

Problema 17. De determinat cubajul încăperii didactice pentru 25 de locuri, dacă mărimea admisibilă de CO_2 este 0,1%.

Problema 18. Suprafața cabinetului de stomatologie terapeutică cu trei fotolii e de 30 m^2 , înălțimea de 3 m. Care trebuie să fie volumul de ventilație pentru astfel de încăpere, socotind 14 m^3 pentru un fotoliu?

Problema 19. Ventilația artificială din laboratorul de tehnică dentară cu volumul de 44 m^3 asigură un schimb dublu de aer timp de o oră. E suficientă oare o astfel de ventilație?

Problema 20. În laboratorul clinic al spitalului de copii lucrează 6 oameni. Suprafața încăperii este de 40 m^2 , înălțimea de 3,6 m. Fiecare colaborator timp de o oră expiră în medie 25 l de CO_2 . Multiplul schimbului de aer e de 0,5. Care-i concentrația de CO_2 în laborator în condițiile date? De calculat ce multiplu de schimb al aerului e necesar pentru asigurarea purității aerului (CO_2 să nu depășească limita admisibilă).

Problema 21. Într-un salon cu cubajul de 54 m^3 se află 3 bolnavi. Pentru aerisire se deschide oberlihtul timp de 10 min peste fiecare oră. Viteza de mișcare a aerului este de 1 m/s, suprafața oberlihtului constituie $0,15 \text{ m}^2$. Apreciați ventilația încăperii.

Problema 22. Cubajul salonului din secția de chirurgie facială e de 80 m^3 . În salon se află 4 persoane. Care trebuie să fie multiplul schimbului de aer, dacă volumul de aer necesar pentru un bolnav într-o oră e de 80 m^3 ?

Tema: Aprecierea igienică a calității apei potabile

SCOPUL LUCRĂRII

1. A sistematiza și a întări cunoștințele studenților referitoare la importanța apei în răspândirea bolilor infecțioase și neinfecțioase.

2. A însuși măsurile de prevenire a bolilor cauzate de folosirea apei necalitative.

3. A însuși metodele de determinare a proprietăților fizice și chimice de poluare a apei cu substanțe organice. A putea aprecia rezultatele obținute.

CUNOȘTINȚE INIȚIALE

1. Importanța fiziologică a apei.
2. Influența componenței chimice a apei asupra sănătății populației, însemnătatea ei epidemiologică.

INTREBĂRI DE CONTROL

1. Importanța fiziologică și igienică a apei. Influența calității apei și a condițiilor de alimentare cu apă asupra sănătății populației și a condițiilor sanitare ale vieții. Normele de folosire a apei.

2. Bolile infecțioase transmise prin apă. Particularitățile epidemiilor hidrice, profilaxia lor.

3. Bolile de natură neinfecțioasă cauzate de folosirea apei necalitative și profilaxia lor.

4. Aprecierea calității apei potabile în cadrul alimentării centralizate cu apă.

5. Aprecierea apei potabile din sursele locale de alimentare cu apă.

Cerințele igienice față de amenajarea fântinilor.

6. Indicii componenței minerale a apei potabile și importanța lor igienică.

7. Importanța igienică a iodului și a fluorului. Normativele fluorului în apa potabilă și argumentarea lor.

8. Indicii chimici de poluare a apei cu substanțe organice și agenți patogeni.

9. Methemoglobinemia hidrică și profilaxia ei.

LUCRUL DE SINE STATĂTOR

1. Determinarea indicilor organoleptici ai calității apei (culoarea, mirosul, gustul, transparența).

2. Determinarea amoniacului, nitriților, nitraților, clorurilor, sulfatilor, fierului.

3. Determinarea durtății generale, oxidabilității.

4. Determinarea fluorului prin metoda de colarimetrie simplificată.

5. Concluzii la rezultatele obținute.

DEPRINDERI PRACTICE

A însuși metodele de apreciere a calității apei.

RAPORT DESPRE LUCRUL EFECTUAT

1. Sursa de apă, timpul și volumul probei recoltate ...

2. Mirosul ... grade.

3. Gustul ... grade.

4. Transparența ... cm.

5. Culoarea ... grade.

6. pH ...

7. Amoniacul ... mg/l.

8. Nitriții ... mg/l.
9. Nitrații ... mg/l.
10. Clorurile ... mg/l.
11. Sulfurile ... mg/l.
12. Fierul ... mg/l.
13. Fluorul ... mg/l.
14. Duritatea generală ... mg/echivalent/l.
15. Oxidabilitatea ... mg/l O₂.
16. Concluziile.

ANALIZA CALITĂȚII APEI. CERINȚELE FAȚA DE APA POTABILA

Din punct de vedere igienic prin calitatea apei înțelegem ansamblul de proprietăți ce determină utilitatea ei în vederea îndestulării cerințelor fiziologice și menajere.

Componența chimică a apei trebuie să fie stabilă și să nu înrăutățească proprietățile ei organoleptice. Apa nu trebuie să conțină substanțe toxice și radioactive mai mult decât concentrațiile maxime admise.

În apa potabilă nu trebuie să se găsească microfloră patogenă și ouă de helminți.

La baza normării igienice a calității apei e pus STAS-ul «Apa potabilă».

Determinarea proprietăților fizice ale apei

Determinarea temperaturii se efectuează la fața locului, fie în proba recoltată sau 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 nu mai puțin de 1 l se toarnă într-un vas, temperatura căruia este adusă pînă la temperatura apei recoltate. Vasul trebuie să fie protejat de încălzire sau răcire. Termometrul se cufundă și peste 5—10 min se citesc rezultatele.

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

Ridicarea temperaturii apei din bazin survenite în urma evacuării apelor reziduale de producție, de regulă, influențează negativ asupra vieții 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, ca rezultat al 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. La aprecierea calității apei destinate pentru scopurile potabile și menajere mirosul este unul din indicii principali, deoarece la determinarea unor substanțe chimice el este un indice sensibil. Mirosurile se deosebesc după caracter și intensitate.

După caracterul lor mirosurile apei pot fi de origine naturală (influențate de organismele ce trăiesc și mor în apă, maluri, solurile înconjurătoare) și de origine artificială (influențate de apele industriale și de uz casnic, reactivii adăugați în apă la prelucrarea ei). Mirosurile (de origine naturală) se apreciază în corespundere cu tabelul 57.

Mirosurile de origine artificială se caracterizează după numirea substanțelor corespunzătoare: de fenol, de clorfenol, de camfor, de benzină, de clor etc. Determinarea intensității mirosului se face după tabelul 58 și se apreciază în grade. Mirosul apei potabile nu va fi mai mare de 2 grade.

Apa pentru analiză este turnată într-un balon cu un volum de 150—200 ml, se acoperă cu 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 pînă la 60°C. Încălzirea se execută în același balon acoperit cu sticlă pentru ceasornic.

La efectuarea lucrării pentru aprecierea mirosului trebuie respectate următoarele condiții: aerul din încăpere, hainele, miinile observatorului trebuie să fie fără miros. Una și aceeași persoană nu trebuie să determine intensitatea mirosului timp îndelungat, deoarece survine oboseala, obișnuința.

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

Tabelul 57. Scara tipului de miros

Caracterul mirosului	Felul de miros aproximativ
Aromatic	De pepene, de floare
De baltă	Milos, tinos
De putregai	De fecale, de scurgeri reziduale
De lemn	Miros de surcea udă, de coajă de lemn
De pămînt	Putred, proaspăt arat, putregăios
De mucegai	Rînced, stătut
De pește	Untură de pește, de pește
De hidrogen sulfurat	De ouă clocite
De iarbă	De iarbă cosită, de fîn
Nedefinit	Mirosurile de origine naturală, ce nu corespund determinărilor precedente

Tabelul 58. Scara intensității mirosului

Gradul	Intensitatea	Determinările descriptive
0	—	Lipsa mirosului perceptibil
1	Foarte slab	Miros ce nu este perceput de consumator, dar este perceput în laborator de personalul experimentat
2	Slab	Miros ce nu atrage atenția consumatorului, dar care poate fi observat, dacă este indicat
3	Se observă	Miros ce este ușor perceput și poate servi drept motiv de suspiciune a apei.
4	Pronunțat	Miros ce atrage asupra sa atenția și face apa neplăcută pentru băut
5	Foarte puternic	Mirosul este așa de puternic, încît face apa de nefolositor

Gustul se determină organoleptic calitativ și după intensitate. Se deosebesc patru feluri de gust: sărat, amar, dulce, acru. Celelalte feluri de senzații gustative se numesc gusturi specifice sau particulare. Caracteristica calitativă a gustului specific se determină după indicii existenți: de clor, de pește, metalic etc.

Intensitatea gustului și gustului specific se apreciază după sistemul de 5 grade la fel ca și mirosul (tab. 59).

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. El reprezintă un cilindru 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 o depărtare de 1 m de la fereastră. Apa cercetată este bine agitată și turnată în cilindru la înălțimea ce corespunde transparenței probabile a apei. Pe urmă cilindrul se fixează deasupra unei inscripții la înălțimea de 4 cm. Adăugînd sau vîrsînd apa din cilindru, se găsește înălțimea maximă a coloanei de apă, la care citirea caracterelor este posibilă. Transparența se exprimă în centimetri cu precizie pînă la 0,5 cm.

Model de inscripție pentru determinarea transparenței apei:

Dezvoltarea gospodăriei piscicole este una din problemele principale ale țării 54178309

Tabelul 59. Scara intensității gustului și gustului specific

Gradul	Gustul și gustul specific	Gradul	Gustul și gustul specific
0	—	3	Se observă
1	Foarte slab	4	Pronunțat
2	Slab	5	Foarte puternic

Determinarea culorii. Culoarea apei naturale este condiționată de compușii chimici. Pe lîngă aceasta, culoarea apei poate fi influențată și de compușii fierului, de algele ce înfloresc. În afară de culoare naturală (cafeniu, 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 cu ape reziduale, 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 în cantitate nu mai puțin de 40 ml se toarnă într-un cilindru incolor, în al doilea cilindru se toarnă aceeași cantitate de apă distilată. Compararea culorii apei analizate și distilate se efectuează pe o foaie de hîrtie albă.

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

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

În cilindrul Nessler se toarnă 100 ml de apă pentru analiză și se efectuează vizionarea de sus pe un fond alb, căutînd acel cilindru cu care culoarea apei analizate este identică. Culoarea se exprimă în grade. Apa turbure de o transparență mai jos de 20 cm pînă la determinare trebuie filtrată.

Determinarea indicilor chimici ai calității apei

Determinarea reacției cu ajutorul hîrtiei indicatoare universale. Apa majorității surselor naturale are pH de 6,5—8,5. Devierea de la aceste mărimi poate servi drept indice că în rezervor au pătruns ape reziduale alcaline sau acide de la întreprinderile industriale.

