoaterea lui la suprafață, se notează indicațiile termometrului.

Ridicarea temperaturii apei bazinului, survenite ca rezultat al evacuării apelor reziduale de producție, de regulă, influențează negativ asupra florei și faunei din bazin, asupra proceselor de autoepurare. Iată de ce în prezent tot mai mult se vorbește despre poluarea «termică» a surselor de apă. În corespundere cu regulile existente, temperatura apei în bazin în urma evacuării apelor reziduale nu va crește cu mai mult de 3° comparativ cu temperatura medie lunară a celei mai calde luni din ultimii 10 ani.

Determinarea proprietăților organoleptice ale apei. Determinarea mirosului

Mirosul este unul dintre indicii principali ai calității apei, deoarece prezența unor substanțe chimice în apă îi poate imprima un miros specific. Mirosurile se deosebesc după caracter și intensitate.

După caracterul lor, mirosurile apei pot fi de origine naturală (influențate de organisme ce trăiesc și mor în apă, de tipul malurilor și solurilor adiacente) și de origine artificială (influențate de apele industriale și de uz casnic, reagenți adăugați în apă la prelucrarea ei). Mirosurile de origine naturală se apreciază după tabelul 27.

Tabelul 27. Scara tipului de miros

Caracterul mirosului	Felul de miros aproximativ
Aromatic	De castravete, de floare
De bălă	De măt, nămol
De putregai	De fecale, de scurgeri reziduale
De lemn	Miros de sureea udă, de coajă de lemn
De pământ	Pulred, proaspăt arat, putregăit
De mucegai	Rânced, stătut
De pește	Untură de pește, de pește
De hidrogen sulfurat	De ouă clocite
De iarbă	De iarbă cosită, de fân
Nedefinit	Mirosurile de origine naturală, ce nu corespund determinărilor precedente

Mirosurile de origine artificială se caracterizează după numirea substanțelor corespunzătoare: de fenol, de clorfenol, de camforă, de benzină, de clor etc. Determinarea intensității mirosului se face după tabelul 28.

Tabelul 28. Scara intensității mirosului

Gra- dul	Intensitatea	Determinările descriptive
0	—	Lipsa mirosului perceptibil
1	foarte slab	Mirosul ce nu se percepe de consumator, dar este perceput în laborator de personalul experimental
2	slab	Miros ce nu este sesizat de consumator, dar care poate fi observat, dacă i se atrage atenția
3	evident	Miros ce se determină ușor și poate face apă suspectă pentru întrebuințare
4	pronunțat	Miros ce atrage atenția asupra sa și face apă neplăcută pentru băut
5	foarte puternic	Mirosul este așa de puternic, încât face apă insuportabilă

Mirosul apei potabile nu trebuie să fie mai mare de 2 grade.

Apa pentru analiză este turnată într-o retortă cu un volum de 150—200 ml, se acoperă cu o sticlă pentru ceasornic, se agită printr-o mișcare circulară, se deschide și se apreciază intensitatea mirosului.

Determinarea tipului de miros se efectuează la temperatura apei de 20°C, intensitatea — la temperatura de 20°C și prin încălzire până la 60°C. Încălzirea se face în aceeași retortă, acoperită cu o sticlă pentru ceasornic.

La aprecierea mirosului trebuie respectate următoarele condiții: aerul în încăpere, hainele, mâinile observatorului trebuie să fie fără miros. Una și aceeași persoană nu poate să determine intensitatea mirosului timp îndelungat, deoarece survin oboseală, obișnuința olfactivă.

Determinarea gustului

Proba se efectuează numai fiind încredințați de potabilitatea apei. În cazurile de îndoială, ea trebuie preventiv fiartă, răcită și pe urmă gustată.

Gustul se determină organoleptic — calitativ și după intensitate. Apa poate avea gust *sărat, amar, dulce, acru*. Celelalte feluri de senzații gustative se numesc gusturi specifice. Caracteristica calitativă a gustului specific se determină după indicii existenței: de clor, de pește, metalic etc.

Intensitatea gustului și a gustului specific se apreciază după sistemul de 5 grade la fel ca și mirosul (tab. 29).

Gustul se determină la o temperatură de 20°C. Apa în cantitate de 15 ml se ține în gură câteva secunde, fără a fi înghițită.

Determinarea transparenței. Pentru apreciere se folosește cilindrul Snellen, gradat în centimetri. Înălțimea părții gradate constituie 30 cm. La fundul cilindrului se găsește un robinet.

