

Filtrul de epurare a apei „Turist” este alcătuit dintr-o pungă de polietilenă de 2,5 l, în care este montat elementul filtrant, două cutii a câte 10 fiole de soluție de iod (5%). Acest filtru este destinat pentru dezinfectarea apei cu iod și absorbția ulterioară a lui în filtru. Aici iodul poate fi înlocuit cu tableta ACVASEPT – 6 tablete se dizolvă în apă și peste 10–15 min. această soluție se toarnă în punga cu elementul filtrant.

### **APRECIEREA IGIENICĂ A SURSEI DE APĂ ȘI A CALITĂȚII APEI ÎN CONDIȚII DE CAMPANIE. METODELE DE CONDIȚIONARE A APEI**

Controlul igienic asupra aprovizionării cu apă a oștirilor amplasate staționar și în condiții de campanie are o mare importanță pentru sănătatea militarilor și profilaxia diferitor maladii. Acest control include: examinarea surselor de apă, analizele organoleptică, fizico-chimică, bacteriologică a apei, iar în unele cazuri și determinarea în ea a substanțelor toxice și radioactive.

În condiții de campanie, deosebit de importante sunt și examinarea sanitar-topografică a sursei de apă, determinarea indicilor organoleptici și fizico-chimici ai apei, deoarece nu întotdeauna sunt posibile cercetările bacteriologice. Aici un rol deosebit îl are determinarea indicilor indirecți de poluare a apei cu germeni patogeni, cum ar fi oxidabilitatea, amoniacul, nitriții etc.

Analiza sanitar-topografică a sursei de apă, analiza de laborator a apei, evaluarea corectă a rezultatelor obținute permit a trage concluzii privind starea sanitară, potabilitatea apei, posibilitatea desfășurării punctelor de aprovizionare cu apă (PAA).

#### **Schema examinării sanitar-topografice a fântânii**

1. Amplasarea fântânii (relieful, tipul solului).
2. Eventualitatea inundării fântânii cu depuneri atmosferice și ape de scurgere.
3. Căile de acces.
4. Distanța de la sursa de poluare (latrină, gunoiște).
5. Acoperișul, capacul (descrierea lor).

6. Înălțimea colacului la suprafață.
7. Căptușeala pereților (piatră, beton, scândură).
8. Grosimea pereților.
9. Panta fântânii, raza ei, materialul cu care este acoperită.
10. Colmatajul, dimensiunile lui, materialul de confecționare.
11. Adâncimea fântânii. Pânza de apă care o alimentează.
12. Tipul materialului filtrant care acoperă fundul fântânii, grosimea lui.
13. Mijloacele de captare a apei (pompa, cumpănă, val), căldare comună sau individuală.
14. Cantitatea de apă în fântână.
15. Debitul fântânii.
16. Concluzie despre posibilitatea exploatarei fântânii.

#### **Metoda de determinare a cantității de apă în fântâni**

Pentru a determina cantitatea de apă, se măsoară, mai întâi, suprafața gurii fântânii, apoi grosimea stratului de apă (cu ajutorul unei sfori cu greutate). Dacă gura fântânii are formă pătrată, atunci cantitatea de apă se calculează după formula  $X = l^2 \cdot h$ , iar dacă e rotundă, după formula  $X = \pi R^2 \cdot h$ ,

unde:  $X$  – cantitatea de apă în fântână,  $m^3$ ;  
 $l$  – lungimea laturii colacului,  $m$ ;  
 $R$  – raza circumferinței inferioare a gurii fântânii,  $m$ ;  
 $h$  – grosimea stratului de apă,  $m$ .

#### **Metoda de determinare a debitului fântânii**

Pentru determinarea debitului, din fântână se scoate o cantitate maxim posibilă de apă (nu mai puțin de 30–40 căldări), se înseamnă cu cât s-a coborât nivelul apei în fântână și apoi se observă în cât timp apa revine la nivelul inițial. Împărțind volumul de apă care s-a adăugat în fântână la timpul acestui adaos, obținem capacitatea fântânii într-o unitate de timp.

**Exemplu.** Suprafața gurii fântânii e pătrată: latura pătratului – 1m. Nivelul inițial al apei la adâncimea 2 m; după scoaterea apei – la

adâncimea 2,9 m. Durata umplerii fântânii până la nivelul inițial (2 m) – 3 ore. Volumul de apă intrat în fântână:  $1 \cdot 1 \cdot (2,9 - 2,0) = 0,9 \text{ m}^3$ . Debitul fântânii într-o oră e de  $0,9:3 = 0,3 \text{ m}^3/\text{oră}$ . Debitul diurn al fântânii este  $0,3 \cdot 24 = 7,2 \text{ m}^3$ .