Fîșia de hîrtie indicatoare se cufundă în eprubeta cu apă pe 10—15 s, apoi intensitatea culorii imediat se compară cu scara alăturată la indicatorul universal. Schimbarea intensității culorii corespunde concentrației de ioni de hidrogen. Diapazonul de măsurare pH este de la 1,0 pînă la 10, cu exactitate de o unitate.

Determinarea compușilor azotului. Compușii azotului în apă pot fi atît în componența substanțelor organice, cît și a celor neorganice. O însemnătate epidemiologică are azotul ce constituie un product al descompunerii proteinelor animale. Proteina animală, de regulă, nimerește în sursa de apă împreună cu apele reziduale. Prezența ei este un indice secundar al poluării apei cu flora patogenă. Proteina se descompune pînă la amoniac, nitriți și nitrați. Prezența în apă a amoniacului indică poluare recentă a apei; a nitriților, poluare de 2—3 săptămîni; a amoniacului, nitriților și nitraților, poluare de lungă durată. Dacă în apă se află numai nitrați, aceasta este o mărturie că procesul nitrificației s-a sfîrșit.

Tabelul 60. Conținutul aproximativ al azotului amoniacal

Culoarea la vizionarea de sus în jos	Conținutul, mg/l	Culoarea la vizionarea de sus în jos	Conținutul, mg/l
Nu este	Mai puțin de 0,04	Galbenă-deschis	0,8
Abia galbenă	0,08	Galbenă	2,0
Gălbuie	0,2—0,4	Galbenă-brună	4,0
		Brună-intens (roșcat), soluție tulbure	8,0 și mai sus

Nici amoniacul, nici nitriții nu sînt normați de STAS. În apa curată, după normativele igienice, se permite conținerea amoniacului pînă la 0,1 mg/l, a nitriților pînă la 0,002 mg/l. Nitrații se normează de STAS în cantitate de 45 mg/l drept substanță toxică, capabilă să provoace methemoglobinemie hidrică.

Azotul amoniacal

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

Azotul amoniacal se determină calitativ și cantitativ.

Determinarea calitativă, ca una din cele mai simple și mai rapide, se efectuează pentru precizarea prezenței amoniacului în apa analizată și stabilirea (în caz de concentrații mari de amoniac) gradului de dizolvare pentru analiza cantitativă ulterioară.

Dacă reacția calitativă este negativă, cercetările se întrerup, dacă e pozitivă se trece la determinarea ei cantitativă.

Determinarea calitativă. 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 de reactiv Nessler. Apariția peste 5—10 min a culorii galbene demonstrează prezența în apă a azotului amoniacal. Conținutul aproximativ se determină după tabelul 60.

Determinarea cantitativă se efectuează prin metoda calorimetrică în cilindrul lui Ghener sau prin utilizarea scării colorimetrice. La volumul de apă cercetat se adaugă reactivul Nessler. În consecință apa se colorează într-o culoare galbenă de o intensitate diferită, în dependență de conținutul în ea a azotului amoniacal.

Proba de apă este comparată cu soluția-standard de clorură de amoniu, ce conține o cantitate anumită de amoniac și de asemenea este colorată în culoare galbenă de reactivul lui Nessler.

Compararea intensității de culoare a apei cu soluția standard dă posibilitate de a calcula conținutul de amoniac în apa cercetată.

Cercetarea cu aplicarea cilindrilor Gener. Cantitatea de apă folosită pentru analiză se ia pornind de la rezultatele probei calita-

tive cu cantități determinate aproximativ. Concentrația admisă pentru colorimetrie e în limitele de 0,05—5 mg/l. La concentrația azotului amoniacal ce nu depășește 5 mg/l pentru cercetări se iau 100 ml de apă. Dacă concentrația este mai mare, atunci apa analizată se diluează cu apă distilată fără amoniac. Rezultatul final este mărit de atîtea ori, de cîte ori a fost diluată apa supusă analizei.

Pentru cercetări se iau doi cilindri Gener. În cilindrul cu semnul «C» se toarnă 100 ml de apă cercetată, se adaugă 2 ml de sarea lui Seignette. În cilindrul cu semnul «S» (soluția standard) se toarnă 1 ml de amoniu clorat ce conține 0,05 mg de azot amoniacal și se adaugă pînă la 100 ml de apă distilată. Pe urmă în ambii cilindri se adaugă cîte 2 ml de reactiv Nessler. După 5—10 min se compară culoarea apei cercetate cu culoarea standardului. Pentru determinarea culorii, cilindrii se privesc pe un fond alb sub un unghi de 45° față de lumină. În cazul cînd culoarea în ambii cilindri va fi identică, atunci în 100 ml de apă analizată se găsește atît azot de amoniac, cît în soluția standard, adică 0,05 mg în 100 ml, iar într-un l, 0,5 mg. Dacă culoarea nu este identică, atunci ea este egalată prin turnarea lichidului din cilindrul colorat mai intens prin robinet într-un balon curat.

Pot exista două variante de calcul.

Varianta întâi: apa cercetată este colorată mai intens decît standardul. Colorația a devenit identică, cînd s-au vărsat 40 ml din apa analizată. Respectiv, în 60 ml de apă cercetată se află atîta azot amoniacal, cît în 100 ml soluție standard, adică 0,05 mg. Astfel, un litru de apă va conține

$$\frac{0,05 \times 1000}{60} = 0,83 \text{ (mg/l)}.$$

Varianta a doua: culoarea soluției standard este mai intensă decît apa cercetată. Ea a devenit identică după vărsarea a 30 ml de apă din soluție. Deci, în apa cercetată se găsește atît azot de amoniac, cît în 70 ml de soluție standard.

Astfel:

100 ml de soluție standard conține 0,05 mg azot de amoniac;

70 ml soluție standard conține x mg azot de amoniac.

De unde

$$x = \frac{0,05 \times 70}{100} = 0,035 \text{ (mg/l)}.$$

Prin urmare, într-un litru de apă se va afla: 0,035 mg azot de amoniac.

Cercetarea cu folosirea scării colorimetrice. Determinarea colorimetrică a azotului amoniacal în apă poate fi efectuată cu un colorimetru simplu, compus dintr-un set de cilindri cu volumul de 100 ml. Pentru pregătirea scării colorimetrice în cilindri se adaugă

o soluție standard de clorură de amoniu, ce conține în 1 ml 0,01 mg de azot de amoniac.

În cilindrul nr. 1 se adaugă 0,5 ml; în cilindrul nr. 2, 1 ml; în cilindrul nr. 3, 1,5 ml; în cilindrul nr. 4, 2 ml; în cilindrul nr. 5, 2,5 ml etc.

Apoi în cilindrii cu soluția standard de clorură de amoniu se adaugă pînă la 100 ml apă distilată și se amestecă cu o baghetă de sticlă. După aceasta în toți cilindrii se toarnă cîte 2 ml de soluție de sare Seignette de 50% și cîte 2 ml de reactiv Nessler, se amestecă a doua oară.

Sarea Seignette de 50% reține în soluție calciul, magneziul, fierul, manganul, care cu reactivul Nessler formează sedimente ce împiedică determinarea amoniacului.

Apa cercetată în cantitate de 100 ml se toarnă într-un cilindru, analogic cilindrilor scării de standard. În apă se adaugă 2 ml de soluție de sare Seignette de 50%, 2 ml de reactiv Nessler, se amestecă și peste 10 min se colorimetreză.

Să admitem că intensitatea culorii apei cercetate e identică cu culoarea în cilindrul nr. 4, ce conține 2 ml de soluție de clorură de amoniu. Prin urmare, în 100 ml de apă cercetată se află $0,01 \times 2 = 0,02$ mg de azot de amoniac, în 1 l, 0,2 mg.

Azotul de nitriți

Metoda se bazează pe formarea compușilor de azot viu colorați la interacțiunea nitriților (în mediu acid) cu reactivul Griess (amestec de alfa-naftilamină și acid sulfonic în mediu acetic). În dependență de concentrația nitriților, reactivul dă o culoare de la roz pînă la roșu-aprins. La încălzirea apei procesul decurge mai energetic. Metoda Griess este foarte sensibilă și permite a determina conținutul azotului de nitriți pînă la 0,001 mg/l. Determinarea se efectuează calitativ și cantitativ.

Determinarea calitativă. În eprubetă se toarnă 10 ml de apă cercetată, 0,5 ml de reactiv Griess și se încălzește într-o baie de apă timp de 5 min pînă la 70—80°. Apariția culorii roz demonstrează prezența în apă a azotului de nitriți. Conținutul aproximativ se determină după tabelul 61.

Determinarea cantitativă se execută prin metoda colorimetrică în cilindrul Gener sau după scara colorimetrică. La un volum dat de apă cercetată se adaugă reactiv Griess. Ca rezultat apa se colorează în roz de o intensitate variată. Proba de apă este comparată cu soluția standard de nitriți de sodiu.

Compararea intensității culorii apei cercetate cu soluția standard avantajează calcularea conținutului de nitriți în apă.

Cercetarea cu folosirea cilindrilor lui Gener. Volumul de apă cercetată se ia pornind de la rezultatele aprecierii cantitative aproximative. Concentrația admisă pentru colorimetrie e în limitele 0,001—0,1 mg/l. La concentrația azotului de nitriți ce nu depășește 0,1 mg/l pentru cercetare se iau 100 ml de apă. Dacă concentrația

Tabelul 61. Conținutul aproximativ al azotului de nitriți

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

e mai mare, atunci apa analizată se diluează cu apă distilată. Rezultatul final se mărește de atîtea ori, de cîte ori a fost diluată apa.

Pentru cercetare se iau 2 cilindri Gener: în cilindrul cu semnul «C» (apă cercetată) se toarnă 100 ml sau altă cantitate necesară de apă, luînd drept bază rezultatele analizei calitative a apei cercetate cantitativ.

În cilindrul cu semnul «S» (soluție standard) se toarnă 3 ml de soluție de nitrit de sodiu ce conține 0,001 mg de nitriți în 1 ml și se adaugă apă distilată pînă la 100 ml. Apoi în ambii cilindri se adaugă 5 ml de reactiv Griess și se lasă la temperatura camerei pe 20 min sau se introduc în baia de apă la o temperatură de 50—60°C pe 10 min. După aceasta se compară culoarea din ambii cilindri. În cazul necorespunderii culorii, se varsă lichidul din acel cilindru, în care intensitatea culorii e mai pronunțată, pînă la nivelarea culorii în ambii cilindri. Ordinea de calcul e aceeași ca și la determinarea amoniacului.

Să admitem că în cilindrul de control cu semnul «S» s-au introdus 3 ml de soluție standard. Culoarea în ambii cilindri a devenit la fel, după ce din cilindrul cu soluție standard s-au vărsat 20 ml de lichid.