Transparența se determină într-o încăpere bine iluminată de o lumină difuză, la 1 m depărtare de la geam. Apa cercetată este bine agitată și turnată în cilindru la înălțimea ce corespunde transparenței probabile a apei. Pe urmă cilindrul se fixează deasupra caracterului unui text la înălțimea de 4 cm. Adăugând sau vărsând apa din cilindru, se găsește înălțimea maximală de apă, prin care citirea caracterului e posibilă. Transparența se exprimă în centimetri cu o precizie de până la 0,5 cm.

Tabelul 29. Scara intensității gustului și a gustului specific

Gradul	Gustul și gustul specific	Gradul	Gustul și gustul specific
0	—	3	Se observă
1	Foarte slab	4	Pronunțat
2	Slab		Foarte puternic

Modelul de caracter pentru determinarea transparenței apei:

Dezvoltarea gospodăriei piscicole este una dintre problemele principale ale țării 54178309

Determinarea culorii. Culoarea apei naturale este condiționată de compuşii chimici ce îi conține, de alge. În afară de culoare naturală (brun, de baltă), apa poate să capete culoarea cea mai diferită în urma poluării ei cu ape reziduale. Astfel, schimbarea culorii apei poate servi drept indice de poluare a ei și deci un indice secundar al prezenței posibile în ea a substanțelor toxice.

Culoarea apei se determină calitativ și cantitativ. Pentru determinarea calitativă a culorii, apa analizată (40 ml) se toarnă într-un cilindru incolor, în alt cilindru se toarnă aceeași cantitate de apă distilată. Compararea culorii apei analizate și cu cea a apei distilate se efectuează pe o foaie de hârtie albă.

Rezultatele analizei se exprimă prin următoarele caracteristici: apă incoloră, gălbuie-deschisă, galbenă, roșietică etc.

Cantitativ culoarea se determină pe calea comparării apei analizate cu scara-standard de platină sau de cobalt și crom, ce imită diferite culori.

În cilindrul Nessler se toarnă 100 ml de apă pentru analiză și se privește de sus pe un fundal alb, căutând acel cilindru, cu care culoarea apei analizate este identică. Culoarea se exprimă în grade.

DETERMINAREA INDICILOR CHIMICI AI CALITAȚII APEI.

Azotul de amoniac

Azotul sărurilor de amoniu se determină cu ajutorul *reactivului Nessler* (sare dublă de mercur iodată, potasiu iodată, diluat în potasiu caustic). Reacționând la soluția care conține săruri amoniacale, reactivul Nessler dă o culoare galbenă ca rezultat al formării mercuramoniuului iodat.

Azotul de amoniac se determină calitativ și cantitativ. Determinarea calitativă, ca una din cele mai simple și mai rapide probe, se efectuează pentru precizarea prezenței amoniacului în apă și stabilirea (în cazul unei concentrații mari de amoniac) a gradului de dizolvare pentru analiza cantitativă ulterioară.

Dacă reacția calitativă este negativă, cercetările se sistează, iar dacă e pozitivă, se procedează la determinarea cantitativă.

În eprubetă se toarnă 10 ml de apă pentru analiză, se adaugă 0,2—0,3 ml soluție de sare Seignette de 50% și 0,2 ml reactiv Nessler. Apariția peste 5—10 min a culorii galbene demonstrează prezența în apă a azotului de amoniac. Conținutul aproximativ se determină după tabelul 30.

Tabelul 30. Conținutul aproximativ al azotului de amoniac

Culoarea la privire de sus în jos	Conținutul, mg/l	Culoarea la privire de sus în jos	Conținutul, mg/l
Lipsește	Mai puțin de 0,04	Galben-deschisă	0,8
Abia galbenă	0,08	Galbenă	2,0
Gălbui	0,2—0,4	Galbenă-brună	4,0
		Intensiv-brună (roșcat)-soțuția lutbure	8,0 și mai mult

Azotul de nitriți

Metoda se bazează pe formarea compușilor de azot viu colorați la interacțiunea nitriților (în mediu acid) cu *reactivul Griess* (amestec de alfanaftilamină și acid sulfonilic în mediul acetic). În funcție de concentrația nitriților, reactivul dă o culoare de la roz până la roșu aprins. La încălzirea apei, procesul decurge mai repede. Metoda Griess este foarte sensibilă și permite a determina conținutul azotului de nitriți cu o exactitate de până la 0,001 mg/l. Determinarea se efectuează calitativ și cantitativ.

În eprubetă se toarnă 10 ml de apă analizată, 0,5 ml reactivul Griess și se încălzește la o baie de apă timp de 5 min până la 70—80°. Apariția culorii roz demonstrează prezența în apă a azotului de nitriți. Conținutul aproximativ se determină după tabelul 31.