Debitul izvorului se determină astfel:

sub jetul de apă se instalează un vas de o anumită capacitate și se fixează în cât timp se va umple.

**Exemplu.** Căldarea de 12 l s-a umplut cu apă în 2 min. Debitul de minut al izvorului este:  $12:2 = 6 \text{ l/min}$ . Debitul de oră este  $6 \cdot 60:1000 = 0,36 \text{ m}^3/\text{oră}$ .

### Recoltarea probelor de apă pentru analize

Pentru analiza fizico-chimică a apei se iau 0,5 l. La recoltarea probelor din fântână cu pompa sau din rețeaua de apeduct, apa se pompează sau se scurge în prealabil din robinet timp de 10 minute.

Din fântâni și din sursele de apă deschise, probele de apă se pot recolta în vase de sticlă de care este legată o greutate, ca să se scufunde la adâncimea de 30–50 cm, sau într-o căldare curată, cu care apa mai întâi se amestecă, apoi se umple cu apă. Din sursele deschise, probele de apă se recoltează din locurile de unde se va capta apa sau din cele suspecte de a fi contaminate. Dacă proba se expediază la analiză în laborator, apa se toarnă într-un vas de sticlă curată, care în prealabil se clătește de 3 ori cu apa cercetată, se închide cu dop, gâtul sticlei se învelește cu hârtie curată, se leagă și se sigilează.

Recoltarea probei de apă se înregistrează într-un act și se indică:

- denumirea sursei de apă și amplasarea ei;
- datele recoltării (anul, luna, data);
- locul și punctele recoltării (pentru sursele deschise – distanța de la mal și adâncimea recoltării de la suprafața bazinului);
- datele analizei organoleptice (transparența, culoarea, mirosul, temperatura);
- pentru fântâni – adâncimea, nivelurile statice și dinamice, durata evacuării, rezultatele analizelor de control la fier și cloruri;
- condițiile meteorologice: temperatura aerului, depunerile atmosferice în ziua recoltării probei și în decursul a zece zile pre-

cedente recoltării, la fel și (pentru bazinele deschise) direcția și viteza vântului;

- amenajarea tehnică a sursei de apă;
- condiții deosebite, ce ar putea influența calitatea apei din sursă;

- numele persoanei care a recoltat proba.

Actul se semnează de persoanele care au recoltat proba și se expediază cu proba în laborator.

Pentru analiza bacteriologică probele de apă se recoltează în cantitate de 0,5 l în vase sterile. Probele de apă se transmit în laborator îndată după recoltare.

### Metodele de cercetare a calității apei

**Determinarea mirosului.** Apa pentru analiză este turnată într-un balon cu volumul de 150–200 ml, se acoperă cu sticlă pentru ceasornic, se agită printr-o mișcare circulară, se deschide și se determină intensitatea mirosului (tabelul 3.10).

*Tabelul 3.10*

#### Intensitatea mirosului

Gradul	Intensitatea mirosului	Determinările descriptive
0	–	Lipsa mirosului perceptibil
1	Foarte slab	Miros ce nu este perceput de consumator, dar este perceput în laborator de personalul care experimentează
2	Slab	Miros ce nu atrage atenția consumatorului, dar poate fi simțit, dacă este indicat
3	Se simte	Miros ușor perceput ce 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	Miros puternic; reduce calitatea apei

Tipul mirosului se determină la temperatura apei de 20°C, intensitatea – la temperatura de 20°C și prin încălzire până la 60°C.

Apa se încălzește în același balon acoperit cu sticlă pentru ceasornic (tabelul 3.11).

**Tabelul 3.11**

**Tipurile mirosurilor**

Caracterul mirosului	Felul mirosului (aproximativ)
Aromatic	De pepene, de floare
De baltă	Mâlos, tinos
De putregai	De fecale, de scurgeri reziduale
De lemn	De surcea udă, de coajă de lemn
De pământ	Putred, proaspăt arat, putregăios
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	De origine naturală, ce nu corespunde determinărilor precedente

**Determinarea gustului** se efectuează numai fiind siguri de potabilitatea apei. În cazurile de incertitudine, ea trebuie fiartă, răcită și pe urmă gustată.

Gustul se determină organoleptic calitativ și după intensitate. Se deosebesc patru feluri de gusturi: 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 a gustului specific se apreciază după sistemul de 5 grade, la fel ca și mirosul (tab. 3.12).

**Tabelul 3.12**

**Intensitatea gustului și a gustului specific**

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

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

**Determinarea transparenței.** Transparența se determină într-o încăpere bine iluminată de o lumină difuză, la o depărtare de 1m 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. Adăugând sau vărsând apa din cilindru, se stabilește înălțimea maximă a coloanei de apă, la care este posibilă citirea caracterelor. Transparența se exprimă în centimetri, cu o precizie de până la 0,5 cm.