Dacă 100 ml de lichid din acest cilindru conține 3 ml de soluție standard (0,003 mg de azot de nitriți), atunci în restul 80 ml va fi

$$\frac{0,003 \times 80}{100} = 0,0024 \text{ (mg/l)}.$$

Deoarece nivelarea culorii s-a efectuat cu cilindru în care au fost 100 ml de apă cercetată, atunci în cazul dat 100 ml de apă va conține 0,0024 mg de azot de nitriți.

Tabelul 62. Conținutul aproximativ al azotului de nitrați

Culoarea la vizionarea de sus în jos	Conținutul, mg/l	Culoarea la vizionarea de sus în jos	Conținutul, mg/l
Distinsă numai în comparație cu controlul	0,5	Galbenă-pal	5,0—10
Galbenă-deschis abia distinsă	1,0	Galbenă-deschis	25
		Galbenă	50
		Galbenă-intens	100

Dacă intensitatea culorii apei cercetate e mai mare decât soluția standard, apa este vărsată din cilindrul «C» pînă la nivelarea culorii. De pildă, dacă colorația s-a nivelat la vărsarea a 15 ml, atunci 85 ml de apă cercetată va conține 0,003 azot de nitriți, iar 100 ml

$$\frac{0,003 \times 1000}{85} = 0,035 \text{ (mg/l)}.$$

Cercetarea cu folosirea scării colorimetrice. Determinarea azotului de nitriți în apa cercetată se efectuează tot așa ca și determinarea azotului de amoniac în cilindrii cu capacitatea de 100 ml.

Pentru pregătirea scării colorimetrice în cilindri se adaugă o soluție standard de nitrit de sodiu, care în 1 ml conține 0,001 mg de azot de nitriți.

În cilindrul nr. 1 se adaugă 0,5 ml; 1 ml în cilindrul nr. 2, 1,5 ml în cilindrul nr. 3, 2 ml în cilindrul nr. 4, 2,5 ml în cilindrul nr. 5. Pe urmă, volumul cu soluția standard de nitrit de sodiu e adus pînă la 100 ml de apă distilată și se amestecă cu o baghetă de sticlă. După aceasta în toți cilindrii se adaugă cîte 5 ml de reactiv Griess, se amestecă a doua oară și peste 20 min se colorimetrează.

Apa cercetată în cantitate de 100 ml se toarnă într-un cilindru analogic cilindrilor scării standard și se adaugă 5 ml de reactiv Griess, se amestecă. Culoarea peste 20 min se compară cu scara standard. Dacă cilindrul este situat într-o baie de apă cu temperatura de 50—60°, cercetarea se poate efectua peste 10 min. Să presupunem că intensitatea culorii apei cercetate este identică cu culoarea din cilindrul nr. 3, ce conține 1,5 ml de soluție nitrit de sodiu. Prin urmare, în 100 ml de apă cercetată se găsesc $0,001 \times 1,5$ mg azot de nitriți și 0,015 mg în 1 l.

Azotul de nitrați

Metoda este bazată pe faptul că sărurile de nitrați de sodiu în prezența fenolului și acidului sulfuric formează acidul pictic, care cu ajutorul amoniacului este transformat în pictinat de amoniu — un compus de culoare galbenă. Intensitatea culorii depinde de conținutul nitraților. Determinarea se poate efectua calitativ și cantitativ.

Determinarea calitativă cu o apreciere cantitativă aproximativă. Într-o eprubetă cu un diametru de 13—14 mm se toarnă 10 ml de apă cercetată, 1 ml de acid disulfenolic, cărui i se dă drumul din pipetă în așa mod, încît picăturile să cadă pe suprafața apei. Apoi se adaugă 1 ml de soluție de amoniac de 10%. Conținutul eprubetei se amestecă și peste 20 min, comparînd gradul de colorație cu datele din tabelul 62, se determină, aproximativ, conținutul azotului de nitrați.

Determinarea cantitativă a azotului de nitrați se poate efectua în cilindrii Gener sau prin folosirea scării colorimetrice.

Determinarea în cilindrii Gener. Într-un mojar de porțelan se toarnă 10 ml de apă cercetată, în altul 10 ml de soluție standard, 1 ml al căreia conține 0,01 mg azot de nitrați. Conținutul primului și al doilea mojar de porțelan se evaporă pînă la uscat. Pe urmă în fiecare mojar se introduce 1 ml de soluție de acid disulfenolic, omogenizat cu o baghetă de sticlă. Peste 5 min se adaugă 15 ml de apă distilată și 10 ml de soluție de amoniac de 10%. Apariția culorii galbene demonstrează prezența în apă a nitraților.

După aceasta soluțiile colorate se toarnă în retorte gradate de 100 ml, clătind mojaralele de 2—3 ori cu apă distilată, care, de asemenea, este turnată în retortă și volumul soluțiilor este adus cu apă distilată pînă la gradația 100.

Soluțiile colorate se toarnă în cilindrii Gener. Cercetarea și calcularea se efectuează tot așa, ca și la determinarea azotului de amoniac sau de nitriți, cu diferența că pentru cercetare s-au luat nu 100, ci 10 ml de apă.

Determinarea cu scara colorimetrică. Pregătirea apei și a soluției standard este analogică cu cea descrisă mai sus. Din retorta gradată apa colorată cercetată se toarnă nu în cilindrul Gener, ci în cilindrul colorimetric cu o capacitate de 100 ml dotat cu semnul «C». Scara colorimetrică se face în felul următor. În cilindrul nr. 1 se adaugă 0,5 ml de soluție standard (soluția din retorta gradată a doua), tratată cu acid disulfenolic; 0,5 ml de soluție conține 0,005 mg azot de nitrați. În cilindrul nr. 2 se adaugă 1 ml de soluție standard, ce conține 0,01 mg de azot de nitrați, în cilindrul nr. 3 se introduc 2 ml, ce conțin 0,02 mg azot de nitrați, iar în cilindrul nr. 4, se toarnă 3 ml, ce conțin 0,03 mg azot de nitrați etc. În toți cilindrii volumul de lichid se aduce pînă la 100 ml.

Cercetarea și calculul se efectuează la fel ca și la determinarea azotului de amoniac de nitriți. La calcularea unui litru rezultatul obținut la colorimetrie se mărește de 100 de ori, fiindcă pentru cercetare s-au luat 10 ml de apă.

Determinarea nitraților cu difenilamină. Reacția calitativă. Reacția la sărurile acidului azotic se efectuează cu difenilamină ($\text{HN}(\text{C}_6\text{H}_5)_2$) sau brucină ($\text{C}_{23}\text{H}_{26}\text{N}_2\text{O}_4$).

Pentru acest scop într-o eprubetă se toarnă 2 ml de apă cercetată, se aruncă în ea cu ajutorul baghetei de sticlă cîteva cristale de difenilamină sau brucină și se toarnă atent pe perete cîteva picături de acid sulfuric concentrat.

La prezența sărurilor de acid azotic se produce colorația: la reacția cu difenilamină — siniliu, la reacția cu brucină — roz-intens, ce trece repede în galben.

La prezența acidului azotos nu se poate aplica difenilamina, deoarece el capătă împreună cu difenilamina, de asemenea, o culoare sinilie. La cantitățile mici de săruri de acid azotic se recomandă preventiv de evaporat apa pe-o baie de apă. Ca rezultat cantitatea de acid azotic în proba luată se mărește și reacția se manifestă mai intens (tab. 63).

Tabelul 63. Determinarea aproximativă a nitraților cu difenilamină

Culoarea după adăugarea reactivului	Conținutul azotului de nitrați, mg/l
După 5 min la hotarul lichidelor colorație nu este	Mai puțin de 0,1
După 3—4 min la hotar se observă o dungă de abia observată, nedefinită, de o culoare liliachie-cenușie	0,1
După 10 min dunga este foarte slab colorată. Timp de 1 min dunga se colorează slab într-o culoare liliachie-cenușie. După 10 min, dunga este liliachie-cenușie cu lățimea de circa 1 mm	0,5
Dunga apare clară deodată. După 1—2 min dunga e albăstrie-liliachie cu o nuanță de un roz-pal pe la margini. După 10 min lățimea dungii este de 2 mm, colorația e aceeași	1,0
Dunga e liliachie-albastră, compactă, lățimea e de 0,5 mm. După 1—2 min dunga e albastră-deschis, cu o lățime de 2 mm. De jos se observă o stratificare	2,0
Dunga e albastră, compactă, cu o lățime de 1 mm. După 1—2 min dunga se stratifică și deasupra apare o nuanță verzuie foarte slabă. Stratul albastru, alb, albastru. După 10 min lățimea dungii stratificate este de 2,5—3 mm. Partea ei de sus este de culoare verde murdar	5,0
Dunga e albastră, compactă, se stratifică deodată. De sus se colorează în verde murdar, după 5 min capătă o nuanță cafenie. După 10 min lățimea generală a stratului e de 4—5 mm. Stratul de sus cafeniu ușor se stratifică	10,0
Dunga e de un albastru viu, stratificată, lățimea e de 2—4 mm. Partea superioară se colorează într-o culoare verde murdar, repede capătă o nuanță cafenie. Stratul de apă deasupra dungii este de o culoare galbenă-pal. După 10 min apar 5 straturi cu lățimea de 5—6 mm	20,0
Dunga e albastră-închis 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 de 7—8 mm	100,0

Determinarea oxidabilității

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 ce pot nimeri în sursele de apă împreună cu torențele de ploaie. Dar cantitatea cea mai mare survine cu apele reziduale. Oxidabilitatea este un indice chimic indirect de poluare a apei cu ape reziduale. Cu cât oxidabilitatea este mai mare, cu atât mai multe substanțe organice sînt în apă și cu atât e mai mare posibilitatea prezenței microflorei patogene. Apele curate au oxidabilitatea de 2—4 mg de oxigen la un litru.

Principiul metodei. Permanganatul de potasiu la fierbere în mediu acid se descompune cu eliminarea oxigenului atomic, care oxidează substanțele organice. După cantitatea de oxigen consumat este calculată oxidabilitatea apei.

Metoda determinării. Într-un balon conic cu o capacitate de 250 ml se toarnă 100 ml de apă cercetată, se adaugă 5 ml de acid

sulfuric de 25%, 10 ml de 0,01 N soluție de permanganat de potasiu și, acoperind balonul cu sticla de ceasornic, se fierbe 10 min.

De menționat că nuanța liliachie-roz a lichidului trebuie să se păstreze pînă la sfîrșitul fierberii. Dacă lichidul s-a decolorat sau a devenit repede cafeniu, aceasta demonstrează că apa cercetată are o 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 pînă la 10 mg/l de O_2 . Cea mai mare diluție permisă a probelor este de 10 ori. Aceasta înseamnă că metoda se poate folosi numai pentru probele oxidabilitatea cărora este mai joasă de 100 mg ml/l de O_2 .