Tabelul 31. Conținutul aproximativ al azotului de nitriți

Culoarea la privire de sus în jos	Conținutul, mg/l	Culoarea la privire de sus în jos	Conținutul, mg/l
Lipsește	Mai puțin de 0,001	Roz	0,04
De-abia roz	0,002	Roz-intens	0,07
Roz-pal	0,004	Roșu	0,2
Roz-deschis	0,02	Roșu aprins	0,4

Azotul de nitrați

Reacția la sărurile acidului azotic se efectuează cu difenilamină (C_6H_5)₂NH sau brucină C₂₃H₂₆O₄N₂.

În acest scop într-o eprubetă se toarnă 2 ml apă de cercetat, se adaugă în ea, cu ajutorul baghetei de sticlă, câteva cristale de difenilamină sau brucină și se toarnă atent pe perete câteva picături de acid sulfuric concentrat (tab. 32).

La prezența sărurilor de acid azotic la hotarul dintre lichide apare un inel colorat: la reacția cu difenilamină — siniliu, la reacția cu brucină — roz-intens, ce trece repede în galben.

Tabelul 32. Determinarea aproximativă a nitraților cu difenilamină

Culoarea după adăugarea reactivului	Conținutul azotului de nitrați, mg/l
Peste 5 min la hotarul dintre lichide colorația lipsește	Mai puțin de 0,1
Peste 3—4 min la hotarul dintre lichide se observă o dungă abia perceptibilă, nedefinită, de culoare liliachiu-cenușie	0,1
Peste 10 min dunga este foarte puțin colorată Timp de 1 min dunga se colorează puțin în liliachiu-cenușiu. Peste 10 min dunga este liliachiu-cenușie cu lățimea de circa 1 mm	0,5
Dunga clară apare deodată. După 1—2 min dunga e albastru-liliachie, cu nuanță de roz-pal pe la margini. Peste 10 min lățimea dungii este de 1 mm, colorația e aceeași.	1,0
Dunga e liliachiu-albastră, compactă, cu lățimea de 0,5 mm. Peste 1—2 min dunga e albastru-deschisă, cu lățimea de 2 mm. De jos se observă o stratificare.	2,0
Dunga e albastră, compactă, cu lățimea de 1 mm. Peste 1—2 min dunga se stratifică și deasupra apare o nuanță verzuie foarte slabă. Stratul albastru, alb-albastru. Peste 10 min lățimea totală a dungii stratificate este de 2,5—3 mm. Partea ei de sus este colorată în verde murdar	5,0
Dunga e albastră, compactă, se stratifică deodată De sus se colorează într-o culoare verde murdară, peste 5 min capătă o nuanță cafenie Peste 10 min lățimea generală a stratului e de 4—5 mm. Stratul de sus, cafeniu, ușor se stratifică	10,0
Dunga e de un albastrui viu, stratificată, lățimea e de 2—4 mm Partea superioară se colorează în verde murdar, curând capătă o nuanță cafenie. Stratul de apă deasupra dungii este de o culoare gălbuie. Peste 10 min apar câteva straturi cu lățimea de 5—6 mm	20,0
Dunga e albastru-închisă cu o lățime de 5—6 mm, stratul de sus se colorează repede în cafeniu. Stratul de apă e galben-cafeniu. Stratul acidului sulfuric e de un albastru vizibil. Lățimea totală a dungii stratificate e 7—8 mm	100,0

Determinarea oxidabilității apei

Oxidabilitatea este condiționată de cantitatea de substanțe organice ce se găsesc în apă.

Substanțele organice se pot forma ca rezultat al vitalității și descompunerii organismelor acvatice sau pot nimeri în sursele de apă împreună cu torențele de ploaie. Dar cantitatea cea mai mare

vine cu apele reziduale. Oxidabilitatea este un indice indirect de poluare cu ape reziduale. Cu cât oxidabilitatea este mai mare, cu atât mai multe substanțe organice sunt în apă, cu atât e mai mare posibilitatea prezenței microflorei patogene. Apele curate au oxidabilitatea de 2—4 mg de oxigen la litru.

Principiul metodei. Permanganatul de potasiu la fierbere în mediu acid se descompune, degajând oxigen atomic, care oxidează substanțele organice. Oxidabilitatea apei e calculată după cantitatea de oxigen consumat.

Metoda determinării. Într-o retortă conică de 250 ml se toarnă 100 ml apă pentru analiză, se adaugă 5 ml acid sulfuric de 25%, 10 ml soluție de permanganat de potasiu 0,01 N și, acoperind retorta cu o sticlă de ceasornic, se fierbe 10 min (de la începutul fierberii).

