

Acest dosar este prezentat exclusiv pentru informare.

Stimate cititor!

Daca DVS doriți sa copiați acest dosar, el urmează a fi inlaturat fara intirziere, imediat dupa ce ati făcut cunoștința cu conținutul lui.

Copiind si pastrind dosarul in cauza, DVS va asumați toata responsabilitatea in conformitate cu legislația in vigoare.

Toate drepturile de autor asupra dosarului dat se păstrează dupa deținătorul de drept.

Orice utilizare in scopuri comerciale sau alte scopuri, cu excepția utilizării in scopuri de informare prealabila este interzisa.

Publicarea acestui document nu atrage dupa sine nici un fel de cistig comercial.

Insa astfel de documente contribuie rapid la ridicarea profesionalismului si spiritualității cititorilor si servește drept reclama a edițiilor de hirtie a acestor documente.

V. Rojanschi • Th. Ognean

**CARTEA OPERATORULUI
DIN STATII DE EPURARE
A APELOR UZATE**

Prof. dr. ing. Vladimir Rojanschi

Dr. ing. Theodor Ognean

BACKGROUND

The work "Waste Water Treatment Plant Operator's Book" addresses especially the operating staff in the municipal sewerage-treatment systems, constituting a revised and enlarged edition of a previous work.

The work presents indicators, analyses, criteria, and other practical elements with a brief theoretical substantiation, resulting from multiple observations and experiments, which would allow an optimum technical-economic utilization of the equipment and the buildings of the treatment plant, providing that the designed performances are ensured.

Also presented is the way in which the overall operation-maintenance activity is organized for the various components of the treatment plant, including the lab activity. These elements are necessary for the management of the sewerage-treatment systems.

The work comes out in a very favorable moment when stress is laid on the environmental protection activity. In this respect it can represent an extremely useful instrument through the numerous practical data it offers in improving the treatment plants operation, as a method of water resources quality protection.

The great number of treatment plants in our country which are still operated below their performances, the want of technical works in field, make this work "Waste Water Treatment Plant Operator's Book" a useful and necessary one.

CARTEA OPERATORULUI DIN STAȚII DE EPURARE A APELOR UZATE



EDITURA TEHNICĂ

București, 1997

Copyright © 1997, Editura Tehnică
Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate editurii.

Adresa: EDITURA TEHNICĂ
Piața Presei Libere, 1
33 București, România
Cod 71341

Redactor: ing. Adina Negoită
Tehnoredactor: Nicoleta Negoită
Culegere și tehnoredactare computerizată: ing. Cristiana Chiriac
Coperta: Simona Dumitrescu
Machetare ilustrații: Cristina Baci

Bun de tipar: 18.09.1997, Coli de tipar: 18,25
C.Z. 628.16.03
LS.B.N. 973-31-1060-4

Tipărit SEMNE

PREFAȚĂ

În anul 1989 Editura Tehnică publica lucrarea „Cartea operatorului din stații de tratare și epurare a apelor”. Epuizarea rapidă a acesteia precum și solicitările repetate de a fi reeditată au dovedit necesitatea și utilitatea unor astfel de cărți.

Pe de altă parte, perioada care a trecut a condus la îngreunarea activităților de exploatare a lucrărilor hidroedilitare (apă-canal), în condițiile în care volumul investițiilor sau al lucrărilor de întreținere – reparații s-a redus considerabil. Cu atât mai mult, obținerea unor eficiențe sporite ale echipamentelor, instalațiilor sau construcțiilor de tratare – epurare depinde de priceperea, profesionalismul operatorilor. Acest profesionalism se obține printr-o experiență îndelungată, dar și prin receptarea de informații privind noile realizări din domeniu, prin adaptarea exploatării la noile condiții în care sunt obligate să funcționeze instalațiile.

Considerentele menționate anterior au condus la inițiativa Editurii Tehnice și a autorilor de a reedita lucrarea amintită, desigur într-o concepție revăzută și completată.

Astfel, în 1996 a apărut un prim volum al lucrării, intitulat „Cartea operatorului din stații de tratare a apelor”, a prof. dr. ing. Vladimir Rojanschi.