După 10 min de fierbere se adaugă 10 ml de 0,01 N soluție 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 0,01 N soluție de permanganat de potasiu pînă la apariția unei culori roz-pal.

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

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

unde:

C — coeficientul de corecție;

U_2 — cantitatea de 0,01 N soluție de permanganat de potasiu consumată la tratarea a 10 ml de acid oxalic, ml.

Oxabilitatea, mg/l de O_2 , este calculată după formula

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

unde:

X — oxidabilitatea, mg/l de O_2 ;

U_1 — cantitatea generală de 0,01 N soluție de permanganat de potasiu consumată la analiza a 100 ml de apă, ml;

U_2 — cantitatea a 0,01 N soluție de permanganat de potasiu consumată la titrarea a 10 ml de acid oxalic, ml;

0,08 — cantitatea de oxigen eliminată de la 1 ml de 0,01 N soluție de permanganat de potasiu;

U — volumul de apă luat pentru cercetare;

1 000 — recalcularea la 1 l;

Exemplu. La titrarea a 100 ml de apă cercetată cu 10 ml soluție de permanganat de potasiu și adăugarea ulterioară a 10 ml soluție de acid oxalic s-au consumat 4 ml de 0,01 N soluție de perman-

ganat de potasiu. La titrarea a 10 ml de acid oxalic s-au consumat 11,1 ml de permanganat de potasiu. Coeficientul de corecție al permanganatului de potasiu este $\frac{10}{11,1} = 0,9$. De determinat oxidabilitatea.

$$X = \frac{(14 - 11,1) \times 0,9 \times 0,08 \times 1000}{100} = 2,88 \text{ (mg/l)};$$

Oxidabilitatea apei este de 2,9 mg/l de O₂.

Determinarea clorurilor

Clorurile se întâlnesc în toate apele naturale, nimerind în ele din sol. Dar clorurile pot nimeri în sursa de apă și cu apele reziduale. E important să știm nu cantitatea absolută a clorurilor, ci schimbarea lor în dinamică. Dacă pentru sursa de apă dată e caracteristic conținutul clorurilor în cantitate de 10 mg/l, iar în anumite zile el se mărește pînă la 50 mg/l, atunci este clar că clorurile au pătruns cu apele reziduale. După STAS, apa poate conține nu mai mult de 350 mg/l de cloruri, deoarece majoritatea oamenilor simt gustul sărat al apei cînd conținutul clorurilor este mai mare de 350 mg/l. Deci, factor de limitare a clorurilor este gustul.

Determinarea clorurilor poate fi calitativă și cantitativă.

Determinarea calitativă. În eprubetă se toarnă 10 ml de apă cercetată, se acidulează cu cîteva picături de acid azotic diluat 1:4 și se adaugă 3—5 picături soluție de 10% azotat de argint. La prezența a 1—10 mg/l de cloruri se formează o depunere slabă, a 10—50 mg/l o depunere pronunțată, a 100 mg/l un sediment alb brînzos de clorură de argint.

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

Metoda determinării. În retorta cu 100 ml de apă cercetată se adaugă 1 ml soluție de 10% bicromat de potasiu și se titrează cu o soluție de azotat de argint, 1 ml al căruia depune 1 mg de clorion. Cantitatea de mililitri de azotat de argint consumat la titrare se înmulțește cu 10 și se obține cantitatea, mg/l, de cloruri.

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

Determinarea durtății generale

Duritatea apei este condiționată de sărurile de calciu și magneziu dizolvate în ea, îndeosebi în formă de carbonați, sulfați, azotați și cloruri.

Duritatea apei influențează asupra proprietăților de spălare a săpunului, formează calcar în cazane. STAS-ul limitează duritatea apei, pornind de la comoditatea folosirii ei pentru necesitățile industriale și menajere.

Duritatea poate fi permanentă, temporară și generală. Duritatea temporară este cauzată de carbonații de potasiu și magneziu. În timpul fierberii ei se sedimentează, formînd calcar, apa devine mai moale. Duritatea permanentă este condiționată de compușii calciului și magneziului cu toți ceilalți anioni (cu clorul, sulfații, fosforul). 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 echivalent/l. Cea mai exactă și mai răspîndită metodă de determinare a durtății generale a apei este cea complexometrică.

Principiul metodei. Dacă apa conține ioni de calciu și magneziu, indicatorul eriocrom negru formează cu ei un compus roșu-vișiniu. Trilonul B la pH 8—10 formează la început cu ionii de calciu, pe urmă cu ionii de magneziu compuși 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 roșii-vișinii în albastră se va produce în punctul echivalent, adică cînd 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 cu o capacitate de 250 ml se toarnă 100 ml de apă cercetată, după care se adaugă 5 ml de soluție tampon amoniacal, 5—7 picături de soluție a indicatorului eriocrom negru. Apare o colorație roșie-vișinie. Se titrează cu soluție de trilon B de 0,1 N pînă la apariția culorii albastre-verzi. Duritatea generală a apei în miligram echivalent la un litru se calculează după formula

$$X = \frac{ank \times 1000}{V}$$

unde:

a este cantitatea de trilon B la titrare, ml;

n — normalitatea soluției trilonului B;

k — coeficientul de corecție al trilonului B;

V — volumul de apă cercetată, ml;

1000 — recalcularea rezultatului pentru 1 l de apă.

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

$$X = \frac{3,58 \times 0,1 \times 0,95 \times 1000}{100} = 3,4 \text{ (mg/echivalent/l)},$$

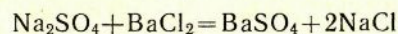
Duritatea generală a apei este de 3,4 mg/echivalent/l.

Tabelul 64. Determinarea fierului în apă

Culoarea eprubetei	Conținutul de fier, mg/l
Nu este colorată	Mai mic de 0,05
Foarte palidă galbenă-roz	0,1
Palidă galbenă-roz	0,25
Gălbuie-roz	0,5
Gălbuie-roșie	2,5
Roșie-aprins	5,0

Determinarea sărurilor acidului sulfuric (sulfaților)

Reacția calitativă. Acidul sulfuric se află în apă într-o stare legată în special cu calciul (CaSO_4) sau cu metalele alcaline (Na_2SO_4 , K_2SO_4). Determinarea sulfaților se efectuează cu ajutorul bariului clorat (BaCl_2) care sedimentează sulfații într-un sediment 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 săruri. Pentru prevenirea acestui fapt trebuie de adăugat preventiv acid clorhidric, care transformă sărurile numite în cloruri, ce nu împiedică reacția de determinare a sărurilor acidului sulfuric.

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

Determinarea fierului

În apa cercetată (10 ml) se adaugă 2 picături de acid azotic, 1 ml soluție de 10% rodanură de amoniu sau potasiu și 1–2 picături de apă oxigenată. După intensitatea culorii se determină conținutul sărurilor de fier conform tabelului 64.

Determinarea fluorului (fluor-ionului)

Principiul metodei. Determinarea colorimetrică a fluorului în apă e bazată pe capacitatea ionului de fluor de a schimba colorația roz-aprins a indicatorului circon-alizarină într-un galben-pal (culoarea alizarinei) în urma formării unui complex stabil incolor.

Metodele determinării. La 100 ml de apă limpede sau la un volum nu prea mare de probă, diluată cu apă distilată pînă la 100 ml, pentru a asigura condițiile necesare de determinare (pînă la 1,4 mg/l de fluor la colorimetria vizuală și 2,5 mg/l de fluor la fotometrie), se adaugă cîte 5 ml soluție de alizarină și 5 ml soluție de clorid circonilicid. Se amestecă minuțios și se lasă pe 60 min.

La o colorimetrie vizuală concomitent se pregătește un șir de standarde, ce conțin diferite cantități de fluor. Pentru aceasta în

cilindrii Nessler cu o capacitate de 100 ml se introduc 0, 1, 2, 3 ... 30 ml de soluție de lucru standard de natriu fluorat, la care se adaugă apă distilată pînă la gradație. Astfel se pregătește scara soluțiilor standard cu conținutul de 0; 0,5; 0,1; 0,15 ... 1,5 mg/l de fluor cu care se și compară proba de apă cercetată, turnată în alt cilindru cu volumul de 100 ml sau, dacă este necesar, diluația ei în apă distilată. Conținutul de fluor-ion în apă se calculează după formula

$$X = \frac{a \times 100}{V},$$

unde:

X — conținutul de fluor în apă, mg/l;

a — concentrația fluorului găsită după soluțiile standard sau după gradul de calibrare, mg/l;

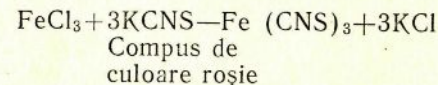
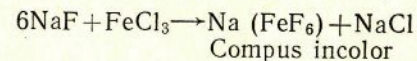
V — volumul probei analizate, ml.

La colorimetrie se măsoară densitatea optică a soluției, folosind filtrul de lumină verde (h 520–550 nm) și chiuvetele de 1–2 cm. Astfel se determină concentrația fluorului prin metoda de calibrare.

Pentru pregătirea graficului de calibrare, într-un șir de retorte se toarnă 0,1; 3; 5; 10; 15; 20; 30; 35; 40; 50 ml soluție de lucru standard și cu apă distilată, volumul lichidului se aduce în fiecare retortă pînă la 100 ml. Soluțiile pregătite corespund concentrațiilor de 0; 0,05; 0,15 ... 2,5 mg/l de fluor. Peste o oră după introducerea reactivilor se măsoară densitatea optică și rezultatele se marchează pe grafic în corespundere cu concentrațiile soluțiilor.

Conținutul fluorului în apă se poate determina, de asemenea, prin metoda colorimetrică simplificată (cu clorură de fier).

Principiul metodei se bazează pe reacția dintre fluor și fierul trivalent cu formarea compusului incolor complex ce nu reacționează cu tiocianații, restul cărora formează o colorație roșie:



Metoda determinării. Conform tabelului 65, se pregătește la fiecare loc de lucru scara șirului standard și apa pentru cercetare.

Se compară culoarea apei cercetate cu șirul standard. Conținutul fluorului într-un litru de apă cercetată, pornind de la cantitatea lui în eprubeta scării ce corespunde după culoare cu proba, se calculează după formula:

cantitatea de F = cantitatea de F în 10 ml \times 100 (mg/l).