Nuanța liliachiu-roză a lichidului trebuie să se mențină până la sfârșitul fierberii. Dacă lichidul s-a decolorat sau a devenit cafeiniu, aceasta demonstrează că apa cercetată posedă oxidabilitate înaltă și permanganatul de potasiu adăugat s-a consumat în întregime. În acest caz apa cercetată se va dilua. Fără diluare poate fi determinată oxidabilitatea până la 10 mg O_2/l . Cea mai mare diluție permisă a probelor este de 10 ori. Aceasta înseamnă că metoda poate fi folosită numai pentru probele, oxidabilitatea cărora este mai joasă de 100 mg O_2/l .

Peste 10 min de fierbere se adaugă 10 ml soluție 0,01 N de acid oxalic. Atunci apa se decolorează datorită faptului că permanganatul de potasiu rămas în apă oxidează acidul oxalic. Deoarece acidul a fost introdus în surplus, el se titrează cu soluție 0,01 N de permanganat de potasiu până la apariția unei culori slab roz.

După cantitatea de permanganat de potasiu consumat este calculată oxidabilitatea. În prealabil se determină cantitatea de permanganat de potasiu necesară pentru oxidarea a 10 ml de acid oxalic și coeficientul de corecție a permanganatului de potasiu. Pentru aceasta în retorta cu apă încă fierbinte se adaugă 10 ml soluție 0,01 N acid oxalic și se titrează cu soluție 0,01 N de permanganat de potasiu până la culoarea roz-pal. Coeficientul de corecție e calculat după formula:

$$C = \frac{10}{U_2}$$

unde C este coeficientul de corecție; U_2 — cantitatea în ml a soluției 0,01 N de permanganat de potasiu, consumate la titrarea a 10 ml de acid oxalic.

Oxidabilitatea (mg O_2/l) se calculează după formula:

$$X = \frac{(U_1 - U_2)C \cdot 0,08 \cdot 1000}{V}$$

unde X este oxidabilitatea în miligrame de oxigen la 1 l de apă; U_1 — cantitatea generală în ml a soluției 0,01 N de permanganat de potasiu, consumate la analiza a 100 ml apă; U_2 — cantitatea în

ml a soluției 0,01 N de permanganat de potasiu, consumate la titrarea a 10 ml acid oxalic; 0,08 — cantitatea de oxigen, degajată de 1 ml soluție 0,01 N de permanganat de potasiu; U — volumul de apă luat pentru cercetare; 1000 — recalcularea la 1 l.

Exemplu. La titrarea a 100 ml apă cu 10 ml soluție de permanganat de potasiu și adăugarea ulterioară a 10 ml soluție de acid oxalic s-au consumat 14 ml soluție 0,01 N de permanganat de potasiu. La titrarea a 10 ml acid oxalic s-au consumat 11,2 ml permanganat de potasiu. Coeficientul de corecție a permanganatului de potasiu este $\frac{10}{11,2} = 0,9$. Să se determine oxidabilitatea.

$$X = \frac{(14 - 11,2) \cdot 0,9 \cdot 0,08 \cdot 1000}{100} = 2,88 \text{ mg/l.}$$

Oxidabilitatea apei este de 2,9 mg/O₂l.

Clorurile pot fi determinate calitativ și cantitativ.

Determinarea calitativă. Într-o eprubetă se toarnă 10 ml apă cercetată, se acidulează cu câteva picături de acid azotic diluat 1:4 și se adaugă 3—5 picături soluție de 10% de azotat de argint. În prezența a 1—10 mg/l cloruri se formează un sediment slab, la 10—50 mg/l — un sediment pronunțat, la 100 mg/l — un sediment alb bronzos de clorură de argint.

Determinarea cantitativă. Metoda este bazată pe reacția depunerii clorurilor cu azotatul de argint în prezența indicatorului bicromat de potasiu, care, unindu-se cu surplusul de azotat de argint, condiționează trecerea colorației galbene ca lămâia în roșu-cărămiziu, ce indică sfârșitul titrării.

Metoda determinării. Într-o retortă se toarnă 100 ml apă de analizat, se adaugă 1 ml soluție de 10% de bicromat de potasiu și se titrează cu o soluție de azotat de argint, 1 ml al căreia corespunde 1 mg de clor-ion. Cantitatea de mililitri de azotat de argint, consumat la titrare, se înmulțește cu 10 și se obține cantitatea în mg/l de cloruri.

Exemplu. La titrarea a 100 ml apă cercetată s-au consumat 0,7 ml azotat de argint; $0,7 \cdot 10 = 7$ mg/l de cloruri.