Prezenta lucrare completează tematica cu problemele specifice cu care se confruntă operatorii din stațiile de epurare a apelor.

Față de prima ediție, lucrarea cuprinde noi capitole, din care menționăm câteva: **Epurarea terțiară, Dezinfecția apelor uzate; Măsurarea debitelor; Exploatarea canalizărilor.** Se răspunde astfel unei sfere mult mai largi de preocupări a lucrătorilor din domeniul canalizărilor – epurării apelor uzate.

Autorii mulțumesc lucrătorilor din domeniul gospodăriei comunale pentru aprecierile favorabile privind elaborarea și editarea acestor cărți, colegilor din ICIM pentru sugestiile și propunerile făcute.

Mulțumiri speciale sunt adresate Comitetului Național al Producătorilor și Distribuitorilor de Apă din România (CNP DAR) și Asociației Profesionale și Patronale a Lucrătorilor din Gospodăria Comunală (APPLGC) care au încurajat și sprijinit direct apariția acestei lucrări.

Autorii mulțumesc Editurii Tehnice pentru disponibilitatea și deschiderea ce o manifestă domeniului Gospodăriei Comunale, domeniu ce își pune amprenta pe nivelul de civilizație al localităților, indiferent de dimensiunea lor.

Fiind un domeniu dinamic, în continuă evoluție și modernizare, lucrarea este perfectibilă în timp. În acest sens, orice observație și propunere sunt dorite și bine venite.

Autorii

CUPRINS

1. Generalități	13
1.1. Obiectivele exploatarei și întreținerii lucrărilor edilitare	15
1.2. Activitatea de exploatare și întreținere	15
2. Protecția calității apelor	20
2.1. Considerații privind poluarea	20
2.2. Surse de poluare	21
2.3. Tipuri de poluanți	22
2.4. Protecția calității resurselor de apă	26
2.4.1. Perfecționarea legislației	26
2.4.2. Măsuri ajutoare la nivelul surselor de poluare pentru diminuarea debitelor și încărcărilor	27
2.4.3. Epurarea apelor uzate	28
2.4.4. Intervenții pe cursurile de apă receptoare ale apelor uzate	29
2.4.5. Supravegherea („monitoringul”) dinamicii calității apelor	30
2.4.6. Planificarea măsurilor de protecție a calității resurselor de apă la nivelul bazinelor hidrografice (gospodărirea calității apelor)	33
3. Sisteme de canalizare-epurare orășenești	35
3.1. Alcătuirea unui sistem de canalizare	35
3.2. Punerea în funcțiune a rețelelor de canalizare	37
3.3. Exploatarea rețelelor de canalizare	37
3.3.1. Controlul apelor uzate	37
3.3.2. Controlul exterior al rețelei de canalizare	38
3.3.3. Controlul interior al rețelei de canalizare	39
3.4. Întreținerea rețelei de canalizare	39
3.4.1. Spălarea și curățirea canalelor	39
3.4.2. Desfundarea canalelor	41
3.4.3. Repararea rețelelor de canalizare	42
3.5. Măsuri de protecția și securitatea muncii	44
4. Apele uzate și influența lor asupra mediului natural. Autoepurarea și epurarea acestora	45
4.1. Proveniența apelor uzate	45
4.2. Influența asupra mediului înconjurător	45
4.2.1. Influența asupra receptorului	45
4.2.2. Influența asupra captărilor de apă potabilă și industrială	46
4.2.3. Influența asupra folosințelor agricole și a creșterii animalelor	47
4.2.4. Influența asupra fondului piscicol	47
4.2.5. Influența asupra stării sanitare și igienice	48