Se apreciază rezultatul obținut. La trei locuri de lucru, unde cantitatea de fluor va fi mai joasă de mărimea normată (0,7—

Tabelul 65. Scara de calibru pentru determinarea fluorului

Soluțiile	Numerele eprubetelor							
	0	1	2	3	4	5	6	7-proba
Apă distilată, ml	10	9,5	9,0	8,5	8	7	6	10 ml de apă cercetată
NaF standard / 1 ml = 0,01 mg	—	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	—
1% KCNS, ml	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
0,5% FeCl ₃ , picături	3	3	3	3	3	3	3	3
Cantitatea de F în 10 ml, mg	0	0,005	0,01	0,015	0,02	0,03	0,04	—

1,5 mg/l) se calculează cantitatea necesară de NaF la 1 l de apă pentru fluorarea ei, folosindu-se de următoarea proporție:

$$x = \frac{(23+19) \times (1,2-n)}{19} \text{ (mg/l, NaF),}$$

unde:

n — cantitatea găsită de F;
 1,2 — conținutul optim de F, mg/l;
 (23+19) — greutatea, moleculă-gram de NaF. Probele de apă unde concentrația fluorului este mai mare de 1,5 mg/l sînt supuse defluorării, trecîndu-le prin filtru anionit.

ALEGEREA SURSELOR DE APROVIZIONARE CU APĂ

În primul rînd vor fi folosite toate apele arteziene, fiind mai bine protejate. În caz de lipsă a lor sau imposibilitatea folosirii lor din considerente tehnico-economice, STAS-ul recomandă de trecut la alte surse: 1) apele fără presiune dintre straturi; 2) apele freactice; inclusiv cele infiltrate; 3) sursele de la suprafață (rîuri, bazine de păstrare a apei, lacuri).

Apele dintre straturi se găsesc între două straturi hidrofuge, sînt izolate de depunerile atmosferice, de apele freactice de la suprafață cu un acoperiș hidrofug. Ele, de regulă, nu sînt poluate, nu conțin o microfloră patogenă, au o componență chimică constantă. Deseori ele au un grad înalt de mineralizare, în unele cazuri un conținut ridicat de fluor, amoniac și hidrogen sulfurat.

Apele freactice se numesc apele subterane care se acumulează pe primul strat hidrofug de la suprafață. Ele sînt apărate de suprafață și se deosebesc prin varietatea și nestabilitatea componenței. Aprecierea sanitară a apelor freactice poate fi diferită. În condiții

Tabelul 66. Cerințele față de calitatea sursei de apă

Indicele	Normativele
Culoarea	Nu trebuie să fie în stratul cu adîncimea de 20 cm
Mirosul și gustul specific	2 grade
Reziduu uscat	1 000 mg/l
Sulfații	500 mg/l
Clorurile	350 mg/l
Duritatea generală	7 mg/echivalent/l
Indicele coli	Nu mai mult de 10 000

Notă: Conținutul de substanțe nocive nu trebuie să depășească limitele admisibile

naturale apele freactice nu sînt poluate și sînt potabile, dacă mineralizarea lor nu depășește pragul gustativ. Dimpotrivă, la poluarea masivă a apei localității și la aflarea apelor freactice aproape de suprafață, pericolul poluării lor este real.

Apele cu presiune dintre straturi se numesc arteziene. Ele, de obicei, se deosebesc printr-o adîncime și siguranță sanitară mare. Apele dintre straturi (cu sau fără presiune) în majoritatea cazurilor corespund cerințelor standardului «Apa potabilă» și pot fi folosite fără nici o prelucrare și de aceea sînt cele mai bune surse de aprovizionare.

Apele de suprafață se folosesc la o insuficiență a acelor subterane. Ele pot fi poluate sistematic din cauza scurgerii apelor menajere și industriale, navigației, scaldatului în masă. Apa acestor surse nu corespunde cerințelor pentru apă potabilă. De aceea pînă la debitare, ea se va epura. În legătură cu faptul că posibilitățile de prelucrare a apei sînt limitate, documentele normative oficiale conțin și cerințe igienice față de sursele de aprovizionare cu apă. În sursă se normează indicii poluării bacteriene, deoarece experiența multianuală de exploatare a conductelor de apă a dovedit că poluarea bacteriană în apa prelucrată va corespunde STAS-ului în cazurile cînd poluarea bacteriană a apei pînă la epurare și dezinfectare nu depășește limitele stabilite (tab. 66).

La alegerea sursei de aprovizionare cu apă, analiza apei nu se va limita numai la indicii normați de STAS (culoarea, mirosul, gustul, duritatea, sulfații, clorurile, indicele coli). E important a reliefa posibilitatea poluării sursei de apă, apreciînd suprafața ei sanitară. Aceasta se poate efectua prin cercetarea sanitaro-topografică a sursei de apă, determinarea indicilor care servesc ca semnal de poluare a apei.

La aprecierea surselor de aprovizionare centralizată, inclusiv a celor cu apă puțin sărată, a sistemelor potabile-menajere din nou proiectate și reconstruite, ne conducem de STAS-ul „Sursele de aprovizionare centralizată cu apă potabilă menajeră”, care stabilește cerințe igienice și tehnice față de sursele de aprovizionare cu

Tabelul 67. Clasele surselor de apă după calitate și gradul necesar de prelucrare

Indicele	Indicii de calitate a apei după clase		
	1	2	3
Turbiditatea, nu mai mult de, mg/l	1,5	1,5	10,0
Culoarea, nu mai mult de, grade	20	20	50
Indicele de hidrogen (pH)	6-9	6-9	6-9
Fier (Fe), nu mai mult de, mg/dm ³	0,3	10	20
Mangan (Mn), nu mai mult de, mg/dm ³	0,1	1	2
Hidrogen sulfurat (H ₂ S), mg/dm ³	Lipsește	3	10
Fluor (F ₂), nu mai mult de, mg/dm ³	1,5-0,7	1,5-0,7	5
Capacitatea de oxidare a permanganatului, nu mai mult de, mg/dm	2	5	15
Numărul de bacterii din grupa Coli în 1 dm ³ , nu mai mult de	3	100	1 000

apă, cât și reguli de alegere a lor întru menținerea sănătății populației.

Componența apei surselor subterane și de suprafață va corespunde următoarelor cerințe: reziduu uscat nu mai mult de 1 000 mg/l (în concordanță cu serviciul sanitaro-epidemiologic se permite până la 1 500 mg/l), concentrația de cloruri și sulfuri de 350 și, respectiv, 500 mg/l, durezza generală nu mai mare de 7 mg/echivalent/l (în concordanță cu organele serviciului sanitaro-epidemiologic se permite până la 10 mg/echivalent/l), concentrațiile substanțelor chimice nu vor depăși cele admise pentru apa potabilă. De asemenea, se vor respecta normele de protecție actinică. La prezența în apă a substanțelor chimice din clasele de nocivitate 1 și 2, cu indici de nocivitate identici limitați suma raporturilor dintre concentrațiile determinate ale fiecărei dintre substanțe și limitele lor maxime nu va fi mai mare de 1.

Calculul se efectuează după formula

$$\frac{C_1}{CMA_1} + \frac{C_2}{CMA_2} + \frac{C_3}{CMA_3} + \dots + \frac{C_n}{CMA_n} = 1,$$

unde:

$C_1, C_2, C_3 \dots C_n$ — concentrațiile determinate, mg/l;

CMA — concentrațiile maxim admise.

În dependență de calitatea apei și gradul necesar de prelucrare pentru aducerea ei la indicii STAS-ului, sursele se împart în 3 clase (vezi tab. 67).

*Cerințele față de calitatea apei
din sursele locale de aprovizionare cu apă*

Apa surselor locale de aprovizionare cu apă, de exemplu a fântinilor de mână și de foraj, folosită de populație fără nici o prelucrare, trebuie să corespundă cerințelor generale față de apa potabilă. În acest caz pot fi folosite normativele expuse în tabelul 68.

Tabelul 68. Cerințele față de calitatea apei potabile din sursele locale de aprovizionare

Indicii	Normativele
Transparența	Nu mai puțin de 30 cm
Culoarea	Nu mai mult de 40° după scară
Mirosul și gustul	Până la 2-3°
Duritatea generală	10 mg/echivalent/l
Conținutul:	
fluorului	1,5 mg/l
nitraților (după azot)	10,0 mg/l
nitriților	0,002 mg/l
sărurilor de amoniu	0,1 mg/l
Numărul microbial	300-400
titru coli	Nu mai puțin de 100
indice coli	Nu mai mult de 10

PROBLEME LA TEMĂ

Problema 1. De apreciat corespunderea indicilor calitativi ai apei cercetate după STAS-ul «Apa potabilă» și de tras concluziile referitoare la posibilitatea folosirii ei în scopuri potabile.

La analiza de laborator a apei s-a constatat că 1 ml conține 120 de microorganisme, 4 indice coli, 52 mg/l de nitrați, 0,7 mg/l de fluor, 690 mg/l de reziduu uscat, 320 mg/l de cloruri, 300 mg/l de sulfați, 0,2 mg/l de fier, durezza generală constituie 6 mg/echivalent/l; mirosul la 20°C este de 2 grade, gustul de 3 grade, turbiditatea constituie 1,8 mg/l, transparența 25 cm, pH este de 6,7.

Problema 2. Apreciați calitatea apei. Apa din sonda subterană se repartizează în rețeaua de apeducte fără prelucrare. La analiza de laborator s-a stabilit: transparența — 30 cm, culoarea — 20°, gustul — 1 grad, reziduu uscat — 1 050 mg/l, clorurile — 340 mg/l, fluorul — 0,7 mg/l, azotul de amoniu — 0,15 mg/l, azotul de nitrați — 0,3 mg/l, numărul microbial — 20, indicele coli — 3, turbiditatea — 0,6 mg/l, mirosul — 1 grad, pH — 7,6, sulfații — 270 mg/l, durezza generală — 10 mg/echivalent/l, oxidabilitatea — 3,2 mg/l O₂.

Problema 3. Pe teritoriul construcției viitoarei localități este fondată o sondă arteziană cu un debit de 20 m³/h.

Indicii calității apei sînt următorii: azotul de amoniac — 0,05 mg/l, azotul de nitriți — 0,002 mg/l, sulfații — 250 mg/l, fierul — 2,2 mg/l, fluorul — 1,5 mg/l, indicele coli — 3, mirosul de sulfură de hidrogen — 3 grade, culoarea închisă, oxidabilitatea — 8,5 mg/l O₂, durezza generală — 7,5 mg/echivalent/l.

Care sînt recomandările privitoare la folosirea sondei?

Problema 4. Apreciați calitatea apei. Apa din sursa de la suprafață se prelucrează la stația de alimentare cu apă. Datele analizei de laborator pînă la debitarea în rețea sînt următoarele: transparența — 30 cm, culoarea — 30°, gustul — 2 grade, reziduu uscat — 400 mg/l, fierul — 0,8 mg/l, sulfații — 190 mg/l, azotul de amoni-

ac — 0,05 mg/l, azotul de nitrați — 2 mg/l, turbiditatea — 1 mg/l, mirosul — 2 grade, pH — 6,9, duritatea — 7 mg/echivalent/l, clorurile — 150 mg/l, fluorul — 0,7 mg/l, indicele coli — 3, clorul rezidual — 0,7 mg/l.