Determinarea durtății generale a apei

Duritatea apei este condiționată de sărurile de calciu și magneziu dizolvate în ea, mai ales în formă de carbonați, sulfuri, azotați și cloruri.

Duritatea apei influențează asupra proprietăților de spălare a săpunului, formează calcar în cazanele de încălzire. STAS-ul limitează duritatea apei, reieșind din comoditatea folosirii ei pentru necesitățile industriale și menajere.

Duritatea poate fi *permanentă*, *temporară* și *generală*. Duritatea temporară este cauzată de carbonații de calciu și magneziu. În timpul fierberii, ei se sedimentează, formând calcar, iar apa

devine mai moale. Duritatea permanentă este condiționată de compuşii calciului și magneziului cu toți ceilalți anioni (cu clorurile, sulfatii, fosfații). Ea nu se înlătură la fierbere. Duritatea generală se compune din duritatea temporară și permanentă. După STAS ea nu trebuie să fie mai mare de 7 mg-ecv/l. Cea mai exactă și mai răspândită metodă de determinare a durității generale a apei este cea complexometrică.

Principiul metodei. Dacă în apă se conțin ioni de calciu și magneziu, indicatorul eriocrom negru formează cu ei un compus roșu-vișiniu. Trilonul B la pH 8—10 la început formează cu ionii de calciu, apoi cu ionii de magneziu compuşii stabili. La titrare trilonul B, unindu-se cu ionii de calciu și magneziu, substituie indicatorul, care în mod liber capătă o culoare albastră. Transformarea culorii roșu-vișinie în albastră se produce în punctul echivalent, adică atunci când cantitatea adăugată de soluție de trilon B va lega complet ionii de calciu și magneziu într-un complex stabil. După cantitatea de trilon B consumat pentru titrare se determină duritatea generală.

Metoda determinării. Într-o retortă conică de 250 ml se toarnă 100 ml apă de cercetat, apoi se adaugă 5 ml soluție-tampon amoniacal, 5—7 picături soluție a indicatorului eriocrom negru. Apare o colorație roșu-vișinie. Se titrează cu soluție 0,1 N de trilon B până la apariția culorii albastru-verde. Duritatea generală a apei în miligram-echivalent la un litru se calculează după formula:

$$X = \frac{a \cdot n \cdot k \cdot 1000}{V}$$

unde a este cantitatea de trilon B la titrare, ml; n — normalitatea soluției trilonului B; k — coeficientul de corecție a trilonului B; V — volumul de apă cercetată, ml; 1000 — calcularea rezultatului pentru 1 l apă.

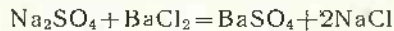
Exemplu. La titrarea a 100 ml apă cercetată s-au consumat 3,58 ml soluție 0,1 N de trilon B. Coeficientul de corecție a trilonului B este 0,95.

$$X = \frac{3,58 \cdot 0,1 \cdot 0,95 \cdot 1000}{100} = 3,4 \text{ mg ecv/l.}$$

Duritatea generală a apei este de 3,4 mg ecv/l.

Determinarea sărurilor acidului sulfuric (sulfaiilor)

Reacția calitativă. Acidul sulfuric se află în apă într-o stare legată în special cu potasiul (CaSO_4) sau cu metalele alcaline (Na_2SO_4 , K_2SO_4). Determinarea sulfaiilor se efectuează cu ajutorul bariului cloral (BaCl_2) care sedimentează sulfatii într-un precipitat alb cristalin — sulfatul de bariu, (BaSO_4), ce nu se dizolvă în acid clorhidric.



Sedimentul alb sub acțiunea bariului clorat poate forma de asemenea carbonați, fosfați și alte câteva săruri. Pentru prevenirea acestui fenomen, se adaugă în prealabil acid clorhidric, care transformă sărurile numite în cloruri, ce nu împiedică reacția de determinare a sărurilor acidului sulfuric.

Pentru verificarea componenței sedimentului, într-o eprubetă se adaugă 1 ml acid clorhidric. Dacă sedimentul nu s-a dizolvat, el este format din sulfat de bariu.

Determinarea fierului în apă

În apa cercetată (10 ml) se adaugă 2 picături de acid azotic, 1 ml soluție de 10% de rodanură de amoniu sau potasiu și 1—2 picături de apă oxigenată, după intensitatea culorii se determină conținutul sărurilor de fier (tab. 33).