Model de inscripție pentru determinarea transparenței apei:

**Dezvoltarea gospodăriei piscicole  
este una din problemele principale  
ale țării 54178309.**

**Determinarea culorii.** Culoarea apei se determină calitativ și cantitativ.

Pentru determinarea calitativă a culorii, apa analizată (nu mai puțin de 40 ml) se toarnă într-un cilindru incolor. În alt cilindru se toarnă aceeași cantitate de apă distilată. Compararea culorii apei analizate și distilate se efectuează pe o foaie de hârtie albă.

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

Cantitativ, culoarea se determină pe calea comparării apei analizate cu datele *tabelului 3.13*. Pentru aceasta, 10 ml de apă cercetată se toarnă în eprubetă și pe un fond alb se determină intensitatea culorii.

**Determinarea pH.** Cercetarea se face cu ajutorul hârtiei indicatoare universale. O fâșie de hârtie-indicator se scufundă în eprubeta cu apă pe 10–15 secunde, apoi intensitatea culorii se compară cu scara standard anexată. Schimbarea intensității culorii corespunde concentrației ionilor de hidrogen.

**Tabelul 3.13****Intensitatea culorii**

Culoarea, la o privire de sus în jos	Intensitatea culorii, grade
Galben abia perceput	5
Gălbui	10
Galben pal	20
Galben	30
Galben-verzui	40 și mai mult

**Determinarea azotului amoniacal.** 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 3.14.

**Tabelul 3.14****Conținutul aproximativ al azotului amoniacal**

Culoarea, la o privire de sus în jos	Conținutul, mg/l	Culoarea, la o privire de sus în jos	Conținutul, mg/l
Lipsește	Mai puțin de 0,04	Galben-deschis Galbenă	0,8 2,0
Galben abia perceput	0,08	Galbenă-brună	4,0
Gălbui	0,2–0,4	Brun-închis (roșcat), soluție turbure	8,0 și mai mult

**Determinarea azotului de nitriți.** În eprubetă se toarnă 10 ml de apă cercetată, 0,5 ml de reactiv Griess și se încălzește baia de apă timp de 5 min. până la 70–80°C. Apariția culorii roz demonstrează prezența în apă a azotului de nitriți. Conținutul aproximativ se determină după tabelul 3.15.

**Tabelul 3.15**

**Conținutul aproximativ al azotului de nitriți**

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

**Determinarea nitraților.** În acest scop, într-o eprubetă se toarnă 2 ml de apă cercetată, se aruncă în ea, cu ajutorul baghetei de sticlă, câteva cristale de difenilamină și se toarnă atent pe perete câteva picături de acid sulfuric concentrat.

La prezența sărurilor de acid azotic, la hotarul lichidelor se semnaleză o dungă de culoare albastră, după intensitatea și lățimea căreia se determină cantitatea nitraților (tab. 3.16).

**Tabelul 3.16**

**Determinarea aproximativă a nitraților cu difenilamină**

Culoarea după adăugarea reactivului	Conținutul azotului de nitrați, mg/l
După 5 min., colorația lipsește.	Mai puțin de 0,1
După 3-4 min., dunga se observă abia-abia, nedefinită, de o culoare liliachie-cenușie.	0,1
După 10 min., dunga este slab colorată. Timp de 1 min. dunga se colorează slab într-un liliachie-cenușiu.	0,5
După 10 min., dunga este liliachie-cenușie, cu lățimea de circa 1 mm. Dunga apare clară deodată. După 1-2 min., dunga e albăstrie-liliachie, cu nuanță roz pal pe la margini. După 10 min., lățimea dungii este de 2 mm, colorația e aceeași.	1,0



*Continuare*

Dunga e filiachie-albastră, compactă, lățimea e de 0,5 mm. După 1–2 min., dunga e albastru-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 apare o nuanță abia verzuie. Stratul – albastru, alb, albastru. După 10 min., lățimea dungii stratificate este de 2,5–3 mm. Partea ei de sus este de culoare verde.	5,0
Dunga e albastră, compactă, se stratifică deodată. De sus se colorează în verde, după 5 min. capătă o nuanță cafeniu. După 10 min., lățimea stratului e de 4–5 mm. Stratul de sus – cafeniu, ușor stratificat.	10,0
Dunga e de un albastru viu, stratificată, lățimea e de 2–4 mm. Partea superioară se colorează în verde, repede capătă o nuanță cafeniu. Stratul de apă de deasupra dungii este galben pal. După 10 min. apar 5 straturi cu lățimea de 5–6 mm.	20,0
Dunga e albastru-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 intens. Lățimea totală a dungii stratificate e de 7–8 mm.	100,0

**Determinarea oxidabilității**

În eprubetă se toarnă 10 ml de apă cercetată, se acidulează cu 0,5 ml de acid sulfuric (1:3) și se adaugă 1 ml soluție 0,1 N de permanganat de potasiu. Eprubeta se agită și se lasă 20 minute. Valoarea oxidabilității se determină aproximativ după *tabelul 3.17*.