Problema 5. Apreciați calitatea apei din fântâna de mână. Datele de analiză a apei: transparența — 30 cm, culoarea — 30°, gustul specific — 2 grade, duritatea generală — 6,8 mg/echivalent/l, reziduul uscat — 600 mg/l, fierul general — 0,3 mg/l, numărul microbian — 380, clorurile — 190 mg/l, sulfatii — 150 mg/l, azotul de amoniu — 0,1 mg/l, indicele coli — 10, mirosul nedefinit — 3°, oxidabilitatea — 4 mg/l de O₂.

Problema 6. Faceți aprecierea igienică a calității apei din sonda situată pe teritoriul unei localități rurale. Apa din sondă se folosește fără prelucrare. Datele de analiză a apei: transparența — 30 cm, culoarea — 25°, mirosul — 2 grade, gustul specific — 1 grad, reziduul uscat — 900 mg/l, duritatea generală — 9,9 mg/echivalent/l, fierul — 1,0 mg/l, sulfatii — 400 mg/l, clorurile — 200 mg/l, azotul de amoniu — 0,1 mg/l, numărul microbian — 50, indicele coli — 3, oxidabilitatea — 2 mg/l de O₂.

Problema 7. În urma analizei de laborator a apei s-a constatat: numărul microbian — 86, indicele coli — 2, arsenul — 0,5 mg/l, nitrații — 6 mg/l, plumbul — 0,8 mg/l, fluorul — 1 mg/l, reziduul uscat — 860 mg/l, clorurile — 68 mg/l, sulfatii — 180 mg/l, fierul — 0,2 mg/l, duritatea generală — 6 mg/echivalent/l, mirosul — 1 grad, gustul specific — 1 grad, culoarea — 15°, turbiditatea — 0,7 mg/l.

Apreciați calitatea apei după STAS-ul «Apa potabilă», trageți concluzia referitoare la posibilitatea folosirii ei în scopuri potabile. În caz contrar indicați indicii ce nu corespund cerințelor STAS-ului.

Problema 8. Apreciați calitatea apei cercetate după cerințele STAS-ului «Apa potabilă» și trageți concluzia cu privire la posibilitatea folosirii ei în scopuri potabile. În caz contrar indicați indicii ce nu corespund cerințelor STAS-ului.

Rezultatul analizei de laborator a apei: numărul microbian — 90, indicele coli — 2, arsenul — 0,01 mg/l, nitrații — 5 mg/l, plumbul — 0,01 mg/l, fluorul — 0,1 mg/l, zincul — 2,8 mg/l, reziduul uscat — 600 mg/l, clorurile — 50 mg/l, sulfatii — 88 mg/l, fierul — 0,03 mg/l, duritatea generală — 8,3 mg/echivalent/l, mirosul și gustul — 9 grade, culoarea — 12°, turbiditatea — 11 mg/l.

Problema 9. În urma analizei de laborator s-a constatat: numărul de microbi — 100, indicele coli — 3, molibdenul — 0,3 mg/l, nitrații — 8,0 mg/l, plumbul — 0,08 mg/l, fluorul — 5 mg/l, reziduul uscat — 980 mg/l, clorurile 34 mg/l, sulfatii — 630 mg/l, fierul — 0,2 mg/l, cuprul — 0,3 mg/l, duritatea generală — 6,5 mg/echivalent/l, mirosul — 2 grade, gustul — 4 grade, culoarea — 27°, turbiditatea — 1,7 mg/l, pH — 6,1.

Apreciați calitatea apei după cerințele STAS-ului «Apa potabi-

lă» și trageți concluzia despre posibilitatea folosirii ei în scopuri potabile.

Problema 10. La analiza de laborator a apei s-a stabilit: numărul microbian — 85, indicele coli — 3, arsenul — 0,02 mg/l, nitrații — 4,5 mg/l, plumbul — 0,03 mg/l, fluorul — 0,2 mg/l, beriliul — 0,008 mg/l, reziduul uscat — 550 mg/l, clorurile — 80 mg/l, sulfatii — 240 mg/l, fierul — 0,01 mg/l, cuprul — 0,6 mg/l, duritatea generală — 48 mg/echivalent/l, mirosul și gustul — 1 grad, culoarea — 15°, turbiditatea — 1,2 mg/l, pH — 7,3.

De apreciat corespunderea indicilor de calitate a apei cercetate cerințelor STAS-ului «Apa potabilă», de tras concluzia cu privire la posibilitatea folosirii ei în scopuri potabile.

Problema 11. În urma analizei de laborator a apei s-a constatat: numărul microbian — 65, indicele coli — 3, nitrații — 7,0 mg/l, plumbul — 0,01 mg/l, clorurile — 80 mg/l, sulfatii — 230 mg/l, fierul — 0,1 mg/l, cuprul — 3,0 mg/l, zincul — 7,3 mg/l, duritatea generală — 6,1 mg/echivalent/l, mirosul — 2 grade, gustul specific — 3 grade, culoarea — 24°, turbiditatea — 1,2 mg/l, pH — 4,6.

De apreciat corespunderea indicilor de calitate a apei cercetate cerințelor STAS-ului «Apa potabilă», de tras concluzia referitoare la posibilitatea folosirii ei în scopuri potabile.

Problema 12. Conținutul fluorului în apa sondei arteziene nr. 1 este de 0,4 mg/l, nr. 2 de 0,8 mg/l, nr. 3 de 1,8 mg/l. Dați recomandări referitoare la folosirea rațională a sondelor.

Problema 13. Argumentați necesitatea fluorului în apa din oraș, dacă se știe că populația folosește apă din apeduct, care are ca sursă râul Nistru. Caria dentară la copiii în vîrstă de 12 ani e depistată în 85% de cazuri.

Problema 14. În orașul C în ultimii 10 ani s-a efectuat fluorarea apei. Pînă la fluorare din 300 de elevi în vîrstă de 10 ani controlați caria dentară a fost descoperită la 120, care au 640 de dinți cariați. Fluorarea apei s-a efectuat cu o doză de fluor de 0,5—0,6 mg/l. După 10 ani la controlul cavității bucale la 550 de adolescenți în vîrstă de 12 ani s-a descoperit că de carie sînt atacați 180, care au 720 de dinți cariați. Apreciați efectul fluorării apei potabile întru profilaxia patologiei dentare.

Problema 15. La controlul a 240 de elevi din clasele 5—8, ce locuiesc într-o localitate în care concentrația fluorului în apă este de 0,3 mg/l, s-au descoperit 220 de dinți cariați la 90 din ei. Conținutul mediu al fluorului în rația alimentară zilnică a elevilor este de 0,8 mg/l. Dați recomandări privitoare la efectuarea fluorării apei potabile în localitatea dată.

Problema 16. Afectarea dinților permanenți de carie la elevi de 16 ani constituie 21,5%, iar indicele cariei (numărul de dinți cariați la o persoană examinată) este de 0,9. Conținutul fluorului în rația zilnică constituie 1,2 mg. Populația folosește apă arteziană, care conține 0,75 mg/l de fluor. E necesară oare fluorarea ei în localitatea dată în vederea micșorării morbidității de carie dentară?

Tema: Metodele de condiționare a calității apei

SCOPUL LUCRĂRII

A familiariza studenții cu metodele de condiționare a calității apei potabile.

CUNOȘTINȚE INIȚIALE

1. Cerințele igienice față de calitatea apei potabile și indicii de calitate.
2. Caracteristica igienică a diferitelor surse de alimentare cu apă.
3. Documentele de reglementare a calității apei potabile din sistemul centralizat.

INTREBĂRI DE CONTROL

1. Metodele de condiționare a calității apei.
2. Decantarea și filtrarea apei: etape în procesul condiționării ei.
3. Limpezirea apei prin coagulare; factorii ce determină eficacitatea ei, alegerea dozei de coagulant.
4. Metodele de dezinfectare a apei.
5. Dezinfectarea apei cu doze normale de clor.
6. Noțiuni de absorbție a clorului, clor rezidual și doză de clor.
7. Metodele de dezinfectare la alimentarea decentralizată cu apă. Clorinarea apei din fântâni.

LUCRUL DE SINE STĂTĂTOR

Descrierea procesului tehnologic de epurare și dezinfectare a apei potabile din apeduct. La efectuarea lucrării practice în laboratorul didactic al catedrei, lucrul de sine stătător prevede:

- coagularea apei;
- clorinarea apei cu doze normale.

DEPRINDERI PRACTICE

A da recomandări întru ameliorarea calității apei.

RAPORT DESPRE LUCRUL EFECTUAT

- I. La vizitarea stației de epurare:
 - schema procesului tehnologic de epurare a apei;
 - volumul controlului de laborator al calității apei;

- zonele de protecție sanitară.
- II. La efectuarea lucrării practice în laborator:
 1. Coagularea apei:
 - duritatea temporară a apei, mg/echivalent/l;
 - doza de calcul al coagulantului, mg/l;
 - doza coagulantului experimental stabilit, mg/l;
 - cantitatea de coagulant uscat necesară pentru coagularea unui m³ de apă;
 2. Clorinarea apei:
 - activitatea clorurii de var, %;
 - clorul rezidual, mg/l;
 - absorbția de clor a apei, mg/l;
 - doza de clor (necesitatea), mg/l;
 - calculul dozei de clor la 1 m³ de apă.
 3. Concluzie.

METODELE DE CONDIȚIONARE A CALITĂȚII APEI POTABILE

Coagularea apei. Epurarea apei de substanțe în suspensie numai pe calea decantării necesită timp îndelungat, uneori 6—8 ore.

Pentru accelerarea proceselor de limpezire se folosesc substanțe chimice, numite coagulanți (sulfat de aluminiu, sulfat de fier, clorură de fier.)

Mai des în calitate de coagulant se utilizează sulfatul de aluminiu. Adăugat în apă, el, în prezența carbonaților și hidrocarbonaților de calciu și magneziu, formează hidroxid de aluminiu în formă de fulgi gelatinoși, ce au o suprafață activă mare. Fulgii, sedimentându-se, atrag după sine substanțele în suspensie și, parțial, bacteriile. Ca rezultat apa destul de repede se limpezește. Fulgii mărunți, care nu au dovedit să se sedimenteze, se rețin la filtrația ulterioară.

Procesul de coagulare este înlesnit de reacția alcalină a apei, ce depinde de cantitatea bicarbonaților de calciu și magneziu, conținutul sporit al substanțelor în suspensie, temperatura apei și doza de coagulant aleasă corect.