Tabloul 33 Determinarea fierului în apă

Culoarea eprubetei	Conținutul de fier, mg/l
Lipsește	Mai mic de 0,05
Foarte slab galben-roz	0,1
Slab galben-roz	0,25
Gălbui-roz	0,5
Gălbui-roșietică	2,5
Roșu-aprins	5,0

CONDIȚIONAREA APEI

Coagularea apei

În calitate de coagulant, de obicei, se utilizează sulfatul de aluminiu. Adăugat în apă, în prezența carbonaților și hidrocarbonaților de calciu și magneziu, el formează hidroxid de aluminiu în formă de fulgi gelatinoși, ce au o suprafață activă mare. Sedimentându-se, fulgii atrag după sine substanțele în suspensie și parțial bacteriile, care nu au reușit să se sedimenteze și se opresc la filtrarea ulterioară.

Procesul de coagulare este favorizat de reacția alcalină a apei, ce depinde de cantitatea biocarbonaților de calciu și magneziu, de conținutul sporit al substanțelor suspendate, de temperatura apei și de doza de coagulant aleasă corect.

Alegerea dozei de coagulant. La epurarea apei prin coagulare trebuie aleasă doza de coagulant. La o cantitate insuficientă a coagulantului se formează puțini fulgi, adică se reduce eficiența epurării apei. Din cauza că nu fiecare coagulant în doze mari intră în reacție, apare sediment în apa limpezită, gustul ei devine acru.

Doza de coagulant se determină pe cale experimentală. Până la coagularea apei, trebuie aflată duritatea temporară, fiindcă de ea depinde viteza reacției. S-a stabilit o dependență directă între doza de coagulant și duritatea temporară a apei: doza maximă a coagulantului este egală aproximativ cu produsul dintre duritatea temporară în mg/ecv/l și 2,2. Dependența dozei de coagulant față de duritatea temporară e prezentată în tabelul 34.

Pregătirea soluției de 1% de sulfat de aluminiu. Pe un cântar de farmacie se cântărește 1 g sulfat de aluminiu. Cantitatea cântărită se triturează într-o piuliță cu un pic de apă distilată, se transferă într-un balon gradat sau cilindru, se aduce până la gradajia 100, se amestecă și este lăsată pentru sedimentare timp de 10—15 min.

Determinarea durității temporare a apei cerceiate. Într-o retortă se toarnă 100 ml apă, se adaugă 2 picături de metiloranj și se titrează cu o soluție de 0,1 N de acid clorhidric, până la schimbarea culorii. Cantitatea (ml) de acid, consumată pentru titrare este duritatea temporară în mg/ecv/l.

Calcularea dozei de coagulant. Se află după tabelul 34, reieșind din mărimea durității temporare a apei analizate, cantitatea (ml) soluției de 1% de sulfat de aluminiu, necesară pentru coagularea a 200 ml apă.

Coagularea apei și determinarea experimentală a dozei de coagulant. În trei pahare se toarnă câte 200 ml apă de analizat, apoi se adaugă cu pipeta cantitatea necesară de sulfat de aluminiu: în primul pahar — o doză anumită, în al doilea — cu 1 ml mai puțin, în al treilea — cu 1 ml mai mult. Conținutul paharelor se amestecă cu o baghetă de sticlă și se urmărește viteza de formare a fulgilor. Doza de coagulant se consideră aceea, la care formarea maximă de fulgi se observă peste 10 min.

Dacă formarea fulgilor se reține, atunci în apă se adaugă soluție de 1% de bicarbonat de sodiu într-o cantitate mai mică decât coagulantul luat.

Pentru determinarea definitivă a dozei de coagulant, mărimea

Tabelul 34. Cantitatea sulfatului de aluminiu stabilită prin calcul

Duritatea temporară, mg/ecv/l	Cantitatea soluției de 1% de sulfat de Al la 200 ml apă, ml	Cantitatea de sulfat de Al uscat la 1 l apă, g
1	2,4	0,11
2	4,5	0,22
3	6,8	0,33
4	9,0	0,44
5	11,3	0,56
6	13,6	0,66
7	16,0	0,78
8	18,0	0,88
9	20,0	1,0
10	23	1,1

stabilită prin experiență se micșorează cu 10%, fiindcă la coagularea cantităților mari de apă procesul decurge mai repede. Pentru coagularea 1 l apă această mărime se înmulțește cu 5.

După ce a fost stabilită doza finală a coagulantului la 1 l apă, se poate calcula cantitatea soluției de 1% de coagulant pentru orice volum de apă.

Exemplu. Să se afie cât coagulant uscat e necesar pentru coagularea a 1000 l apă.

Pentru determinarea durității temporare a apei la titrare s-au consumat 4 ml soluție de acid clorhidric. Deci, duritatea temporară este egală cu 4 mg/ecv/l. După tabelul 34 se determină doza de coagulant pentru 200 ml de apă. Ea este egală cu 9 ml soluție de coagulant de 1%.