Tabelul 3.17

## Determinarea oxidabilității

Culoarea, la o privire dintr-o parte	Oxidabilitatea, mg/l O <sub>2</sub>
Liliachiu-roz aprins	1
Liliachiu-roz	2
Liliachiu-roz pal	4
Liliachiu-roz pal	6
Roz pal	8
Roz-gălbui	12
Galbenă	16 și mai mult

**Determinarea durtății generale.** Într-o retortă conică, cu capacitatea de 250 ml, se toarnă 100 ml de apă cercetată, după care se adaugă 5 ml de soluție-tampon amoniacală, 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 până la apariția culorii albastre-verzi. Durtatea generală a apei în miligram echivalent la un litru se calculează după formula:

$$X = \frac{an^{\circ} \cdot 1000}{V}$$

unde:  $X$  – durtatea generală, mg/echivalent/l;  
 $a$  – cantitatea de trilon B la titrare, ml;  
 $n$  – normalitatea soluției trilonului B;  
 $^{\circ}$  – 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 0,95. Durtatea generală a apei se calculează după formula:

$$X = \frac{3,5 \cdot 0,1 \cdot 0,95 \cdot 1000}{100} = 3,4 \text{ (mg/echivalent/l)}$$

Un mg/echivalent/l al durtății corespunde cu 2,8 grade germane de durtate.

#### ***Determinarea clorurilor***

**Determinarea calitativă.** În eprubetă se toarnă 10 ml de apă cercetată, se acidulează cu câteva picături de acid azotic diluat (1:4) și se adaugă 3–5 picături soluție (10%) de 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 brânzos de clorură de argint.

**Determinarea cantitativă.** În retorta cu 100 ml de apă cercetată se adaugă 1 ml soluție (10%) de bicromat de potasiu și se titrează cu o soluție de azotat de argint, 1 ml al căruia depune 1 mg de clor-ion. Cantitatea de azotat de argint (ml) 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:  $0,7 \cdot 10 = 7$  mg/l de cloruri.

**Determinarea sulfaților.** Determinarea sulfaților se efectuează cu ajutorul bariului clorat ( $\text{BaCl}_2$ ), care sedimentează sulfații într-un sediment alb, cristalin (sulfatul de bariu,  $\text{BaSO}_4$ ), ce nu se dizolvă în acid clorhidric.

Sedimentul alb, sub acțiunea bariului clorat, poate forma și carbonați, fosfați și alte săruri. Pentru prevenirea acestui fapt, în prealabil, trebuie de adăugat 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 sulfat de bariu.

**Determinarea fierului.** În apa cercetată (10 ml) se adaugă 2 picături de acid azotic, 1 ml soluție (10%) de rodanură de amoniu sau potasiu și 1–2 picături de apă oxigenată. După intensitatea culorii se determină conținutul sărurilor de fier (vezi *tab. 3.18*).

Tabelul 3.18

## Determinarea fierului în apă

Culoarea lichidului din eprubetă	Conținutul de fier, mg/l
Nu este colorată	Mai mic de 0,05
Galben-roz abia vizibil	0,1
Galben-roz pal	0,25
Gălbui-roz	0,5
Gălbui-roșu	2,5
Roșu aprins	5,0

## METODELE DE CONDIȚIONARE A APEI

## Coagularea apei

Epurarea apei de substanțele 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).

Cel mai des, în calitate de coagulant 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. Fulgii, sedimentându-se, atrag după ei substanțele în suspensie și, parțial, bacteriile. În consecință, apa se limpește destul de repede. Fulgii mărunți care nu se sedimentează 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.** După cum s-a menționat, la epurarea apei prin coagulare trebuie de ales doza de coagulant. La o cantitate insuficientă de coagulant 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 depunșurilor în apa deja 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. Astfel, s-a stabilit o dependență directă între doza de coagulant și duritatea temporară a apei: doza maximă a coagulantului este aproximativ egală cu produsul dintre duritatea temporară (în mg /echivalent / l) și 2,2 (tabelul 3.19).

**Tabelul 3.19**

**Cantitatea sulfatului de aluminiu stabilită prin calcul**

Duritatea temporară (mg/echiv./l)	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

**Determinarea durității temporare a apei cercetate.** Într-un balon se toarnă 100 ml de apă, se adaugă 2 picături de metil-oranj și se titrează cu 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 3.19 se află cantitatea soluției (1%) de sulfat de aluminiu necesară pentru coagularea a 200 ml de apă, pornind de la duritatea temporară a apei cercetate.