4.3. Autoepurarea.....	49
4.3.1. Noțiunea de autoepurare.....	49
4.3.2. Factorii care influențează procesul de autoepurare.....	49
4.4. Epurarea apelor uzate.....	56
4.5. Reglementări tehnice.....	57
5. Epurarea mecanică.....	59
5.1. Generalități.....	59
5.2. Reținerea suspensiilor prin sedimentare.....	60
5.3. Construcții și instalații pentru epurarea mecanică și mecano-chimică.....	66
5.4. Utilizarea floculanților în procesul de epurare a apelor.....	77
5.4.1. Elemente teoretice.....	77
5.4.2. Elemente practice.....	79
5.5. Exploatarea treptei de epurare mecanică.....	81
5.5.1. Exploatarea grătarelor și a dispozitivelor de fărâmițare.....	82
5.5.2. Exploatarea deznisipatoarelor.....	83
5.5.3. Exploatarea separatoarelor de grăsimi.....	85
5.5.4. Exploatarea decantoarelor.....	86
6. Epurarea biologică.....	94
6.1. Metabolismul bacterian.....	94
6.2. Creșterea și multiplicarea celulară.....	98
6.3. Epurarea biologică aerobă.....	100
6.3.1. Biodegradabilitate și tratabilitate.....	101
6.3.2. Exprimarea cantitativă a conținutului de impurități din apele uzate.....	102
6.3.3. Microorganismele în procesul de epurare.....	105
6.4. Epurarea biologică cu nămol activ.....	107
6.4.1. Variante ale procesului cu nămol activ.....	107
6.4.2. Parametrii procesului de epurare cu nămol activ (definiții și relații).....	110
6.4.3. Construcții și instalații.....	111
6.4.4. Exploatarea bazinelor cu nămol activ.....	118
6.5. Epurarea în filtre biologice (biofiltre).....	133
6.5.1. Parametrii filtrului biologic.....	134
6.5.2. Tipuri de filtre biologice.....	136
6.5.3. Construcții și instalații comune tuturor tipurilor de filtre biologice.....	139
6.5.4. Exploatare și întreținere.....	143
6.6. Epurarea biologică naturală.....	150
6.6.1. Câmpuri de irigare și filtrare.....	151
6.6.2. Filtre de nisip.....	153
6.6.3. Iazuri biologice (iazuri de stabilizare).....	156
7. Epurarea terțiară.....	159
7.1. Filtrarea rapidă.....	159
7.2. Filtrarea lentă.....	160

7.3. Microfiltrarea.....	160
7.4. Clarificator ascensional.....	162
7.5. Teren înierbat.....	162
7.6. Lagune.....	162
8. Dezinfecția apelor uzate epurate.....	164
9. Tratarea nămolurilor.....	171
9.1. Formarea și caracteristicile nămolului.....	171
9.2. Clasificarea procedeelor de prelucrare a nămolurilor.....	176
9.3. Îngroșarea nămolului.....	178
9.4. Fermentarea (stabilizarea) anaerobă.....	179
9.4.1. Procesul de fermentare anaerobă.....	180
9.4.2. Factorii care influențează fermentarea.....	182
9.4.3. Tipuri de instalații de fermentare.....	186
9.4.4. Elemente constructive ale instalațiilor de fermentare.....	188
9.4.5. Performanțele instalațiilor de fermentare.....	195
9.4.6. Exploatare și întreținere.....	197
9.4.7. Controlul de laborator.....	206
9.5. Stabilizarea aerobă.....	208
9.6. Condiționarea nămolului.....	209
9.6.1. Condiționarea chimică.....	209
9.6.2. Condiționarea termică.....	212
9.6.3. Alte procedee de condiționare.....	212
9.7. Deshidratarea nămolurilor.....	213
9.7.1. Deshidratarea naturală a nămolurilor.....	213
9.7.2. Deshidratarea artificială a nămolurilor.....	215
9.8. Valorificarea și evacuarea finală.....	223
9.8.1. Recuperarea de metale.....	224
9.8.2. Materiale de construcții.....	224
9.8.3. Valorificarea agricolă.....	225
10. Pomparea apelor uzate. Stațiile de pompare.....	228
10.1. Exploatarea normală și întreținerea.....	229
10.2. Deficiențe de exploatare.....	233
10.3. Înregistrări și rapoarte.....	235
11. Organizarea exploatării în stațiile de epurare.....	236
11.1. Organizarea locurilor de muncă.....	236
11.2. Organizarea personalului.....	237
11.3. Dotarea tehnico-materială.....	239
11.4. Măsurători și analize.....	240
11.5. Evidențe și rapoarte în exploatare.....	240
11.6. Măsuri de tehnica securității muncii.....	241
11.7. Organizarea lucrărilor de întreținere și reparații.....	243
12. Laboratoare de proces în instalațiile de epurare a apelor uzate.....	244
12.1. Indicatori și analize necesar a fi efectuate.....	244