Formarea optimă de fulgi s-a produs în paharul al doilea, unde s-au adăugat 8 ml soluție de coagulant de 1%. Deoarece pentru calcularea dozei finale a coagulantului mărimea calculată experimental trebuie micșorată cu 5%, ultima va constitui 7,6 ml soluție de coagulant de 1%. La recalcularea pentru coagulantul uscat, pe calea interpolării se află 0,36 g.

Pentru coagularea a 1000 l de apă sunt necesare $0,36 \cdot 1000 = 360$ g coagulant.

Dezinfectia apei

Cea mai răspândită metodă de dezinfecție a apei este clorinarea. Pentru această procedură se pot folosi clor gazos, lichid și preparate ce conțin clor activ.

Determinarea activității clorurii de var. Din diferite locuri ale ambalajului se iau 300—500 g clorură de var, se amestecă și din proba medie pe cântarul de farmacie se ia 1 g. Această cantitate se amestecă cu apă distilată într-un balon gradat până la 100 mg.

Soluția se lasă să se sedimenteze timp de 5—10 min, din stratul limpezit se iau 5 mg soluție. Într-o retortă conică se toarnă 50 ml apă distilată, 5 ml soluție pregătită de 1% de clorură de var, 5 ml soluție de iodură de potasiu de 5% și 1 ml acid clorhidric diluat 1:3. Clorul activ liber substituie din iodura de potasiu iodul, cantitatea căruia este echivalentă celei de clor. Iodul degajat se titrează cu soluție 0,01 N de tiosulfat de sodiu până la apariția unei culori galben-pal, se adaugă 1 ml soluție de 1% de amidon și se licrează până la dispariția culorii albastre. 1 ml soluție 0,01 N tiosulfat de sodiu leagă 1,269 mg/l iod, ce este echivalent cu 0,355 mg clor. Înmulțind 0,355 la cantitatea de ml de tiosulfat de sodiu consumat pentru titrare, se obține cantitatea de clor (mg) în 5 ml soluție de 1% de clorură de var.

În soluție de 1% de clorură de var se găsește 0,01 g sau 10 mg de clorură de var în 1 ml. Pentru calcularea activității clorurii de var, care se exprimă în %, se alcătuieste proporția:

în 0,01 g clorură de var — x g clor activ
în 100 mg clorură de var — x g clor activ,

unde U este conținutul clorului activ într-un ml soluție clorură de var de 1% sau în 0,01 g clorură de var uscată.

$$x = \frac{U \cdot 100}{0,01}$$

Deoarece clorul activ se calculează la 100 g clorură de var uscat, rezultatul obținut se exprimă în procente.

Exemplu. La titrarea a 5 ml soluție de clorură de var de 1% s-au consumat 30 ml soluție 0,01 N de tiosulfat de sodiu.

$$0,355 \cdot 30 = 10,650 \text{ g}$$

Prin urmare, în 5 ml soluție de clorură de var de 1% se află 10,650 mg clor activ. Într-un ml soluție de clorură de var — 10,65 mg:5 = 2,13 mg sau 0,0021 g clor activ.

Pentru calcularea activității clorurii de var se compune proporția:

0,01 g clorură de var uscată — 0,0021 g clor activ
100 g clorură de var uscată — x g clor activ

$$x = \frac{0,0021 \cdot 100}{0,01} = 21\%$$

Astfel, activitatea clorurii de var cercetată este de 21%.

Alegerea dozei de clor pentru dezinsecția apei. Pentru alegerea dozei de clor se efectuează clorinarea experimentală a unui litru de apă cu o soluție de clorură de var de 1%.

Dezinsecția trebuie să se facă în așa fel, încât peste 30 min de contact al clorului cu apa, clorul rezidual liber în apa cercetată să fie în limitele de 0,3—0,5 mg/l, iar al clorului fixat după un contact de 1 oră — 0,8—1,2 mg/l.

Alegerea dozei de clor pentru clorinare depinde de proprietățile chimice și fizice ale apei. În acest scop se iau 4—6 mg/l clor activ, la 1 l apă se adaugă doza aleasă de clor. Pentru aceasta trebuie să se determine în ce volum de soluție de 1% de clorură de var se găsește cantitatea necesară de clor activ. Într-o retortă cu 1 l apă se adaugă volumul necesar de soluție de 1% de clorură de var, se agită bine și se lasă 30 min pentru dezinsecție. Apoi se determină ce cantitate de clor activ a rămas în apa dezinsecțată. Pentru aceasta într-o retortă se toarnă 100 ml apă dezinsecțată, se adaugă 5 ml soluție de 5% de iodură de potasiu, 1 ml acid clorhidric de 1%, 1 ml soluție de 1% de tamiidon și se titrează până la decolorare cu soluție 0,01 N de tiosulfat de sodiu. Titrarea se efectuează repede, deoarece culoarea reușește să se restabilească și soluția poate fi ușor supratitrată.