**Coagularea apei și determinarea experimentală a dozei de coagulant.** În trei pahare se toarnă câte 200 ml de apă cercetată, apoi se

adaugă cu pipeta 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 urmărește viteza de formare a fulgilor. Doza de coagulant se consideră normală atunci când formarea maximă a fulgilor se observă peste 10 min. Pentru coagularea unui litru de apă, această mărime se înmulțește cu 5.

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

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. După ce a fost stabilită doza finală a coagulantului la 1 l, se poate calcula cantitatea soluției (1%) de coagulant pentru orice volum de apă. În caz că este necesar a determina doza de coagulant uscat, se folosesc datele *tabelului 3.19*.

**Exemplu.** Trebuie să se afle cât coagulant uscat este necesar pentru coagularea a 1000 litri 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 3.19* se determină doza de coagulant pentru 200 ml de apă. Ea este egală cu 9 ml de soluție de coagulant (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 coagulant uscat (*tab. 3.19*) pe calea interpolării obținem 0,36 g.

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

### Clorinarea apei

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

Dintre multiplele mijloace de dezinfectare cea mai răspândită este clorinarea. Ea 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, iar la cele mai mici se poate folosi clorura de var, hipocloritul de calciu, cloraminele.

Clorura de var se obține în rezultatul 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.

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

**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 cântarul de farmacie se cântărește 1 g. Această cantitate se amestecă cu o cantitate mică de apă distilată, după care se trece într-un balon gradat, adăugându-se apă distilată până la 100 ml.

Soluția se lasă să se sedimenteze timp de 5–10 min. și din stratul limpezit se iau 5 ml de soluție. Într-un balon conic se toarnă 50 ml de apă distilată, 5 ml de soluție preparată (1%) de clorură de var, 5 mg de soluție de iodură de potasiu (5 %) și 1 mg de acid clorhidric diluat (1:3). Clorul activ 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 până la o culoare galben pal, se adaugă 1 ml soluție (1%) de amidon și se titrează până 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 cu cantitatea (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  
 clorură de var de 1% sau în 0,01g de clorură de var uscat.

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

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 de 0,01 N soluție de tiosulfat de sodiu.

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

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

Pentru calcularea activității clorurii de var se alcătuieste proporția:

0,01 g clorură de var uscat – 0,0021 g clor activ;  
 100 g clorură de var uscat – X g clor activ.

$$X = \frac{0,0021 \cdot 100}{0,01} = 21(\%)$$

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 se efectueze în așa mod, încât, după 30 min. de contactare a clorului cu apa, cantitatea clorului rezidual liber să fie în limitele a 0,3–0,5 mg/l, iar cantitatea clorului legat după un contact de o oră – în limitele a 0,8–1,2 mg/l.

Alegerea dozei de clor pentru clorinare depinde de proprietățile chimice și fizice ale apei. Pentru început se iau 4–6 mg/l de clor activ. La 1 l de apă se adaugă doza aleasă de clor. Prin urmare, trebuie determinat volumul soluției (1%) de clorură de var ce conține cantitatea



necesară de clor activ. Într-un balon cu 1 l de apă se adaugă volumul necesar de soluție (1%) de 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 (5%) de iodură de potasiu, 1 ml acid clorhidric de 25%, 1 ml soluție (1%) de amidon și se titrează până la decolorare cu 0,01 N soluție de tiosulfat de sodiu. Titrarea se face repede, deoarece culoarea se restabilește ușor și soluția poate fi puțin supratitrată.

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

Absorbția clorului se calculează scăzând din cantitatea inițială de clor activ introdus cantitatea de clor activ rămasă după dezinfecția, timp 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 hotărât să se ia 6 mg/l de clor activ. Deoarece, pornind de la calculul exemplului precedent, 1 ml de soluție (1%) de clorură de var conține 2,13 mg de clor activ, 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:

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

În apă s-au introdus 2,8 ml de soluție (1%) de 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:

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

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

Doza de clor este egală cu 2,5 mg + 0,5 mg = 3 mg/l.

Ulterior, e important să se determine ce cantitate de clorură de var uscată este necesară pentru clorinarea 1 l de apă. În exemplul dat activitatea clorurii de var uscată este de 21%, doza de clor e de 3 mg/l (0,003 g/l). Se alcătuiește proporția:

100 g clorură – 21 g clor activ;  
X g clorură – 0,003 g clor activ,

de unde:

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

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

**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 prealabilă a activității clorurii de var și absorbției de clor.

În trei pahare se toarnă câte 200 ml apă și se adaugă cu pipeta soluție (1%) de 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 30 min., apoi în fiecare pahar se adaugă câte 10 ml soluție (5%) de KI, 2 ml soluție (20%) de HCL, 1,5 ml soluție (1%) de amidon.