Alegerea dozei de coagulant. La epurarea apei prin coagulare trebuie, după cum s-a menționat, de ales doza de coagulant. La o cantitate insuficientă a coagulantului se formează puțini fulgi, ceea ce reduce eficacitatea de epurare a apei. Dozele mari, ca rezultat al faptului că nu tot coagulantul intră în reacție, duc la apariția secundară a depunerilor în apa limpezită (apa poate căpăta un gust acriu).

Doza de coagulant se stabilește pe cale experimentală. Până la coagularea apei trebuie stabilită duritatea temporară, fiindcă de ea va depinde viteza reacției.

S-a stabilit o dependență directă între doza de coagulant și duritatea temporară a apei: doza maximă a coagulantului este egală

Tabelul 69. Cantitatea sulfatului de aluminiu stabilită prin calcul

Duritatea temporară	Cantitatea soluției de 1% de sulfat de aluminiu la 200 ml de apă, ml	Cantitatea de sulfat de aluminiu uscat la 1 l de apă, g
1	2,3	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

aproximativ cu produsul dintre duritatea temporară, mg/echivalent/l, și 2,2. Dependența dozei de coagulant de duritatea temporară este prezentată în tabelul 69.

Pregătirea soluției de 1% sulfat de aluminiu. Pe cântarul de farmacie se cântărește 1 g sulfat de aluminiu. Cantitatea cântărită se pisează în piuliță, cu o cantitate nu prea mare de apă distilată se transferă într-un balon gradat sau într-un cilindru, ce aduce până la gradația 100, se amestecă și timp de 10—15 min este lăsată pentru sedimentare.

Determinarea durității temporare a apei cercetate. În balon se toarnă 100 ml de apă, se adaugă 2 picături de metil-oranj și se titrează cu o soluție de 0,1 N acid clorhidric până la schimbarea culorii. Numărul de mililitri de acid consumat pentru titrare reprezintă duritatea temporară, mg/echivalent/l.

Calcularea dozei de coagulant. După tabelul 69 se află cantitatea de mililitri ai soluției de 1% sulfat de aluminiu necesară pentru coagularea a 200 ml de apă, pornind de la mărimea durității temporare a apei cercetate.

Coagularea apei și determinarea experimentală a dozei de coagulant. În trei pahare se toarnă câte 200 ml de apă cercetată și cu pipeta se adaugă cantitatea necesară de sulfat de aluminiu: în primul pahar o doză calculată, 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 observă 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 stabilită în experiență se micșorează cu 10%, fiindcă la coagularea cantităților mari de apă procesul decurge mai repede.

Pentru coagularea unui litru de apă, această mărime se înmulțește cu 5.

După ce a fost stabilită doza finală a coagulantului la 1 l, se poate calcula cantitatea soluției de 1% coagulant pentru orice volum de apă. În caz că este necesar a determina doza de coagulant, se folosesc datele tabelului 69.

Exemplu: Trebuie de aflat cât coagulant uscat este necesar pentru coagularea a 1 000 l de apă.

Pentru determinarea durității temporare a apei la titrare s-au consumat 4 ml de soluție de acid clorhidric. Deci, duritatea temporară este egală cu 4 mg/echivalent/l. După tabelul 69 se determină doza de coagulant pentru 200 ml de apă. Ea este egală cu 9 ml de 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 obținută experimental trebuie micșorată cu 10%, ultima va constitui 7,2 ml soluție de coagulant de 1%. La recalcularea pentru coagulantul uscat (tab. 69) pe calea interpolării obținem 0,36 g.

Pentru coagularea a 1 000 l de apă sînt necesare $0,36 \times 1000 = 360$ g de coagulant.

Dezinfectarea apei

În prezent la toate apeductele aprovizionate din surse de apă deschise, iar după necesitate și din ape subterane, se efectuează obligatoriu dezinfectarea apei.

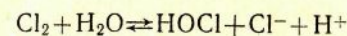
Printre multiplele mijloace de dezinfectare cea mai răspîndită este clorinarea. Clorinarea se poate efectua cu clor gazos, lichid și cu preparate ce conțin clor activ.

La stațiile mari de alimentare cu apă pentru clorinarea apei se folosește clorul lichid, la cele mai mici se poate folosi clorura de var, hipocloritul de calciu, cloraminele.

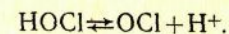
Clorura de var se obține ca rezultat al interacțiunii clorului și varului stins. Clorura de var proaspătă conține 32—36% de clor activ. La păstrare ea se descompune și se transformă în clorură de calciu. Clorura de var trebuie păstrată împachetată, într-o încăpere răcoroasă, uscată și întunecoasă, pentru a nu se descompune.

Pînă a efectua clorinarea cu clorură de var, trebuie determinată activitatea ei, adică conținutul clorului activ.

Clorul lichid se păstrează în baloane de oțel sub presiunea de 6—8 atm. Într-un balon se află 25—30 kg de clor. La adăugarea în apă a clorului lichid sau a compușilor lui chimici se produc hidroliji:



Acidul hipocloros disociază, formînd ionul de hipoclorit (OCl):



La lumină acidul hipocloros se descompune, eliminînd oxigen atomic, ce posedă o acțiune bactericidă puternică.

La pH 6,0 aproape tot clorul liber este prezentat prin acidul hipocloros. La pH 7,2—7,5 în apă se găsește aproximativ aceeași cantitate de acid hipocloros și ioni de hipoclorit. Clorul prezent în apă în formă de acid hipocloros și ion de hipoclorit se numește clor liber activ. Cele mai recente cercetări atestă că acțiunea bactericidă se datorează, în primul rând, acestor compuși, însă acidul hipocloros posedă o acțiune bactericidă mai puternică.

Dacă în apa dezinfectată se adaugă ioni de amoniu, atunci ei, reacționând cu acidul hipocloros, formează monocloramine (N_2Cl) și dicloramine (HCl_2). Reacția de formare a mono- și dicloramineilor depinde de pH-ul din apă. Cloraminele, de asemenea, posedă proprietăți de oxidare (bactericide), dar potențialul lor este mai mic și acțiunea bactericidă de câteva ori este mai slabă decât a acidului hipocloros. Monocloramina posedă o acțiune bactericidă mai mare decât cloramina (la pH 7,0 aproximativ de 12 ori, iar la pH 8 de 2,5 ori).

Intr-un șir de cazuri la stațiile de purificare se efectuează clorinarea apei cu preamonizare. Pentru aceasta în apă se introduce hidrat de amoniu sau săruri de amoniu. Hidratul de amoniu se introduce în apă înaintea clorului în proporția: o parte de ion de amoniu la 3—4 părți cîntărite de clor activ.

Dicloraminele și monocloraminele, hidrolizîndu-se încet eliberează clor activ. Astfel, în apă se creează o rezervă de clor activ, ce acționează timp îndelungat. Avantajul metodei constă în lipsa mirosului de clorfenol chiar în acele ape, în care la clorinarea obișnuită el se determină. Momentul negativ este efectul bactericid încetinit.

La dezinfectarea apei doar 1—2% de clor activ se consumă nemijlocit pentru acțiunea bactericidă. Restul clorului intră în interacțiune cu compuși organici sau minerali ai apei, ușor oxidabili (fierul, manganul, nitriții) și se absoarbe de către substanțele în suspensie. Cantitatea de clor consumată la oxidarea tuturor substanțelor oxidabile ce se găsesc în apă se numește absorbție de clor. Deoarece apele naturale au o componentă și un grad de poluare diferit, și valoarea absorbției de clor la ele este variată.

Pentru un efect bactericid stabil, în apa dezinfectată este necesar de introdus clor activ, într-o cantitate ce depășește absorbția de clor. Acest clor activ în surplus este numit clor rezidual. Cu cît cantitatea lui în apă este mai mare, cu atît mai cu nădejde și mai repede se efectuează dezinfectarea.

Cercetările științifice și experiența practică au arătat că apa se dezinfectează bine dacă conținutul clorului rezidual liber este de 0,3—0,5 mg/l, al clorului rezidual legat de 0,8—1,2 mg/l. Aceste cantități de clor rezidual nu influențează calitățile organoleptice ale apei, nu sînt dăunătoare pentru sănătate și atestă siguranța dezinfectării.

Cantitatea clorului, mg, necesară pentru dezinfectarea 1 l de apă, se numește doza de clor. Deci, doza de clor este alcătuită din

absorbția de clor și clorul rezidual. Asupra siguranței clorurii influențează alegerea corectă a dozei de clor, temperatura, proprietățile fizice, chimice și durata contactului. Clorinarea se petrece mai repede în apa limpede încoloră la o temperatură de 18—20°. Durata contactului cu clorul activ liber se stabilește în nu mai puțin de 30 min. cu clor activ legat în nu mai puțin de 60 min.

Determinarea activității clorurii de var. Pentru determinarea activității clorurii de var, din diferite locuri ale ambalajului se iau 300—500 g de clorură de var, se amestecă și din proba medie obținută pe cîntarul de farmacie se cîntărește 1 g. Această cantitate se amestecă cu o cantitate mică de apă distilată, după care se trece într-un balon gradat adăugîndu-se apă distilată pînă la 100 ml.

Soluția se lasă să se sedimenteze timp de 5—10 min și din stratul limpezit se iau 5 ml de soluție. Intr-un balon conic se toarnă 50 ml de apă distilată, 5 ml de soluție preparată de 1% clorură de var, 5 mg soluție de iodură de potasiu de 5% și 1 mg de acid clorhidric diluat 1:3. Clorul activ liber substituie în iodura de potasiu iodul, cantitatea căruia echivalează cu cea de clor. Iodul degajat se titrează cu 0,01 N soluție de tiosulfat de sodiu pînă la o culoare galbenă-pal, se adaugă 1 mg soluție de 1% amidon și se titrează pînă la dispariția culorii albastre. Un miligram de 0,01 N soluție de tiosulfat de sodiu leagă 1,269 mg/l de iod, ceea ce este echivalent cu 0,355 mg de clor. Înmulțind 0,355 la cantitatea de mililitri de tiosulfat de sodiu consumat pentru titrare, obținem cantitatea de clor, mg, în 5 ml soluție de 1% clorură de var.

Soluția de 1% clorură de var conține 0,01 g sau 10 mg clorură de var uscat. Pentru calculul activității clorurii de var, care se exprimă în %, se alcătuieste proporția:

în 0,01 g de clorură de var — U g de clor activ;

în 100 g de clorură de var — x g de clor activ,

unde U reprezintă conținutul clorului activ în 1 ml de soluție de var de 1% sau în 0,01 g de clorură de var uscat.