Cantitatea consumată de soluție 0,01 N de tiosulfat de sodiu se înmulțește cu 0,355, cu 10 și se află cantitatea clorului rezidual.

Absorbția de clor se calculează scăzând din cantitatea inițială de clor activ adăugat cantitatea de clor rezidual.

Necesitatea de clor reprezintă absorbția de clor + 0,3—0,5 mg clor rezidual liber.

Exemplu. Pentru clorinarea de probă s-a hotărât să se ia 6 mg/l clor activ. Deoarece, după calculul exemplului precedent, 1 ml soluție de 1% de clorură de var conține 2,13 mg clor activ, atunci 6 mg de această substanță se vor afla în 2,8 ml soluție de 1% de clorură de var.

$$1 \text{ ml} - 2,13 \text{ mg} \quad X = \frac{6-1}{2,13} = 2,8 \text{ ml}$$

$x - 6 \text{ mg}$

În apă s-au introdus 2,8 ml soluție de 1% de clorură de var.

Peste 30 min de contact la titrarea a 100 ml apă s-a consumat 1 ml soluție 0,01 N de tiosulfat de sodiu.

$$6 \text{ mg} - 3,5 \text{ mg} = 2,5 \text{ mg} \\ 1 \cdot 0,355 \cdot 10 = 3,5 \text{ mg clor activ}$$

Absorbția de clor în cazul dat constituie 2,5 mg clor.

Necesitatea de clor este egală cu $2,5 \text{ mg} + 0,5 \text{ mg} = 3, \text{ mg/l}$ clor.

Ulterior e necesar a determina ce cantitate de clorură de var uscat e nevoie pentru clorinarea a 1 l apă. În exemplul dat acțiunea clorurii de var este de 21%, necesitatea de clor — 3 mg/l (0,003 g/l).

Se alcătuiește proporția:

100 g clorură conține 21 g clor activ

$x - 0,003 \text{ g}$

$$x = \frac{0,003 \cdot 100}{21} = 0,015 \text{ g}$$

Prin urmare, pentru clorinarea 1 l de apă trebuie 0,015 g clorură de var uscată.

Pentru clorinarea a 1000 l apă vor fi necesare 15 g clorură de var uscată.

Dezinfectia apei din fântână cu ajutorul capsulelor

În localitățile rurale, unde aprovizionarea cu apă se face din fântâni, de asemenea trebuie asigurată o dezinfectare bună a apei. Pentru aceasta se folosesc capsule de ceramică, ce conțin agenți de dezinfectare (clorură de var sau hipoclorit de calciu). Cantitatea reagentului dezinfectant se ia în funcție de debitul izvorului, de captarea diurnă și de nivelul absorbției de clor. Calculul se face după formula:

$$x = 0,07 a + 0,08 b + 0,02 c + 0,14 \text{ g.}$$

unde x este cantitatea de preparat dezinfectant, kg; a — volumul de apă în fântână, m^3 ; b — debitul fântânii, $\text{m}^3/\text{oră}$; c — captarea diurnă, $\text{m}^3 \text{ g}$ — mărimea absorbției de clor, mg/l.

Formula este dată pentru calcularea hipocloritului de calciu,

ce conține 52% de clor activ. Pentru clorura de var, ce conține în medie 25% de clor activ, calculul se face după aceeași formulă, dar cantitatea preparatului se mărește de 2 ori. Capsula asigură dezinfecția apei timp de 3 luni. Apoi ea este introdusă într-o soluție de acid acetic pentru înlăturarea sărurilor sedimentate, se umple iar cu reagent și poate fi folosită din nou.

Exemplu. Volumul de apă în fântână este $3,1 \text{ m}^3$, debitul — $0,5 \text{ m}^3/\text{oră}$, mărimea absorbției de clor în apă — $0,3 \text{ mg/l}$, captarea diurnă constituie $3,5 \text{ m}^3$. Câte grame de hipoclorit de calciu sunt necesare pentru dezinfecția apei?

$$x = 0,07 \cdot 3,1 + 0,8 \cdot 0,5 + 0,02 \cdot 3,5 + 0,14 \cdot 0,3 = 0,369 \text{ kg sau } 369 \text{ g.}$$

În capsulă trebuie să se introducă 369 g hipoclorit de calciu sau 738 g de clorură de var de 25% activitate.