În paharele cu clor rezidual se elimină iod liber, care colorează apa (în prezența amidonului) în albastru.

În paharul mai puțin colorat, în apă se adaugă, cu picătura, soluție (0,7%) de tiosulfat de sodiu. După adăugarea fiecărei picături, apa se amestecă. O picătură de soluție (0,7%) de tiosulfat de sodiu leagă 0,04 mg de clor. Dacă apa din pahar s-a decolorat de la o picătură, înseamnă că cantitatea de clor rezidual în 200 ml este mai mică sau egală cu 0,04 mg, iar într-un litru – 0,2 mg, adică este insuficientă. Analogic se determină cantitatea de clor rezidual în celelalte pahare.

Dacă după clorinarea experimentală nici în unul din pahare nu se determină o cantitate suficientă de clor rezidual, experiența se repetă. Paharele se umplu din nou cu apă, apoi în primul pahar se adaugă 4,

în al doilea – 5, în al treilea – 6 picături de soluție (1%) de clorură de var. Peste 30 minute iarăși se determină clorul rezidual. Pentru calcul se ia acel pahar în care apa s-a decolorat de la 2 picături de tiosulfat de sodiu (0,2–0,4 mg de clor rezidual). Dacă se folosește apa de la punctul de aprovizionare, ea trebuie să conțină 0,8–1,2 mg/l clor rezidual.

Cunoscând câte picături de soluție (1%) de clorură de var au fost introduse în paharul ales, se calculează cantitatea de soluție (1%) de clorură de var necesară pentru clorinarea a 1, 10, 1000 l.

**Exemplu.** Apa s-a decolorat de la 2 picături de tiosulfat de sodiu în paharul 3, unde au fost introduse trei picături de clorură de var. Luând acest pahar pentru calcul, determinăm că pentru 1 litru de apă sunt necesare  $3 \cdot 5 = 15$  picături de soluție (1%) de clorură de var sau 0,6 ml (1 ml = 25 picături); pentru 1000 l apă – 0,6 l soluție (1%) de clorură de var.

La recalcularea pentru clorură de var uscată se va lua în considerație că 1 ml soluție (1%) de clorură de var conține 10 mg clorură de var. În acest exemplu, pentru 1 litru de apă sunt necesare 6 mg, iar pentru 1000 l – 6g clorură de var uscată.

Dacă lipsește tiosulfatul de sodiu, pentru calculul cantității de clorură de var se va lua acel pahar în care apa, după adăugarea iodurii de potasiu și amidonului, se colorează în azuriu (bleu aprins).

**Clorinarea apei cu doze mari de clor (hiperclorinarea)** se face atunci când, în condiții de campanie, este limitată alegerea surselor de apă și se impune folosirea apei de o calitate joasă.

Mai întâi se determină ce volum de apă trebuie dezinfectat. Se alege doza de clor necesară, în funcție de gradul de poluare a apei (10–30 mg/l, iar în unele cazuri 50–100 mg/l).

Cantitatea clorurii de var se calculează după formula:

$$X = \frac{100 \cdot a \cdot b}{C}, \text{ unde:}$$

$X$  – cantitatea clorului de var necesară pentru dezinfecție, g;

$a$  – doza de clor aleasă pentru hiperclorinare, mg/l de apă;

$b$  – cantitatea de apă ce se va dezinfecta, m<sup>3</sup>;

$C$  – procentul de clor activ în clorura de var.

Se cântărește cantitatea determinată de clorură de var, se pregătește (în căldare) o soluție de concentrație arbitrară și se toarnă această soluție în rezervorul de apă. Apa se amestecă bine și se lasă pe 30 minute (sau mai mult, în funcție de perioada anului). După aceasta, apa este supusă tratării ulterioare (filtrare prin filtre cu declorinatori, declorinare cu tiosulfat de sodiu etc.).

La declorinarea apei cu tiosulfat de sodiu trebuie, mai întâi, să se determine cantitatea de clor rezidual într-un litru de apă. Pentru aceasta se iau 100 ml de apă hiperclorinată, se adaugă 1 ml de acid sulfuric (1:3), 4 ml soluție (5%) de iodură de potasiu, 1 ml soluție (1%) de amidon. Totul se amestecă, apoi se titrează cu soluție 0,01 N tiosulfat de sodiu, până la decolorare.

Cantitatea soluției 0,01 N de tiosulfat de sodiu (ml), consumată la titrare, se înmulțește cu 0,355, apoi cu 10, astfel determinându-se conținutul de clor activ (mg) la 1 litru de apă clorinată.