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

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 de 0,01 N soluție de tiosulfat de sodiu.

$$0,355 \times 30 = 10,650 \text{ (mg).}$$

Deci, 5 ml soluție de clorură de var de 1% conțin 10,650 mg clor activ. Un mililitru soluție de clorură de var conține 10,650 mg : 5 = 2,13 mg sau 0,0021 g de clor activ.

Pentru calcularea activității clorurii de var se compune proporția:

0,01 g clorură de var uscat — 0,0021 g clor activ

100 g clorură de var uscat — x g clor activ

$$x = \frac{0,0021 \times 100}{0,01} = 21 (\%).$$

Activitatea clorurii de var cercetată este de 21%.

Alegerea dozei de clor pentru dezinfectarea apei. Pentru alegerea dozei de clor se efectuează clorinarea experimentală a 1 l de apă cu o soluție preparată de clorură de var de 1%.

Dezinfectarea trebuie să fie efectuată în așa mod, încît după 30 min de contactare a clorului cu apa, clorul rezidual liber în apa cercetată să fie în limitele de 0,3—0,5 mg/l, iar cantitatea clorului legat după un contact de o oră, în limitele de 0,8—1,2 mg/l.

Alegerea dozei de clor pentru clorinare depinde de proprietățile chimice și fizice ale apei. Pentru aceasta se iau 4—6 mg/l de clor activ. La 1 l de apă se adaugă doza aleasă de clor. Prin urmare trebuie determinat ce volum de soluție de 1% clorură de var conține cantitatea necesară de clor activ. Într-un balon cu 1 l de apă se adaugă volumul necesar de soluție de 1% clorură de var, se amestecă minuțios și se lasă pe 30 min, pentru dezinfecție. Apoi se determină ce cantitate de clor activ a rămas în apa dezinfectată. Pentru aceasta într-un balon conic se toarnă 100 ml de apă dezinfectată, se adaugă 5 ml soluție de 5% iodură de potasiu, 1 ml acid clorhidric de 25%; 1 ml soluție de 1% amidon și se titrează pînă la decolorare cu 0,01 N soluție de tiosulfat de sodiu. Titrarea se face repede, deoarece culoarea dovedește să se restabilească și soluția poate fi ușor supratitrată.

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

Absorbția de clor se calculează scăzînd din cantitatea inițială de clor activ introdus cantitatea de clor activ rămas după dezinfectarea în decurs de 30 min a apei.

Doza de clor e compusă din absorbția de clor + 0,3—0,5 mg de clor rezidual liber.

Exemplu. Pentru clorinarea de probă s-a hotărît să se ia 6 mg/l de clor activ. Deoarece, pornind de la calculul exemplului precedent, 1 ml de soluție de 1% clorură de var conține 2,13 mg de clor activ, atunci 2,8 ml soluție de 1% clorură de var vor conține 6 mg:

$$\begin{aligned} 1 \text{ ml} &= 2,13 \text{ mg} \\ x \text{ ml} &= 6 \text{ mg} \end{aligned}$$

de unde:

$$x = \frac{6 \times 1}{2,13} = 2,8 \text{ (ml)}.$$

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

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

$$\begin{aligned} 1 \times 0,355 \times 10 &= 3,5 \text{ (mg de clor activ)} \\ 6 \text{ mg} - 3,5 \text{ mg} &= 2,5 \text{ mg} \end{aligned}$$

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

Doza de clor este egală cu 2,5 mg + 0,5 mg = 3 mg/l de clor. Ulterior e important a determina, ce cantitate de clorură de var uscat este necesar pentru clorinarea 1 l de apă. În exemplul dat activitatea clorurii de var uscat este de 21%, doza de clor e de 3 mg/l (0,003 g/l). Se alcătuieste proporția:

$$100 \text{ g clorură} - 21 \text{ g clor activ}$$

$$x \text{ g clorură} - 0,003 \text{ g clor activ,}$$

de unde:

$$x = \frac{0,003 \times 100}{21} = 0,015 \text{ (g)}.$$

Prin urmare, pentru clorinarea 1 l de apă e necesar 0,015 g clorură de var uscat. Pentru clorinarea a 1000 l de apă vor fi necesare 15 g de clorură de var uscat.

Metoda accelerată de determinare a dozei de clor cu ajutorul a trei pahare. Cu ajutorul metodei date se poate determina destul de exact doza de clor fără o determinare preventivă a activității clorurii de var și absorbției de clor.

În trei pahare se toarnă cîte 200 ml apă și se adaugă cu pipeta o soluție de 1% clorură de var: în primul pahar 0,1 ml, în al doilea 0,2 ml, în al treilea 0,3 ml. Apa se amestecă cu bagheta de sticlă și se lasă pe 30 min. După 30 min în fiecare pahar se adaugă cîte 10 ml soluție de 5% KI, 2 ml soluție de 20% HCl, 1,5 ml soluție de 1% amidon și se titrează cu tiosulfat de natriu. Pentru o exactitate mai mare titrarea se efectuează nu cu 0,01 N, ci cu 0,001 N soluție de tiosulfat.

La calcularea dozei de clor se alege acel pahar, în care cantitatea de clor rezidual constituie 0,3—0,5 mg/l. În acest caz 200 ml de apă clorinată trebuie să conțină de 5 ori mai puțin clor rezidual decît 1 l, adică 0,06—0,1 mg/l. La titrarea unei asemenea cantități de clor rezidual se vor consuma 1,7—0,001 N soluție de tiosulfat de natriu.

După ce a fost determinat paharul în care clorul rezidual se află în limitele de 0,006—0,1 mg (0,3—0,5 mg/l), se calculează doza de clor pentru 1 l de apă. Pentru aceasta este necesar de înmulțit cantitatea de ml ai soluției de 1% clorură de var consumată pentru clorinarea unui pahar la 5. Cantitatea de clorură de var uscată la 1 l, echivalentă cu soluția de 1%, este dată în tabelul 70.

Dacă în toate trei pahare cantitatea clorului rezidual se va dovedi a fi mai mică de 0,3—0,5 mg/l, alegerea dozei de clor trebuie repetată, dublînd cantitatea soluției de 1% clorură de var introdusă.

Exemplu. Trebuie determinată doza de clor pentru clorinarea a 1000 l de apă. La clorinarea de probă în primul pahar s-au introdus 0,1 ml, în al doilea 0,2 ml, în al treilea 0,3 ml soluție de 1% clorură de var. După 30 min de contact la titrarea a 200 ml de apă în primul pahar s-au consumat 0,7 ml de 0,001 N soluție de tiosulfat de natriu, în al doilea 1,4 ml, în al treilea 2,1 ml.

Tabelul 70. Cantitatea de clorură de var uscat necesară pentru clorinarea apei

Cantitatea de soluție de 1% clorură de var necesară pentru clorinarea a 200 ml de apă, ml	Cantitatea de soluție de 1% clorură de var necesară pentru clorinarea 1 l de apă, ml	Cantitatea de clorură de var uscat necesară pentru clorinarea 1 l de apă, mg
0,1	0,5	5
0,2	1,0	10
0,3	1,5	15
0,4	2,0	20
0,5	2,5	25
0,6	3,0	30

Pentru calcularea dozei de clor se ia paharul al treilea, deoarece cantitatea de soluție de 0,001 N tiosulfat de sodiu, consumată la titrare, se găsește în limitele de 1,7—2,8 ml, deci apa acestui pahar conține 0,06—0,1 mg de clor rezidual sau 0,3—0,5 mg în 1 l de apă.

În paharul al treilea s-au introdus 0,3 ml de soluție de 1% clorură de var. Prin urmare, doza pentru 1 l de apă va constitui 1,5 ml soluție de 1% clorură de var sau 15 mg clorură de var uscat (tab. 70). Pentru clorinarea a 1 000 l de apă sînt necesare 1 500 ml soluție de 1% clorură de var sau 15 g clorură de var uscat.

Dezinfectarea apei din fîntîni cu ajutorul manșonului dozat. Cînd izvorul de apă este fîntîna, trebuie de asigurat o dezinfectare permanentă a apei. Pentru aceasta se folosesc manșoane de ceramică cu o capacitate de 250, 500 și 1 000 cm³. Înaintea folosirii, manșonul este umplut cu agentul de dezinfectare (clorură de var sau hipoclorit de calciu). Cantitatea reactivului dezinfectant introdus se determină în dependență de debitul izvorului, captarea diurnă și mărimea absorbției de clor. Calculul se face după formula

$$X = 0,7a + 0,08b + 0,02c + 0,14g,$$

unde:

X — cantitatea de preparat introdusă în manșon, kg;

a — volumul de apă în fîntînă, m³;

b — debitul fîntînii, m³/h;

c — captarea diurnă;

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. Manșonul asigură dezinfectarea apei timp de 3 luni. Apoi el este introdus într-o soluție de acid acetic pentru înlăturarea sărurilor sedimentate, se umple din nou cu reactiv și poate fi folosit iarăși.

Exemplu. Volumul de apă în fîntînă este de 3,1 m³, debitul de 0,5 m³/h, mărimea absorbției de clor în apă constituie 0,3 mg/l, cap-

tarea diurnă e de 3,5 m³. În manșon trebuie introdus hipoclorit de calciu. Cîte grame de preparat sînt necesare? $X = 0,07 \times 3,1 + 0,08 \times 0,5 + 0,02 \times 3,5 + 0,1 + 0,14 \times 0,3 = 0,369$ kg sau 369 g.

În manșon trebuie să fie introduse 369 g de hipoclorit de calciu sau 738 g clorură de var de 25% activitate.

Tema: Expertiza proiectelor de spital. Aprecierea amplasării, sistematizării unităților și secțiilor specializate ale spitalelor

SCOPUL LUCRĂRII

A însuși metodele de expertiză generală a proiectelor de construcții ale spitalelor, a da apreciere igienică amplasării și sistematizării interioare a spitalului.

CUNOȘTINȚE ÎNȚIALE

1. Normativele de proiectare și construcție pentru instituțiile curativo-profilactice.
2. Elementele convenționale folosite în proiecte.

INTREBĂRI DE CONTROL

1. Importanța igienei spitalelor în complexitatea măsurilor de asanare a populației.
2. Funcțiile medicului curant în inspecția sanitară preventivă și curentă referitoare la spitale.
3. Exigențele igienice față de amplasarea spitalelor în centrele populate.
4. Exigențele igienice față de terenurile destinate construcției spitalelor.
5. Aprecierea igienică a terenurilor destinate construcției spitalelor.
6. Noțiune despre proiect. Semnele convenționale folosite în desenele proiectelor.
7. Exigențele igienice față de sistematizarea interioară a clădirilor și secțiilor spitalicești.
8. Secția de internare, sistematizarea, utilizarea și principiul igienic de lucru.
9. Secția de îngrijire medicală, tipurile de secții, exigențele igienice față de sistematizarea și utilizarea lor.