Cantitatea de tiosulfat de sodiu, necesară pentru declorinare, se determină prin raportul 3,5 mg la 1 mg de clor. Cantitatea de tiosulfat calculată se dizolvă în apă, se încălzește până la fierbere, apoi se toarnă în rezervorul cu apă hiperclorinată și se amestecă. Corectitudinea declorinării se controlează organoleptic și prin determinarea clorului rezidual în apă (trebuie să fie în limitele 0,3–0,5 mg/l).

### Probleme

#### 1. La analiza de laborator a apei s-a constatat:

Indicele microbian – 120 (la 22°C)	Clorurile – 320 mg/l
Nitrații – 52 mg/l	Sulfatii – 300 mg/l
Fluorul – 0,7 mg/l	Fierul – 0,2 mg/l
Reziduul uscat – 690 mg/l	Mirosul la 20°C – 2 grade
Duritatea generală – 6 mg/echivalent/l	Gustul – 3 grade
	Transparența – 25 cm.
	PH – 6,7

Proba de apă a fost recoltată dintr-o fântână săpată. Poate fi utilizată această sursă pentru aprovizionarea orașelului militar fără o tratare specială?

2. Apreciați calitatea apei. Apa din sonda subterană se repartizează în rețeaua de apeduct a cazărni fără tratare. La analiza de laborator s-a stabilit:

Transparența – 30 cm	Numărul microbian – 20 (37°C)
Culoarea – 20°	Turbiditatea – 0,6 mg/l
Gustul – 1 grad	Mirosul – 1 grad
Reziduul uscat – 1050 mg/l	PH – 7,6
Clorurile – 340 mg/l	Sulfatii – 270 mg/l
Fluorul – 0,7 mg/l	Duritatea generală – 10 mg/echiv./l
Azotul de amoniu – 0,15 mg/l	Oxidabilitatea – 3,2 mg/l O <sub>2</sub>
Azotul de nitrați – 0,3 mg/l	

3. Pe teritoriul construcției viitoare a cazărni este fondată o sondă arteziană cu un debit de 20 m<sup>3</sup>/h.

Indicii calității apei sunt următorii:

Azotul de amoniu – 0,05 mg/l	Mirosul de sulfură de hidrogen – 3 grade
Azotul de nitriți – 0,002 mg/l	Oxidabilitatea – 2,5 mg/l
Sulfatii – 250 mg/l	Duritatea generală – 7,5 mg/echiv./l
Fierul – 2,2 mg/l	
Fluorul – 1,5 mg/l	

Ce măsuri veți întreprinde înainte de a folosi această sursă de apă?

4. Determinați calitatea apei din sursa de suprafață, ce se prelucrează la PAA. Datele analizei de laborator până la debitarea în rețea sunt următoarele:

Transparența – 30 cm	Azotul de nitrați – 2 mg/l
Culoarea – 30°	Turbiditatea – 1 mg/l
Gustul – 2 grade	PH – 6,9
Mirosul – 2 grade	Duritatea – 7 mg/echivalent/l
Reziduul uscat – 400 mg/l	Clorurile – 150 mg/l
Fierul – 0,8 mg/l	Fluorul – 0,7 mg/l
Sulfatii – 190 mg/l	Clorul rezidual – 0,7 mg/l
Azotul de amoniac – 0,05 mg/l	

5. Apreciați calitatea apei din fântâna de mină. La analiza apei s-a constatat:

Transparența – 30 cm	Duritatea generală – 6,8 mg/echivalent/l
Culoarea – 30°	Clorurile – 190 mg/l
Gustul specific – 2 grade	Numărul microbian – 580 (37°C)
Reziduul uscat – 600 mg/l	Mirosul nedefinit – 3°
Fierul – 0,3 mg/l	Oxidabilitatea – 8 mg/l de O <sub>2</sub>
Sulfatii – 150 mg/l	
Azotul de amoniu – 0,1 mg/l	

Dacă e necesară tratarea acestei ape, indicați metodele.

6. Apreciați igienic calitatea apei din sonda situată pe teritoriul unui orașel militar. Apa din sondă se folosește fără să fie tratată. Datele analizei de laborator:

Transparența – 30 cm	Sulfatii – 400 mg/l
Culoarea – 25°	Clorurile – 200 mg/l
Mirosul – 2 grade	Azotul de amoniu – 0,1 mg/l
Gustul – 1 grad	Numărul microbian – 50 (37°C)
Reziduul uscat – 900 mg/l	Oxidabilitatea – 2 mg/l de O <sub>2</sub>
Duritatea generală – 9,9 mg/echivalent/l	
Fierul – 1,0 mg/l	

7. La PAA apa din sursa de suprafață a fost tratată cu ajutorul SMFA. După tratare s-a constatat:

Numărul microbian – 86 (37°C)	Reziduul uscat – 1860 mg/l
Nitratii – 6 mg/l	Clorurile – 160 mg/l
Fluorul – 1 mg/l	Sulfatii – 480 mg/l
	Fierul – 1,2 mg/l
	Duritatea generală – 16 mg/echivalent/l
	Mirosul – 1 grad
	Gustul specific – 1 grad
	Culoarea – 15°
	Turbiditatea – 0,7 mg/l

E posibilă folosirea acestei ape în scopuri potabile? Dacă nu, ce faceți?

**8. Determinați calitatea apei cercetate după cerințele STAS „Apa potabilă” și trageți concluzia privind folosirea ei în scopuri potabile. În caz contrar, numiți indicii ce nu corespund cerințelor normelor sanitare.**

Rezultatul analizei de laborator a apei tratate cu ajutorul FTC este:

Numărul microbial – 90 (22°C)	Sulfații – 780 mg/l
Nitrații – 5 mg/l	Clorurile – 550 mg/l
Fierul – 0,03 mg/l	Duritatea generală – 18,3 mg/echivalent/l
Plumbul – 0,01 mg/l	Mirosul și gustul – 2 grade
Fluorul – 0,1 mg/l	Culoarea – 22°
Zincul – 2,8 mg/l	Sulfații – 88 mg/l
Reziduul uscat – 1600 mg/l	Clorul rezidual – 1,0 mg/l

Se admite folosirea acestei ape în condiții de campanie? E necesară o tratare suplimentară? Care?

**9. La analiza de laborator s-a constatat:**

Numărul microbial – 100 (22°C)	Sulfații – 630 mg/l
Indicele coli – 3	Fierul – 0,2 mg/l
Fluorul – 5 mg/l	Duritatea generală – 6,5 mg/echivalent/l
Reziduul uscat – 980 mg/l	Mirosul – 2 grade
Clorurile – 34 mg/l	Gustul – 4 grade
PH – 6,1	Culoarea – 27°
	Turbiditatea – 1,7 mg/l
	Transparența – 20 cm
	Clorul rezidual – 2,3 mg/l

Apreciați calitatea apei după tratarea ei cu clorură de var. Poate fi folosită această apă în scopuri potabile de către ostași în condiții de campanie?

**10. La analiza de laborator a apei din fântână s-a stabilit:**

Numărul microbial – 1500 (37°C)	Fierul – 0,01 mg/l
Nitrații – 4,5 mg/l	Duritatea generală – 4 mg/echivalent/l

Fluorul – 0,2 mg/l  
Reziduul uscat – 550 mg/l

Mirosul și gustul – 1 grad  
Culoarea – 15°  
Clorurile – 80 mg/l  
Sulfații – 240 mg/l  
PH – 7,3  
Transparența – 25 cm

Trageți concluzia privind posibilitatea folosirii ei în scopuri potabile. Dacă e necesar, indicați metodele de tratare.

**11.** În urma analizei de laborator a apei din rezervorul RA-50 s-a constatat:

Numărul microbial – 65 (22°C)	Duritatea generală – 16,1 mg/echivalent/l
Nitrații – 7,0 mg/l	Mirosul – 2 grade
Clorurile – 80 mg/l	Gustul specific – 3 grade
Sulfații – 230 mg/l	Culoarea – 24°
Fierul – 0,1 mg/l	Transparența – 15 cm
	PH – 4,6

Apreciați corespunderea indicilor calității apei cercetate normativelor în condiții de campanie. Trageți concluzia referitor la posibilitatea folosirii ei în scopuri potabile.

**12.** De determinat cantitatea sulfatului de aluminiu uscat necesară pentru tratarea 1t de apă. Duritatea temporară a apei este de 9 mg/echiv./l.

**13.** La efectuarea clorinării experimentale a apei a avut loc decolorarea acesteia în paharul nr. 3, în care s-au turnat 0,2 ml soluție (1%) de clorură de var.

Calculați cantitatea de var necesară pentru dezinfectarea a 1000 l de apă.

*Rezolvare.* Dacă la 200 ml apă s-au adăugat 0,2 ml soluție de clorură de var, apoi la 1 l este nevoie de 1 ml, iar la 1000 l apă – de 1000 ml (1,0l) soluție (1%) de clorură de var.

La efectuarea calculului pentru substanța uscată (inițială) de clorură de var se ține cont de faptul că 1 ml soluție (1%) de clorură de var conține 10 mg de substanță uscată. Deci, pentru dezinfectarea 1 l apă este nevoie de 10 mg, iar pentru 1000 l apă – de 10 g clorură de var uscată.