12.2. Metode de analiză	248
12.3. Prelucrarea și interpretarea datelor de laborator și transpunerea lor în exploatarea stației de epurare	249
12.4. Aparatură și standarde de analiză utilizate în tratarea și epurarea apelor	252
12.4.1. Standarde de analiză în vigoare	252
12.4.2. Aparatura necesară	255
12.4.3. Calități tehnice și performanțe ale principalelor aparate	257
12.5. Dimensionarea personalului de laborator	261
13. Costul apei epurate	264
14. Măsurarea debitelor	266
14.1. Generalități	266
14.2. Instalații de măsurare a debitelor	268
14.3. Instalații de măsurare a debitelor pe canale cu scurgere liberă	270
14.4. Instalații de măsurare a debitelor pe conducte cu scurgere sub presiune	280
14.5. Probleme tehnice de exploatare și evidență	281
Bibliografie	282
ANEXE	284
Anexa 1. Extras din Decretul 414/1970	284
Anexa 2. Extras din Normativul C.90-83	286
Anexa 3. Extras din HG 138/1994	288

CONTENTS

1. Generalities	13
1.1. Objectives of exploitation and maintenance of the communal works	15
1.2. Activities of exploitation and maintenance	15
2. Water quality protection	20
2.1. Consideration on pollution	20
2.2. Sources of pollution	21
2.3. Types of pollutant	22
2.4. Protection of water resources quality	26
3. Urban sewerage-purification systems	35
3.1. Sewerage system structure	35
3.2. Sewerage system activation	37
3.3. Sewerage system exploitation	37
3.4. Sewerage system maintenance	39
3.5. Protection and security of work measures	44
4. Wastewaters and their influence on natural environment. Self-purification and purification	45
4.1. Wastewaters sources	45
4.2. Environmental influence	45
4.3. Self-purification	49
4.4. Purification	56
4.5. Technical legislative conditions	57
5. Mechanical purification	59
5.1. Generalities	59
5.2. Suspensions removing by sedimentation	60
5.3. Constructions and equipment for mechanical and mecano-chemical purification	66
5.4. Flocculates utilization in water purification process	77
5.5. Exploitation mechanical purification step	81
6. Biological purification	94
6.1. Bacterial metabolism	94
6.2. Cellular growth and multiplication	98
6.3. Aerobic biological purification	100
6.4. Activated sludge biological purification	107
6.5. Biological filters purification. Biofilters	133
6.6. Natural biological purification	150
7. Tertiary purification	159
7.1. Fast filtration	159
7.2. Slow filtration	160
7.3. Microstraining	160
7.4. Ascensional clarificators	162

7.5. Grassed land	162
7.6. Lagoons.....	162
8. Purificated wasted disinfection.....	164
9. Sludge treatment.....	171
9.1. Sludge development and characteristics.....	171
9.2. Sludge transforming processes classification.....	176
9.3. Sludge thickening.....	178
9.4. Anaerobic fermentation and stabilization.....	179
9.5. Aerobic stabilization.....	208
9.6. Sludge conditioning.....	209
9.7. Sludge dewatering.....	213
9.8. Capitalizing and final evacuation.....	223
10. Waste waters pumping. Pumping stations.....	228
10.1. Normal Exploitation and maintenance.....	229
10.2. Exploitation Deficiencies.....	233
10.3. Registers and reports.....	235
11. Exploitation structure in purification stations.....	236
11.1. Job structure.....	236
11.2. Personal structure.....	237
11.3. Technico-material endowment.....	239
11.4. Measures and analysis.....	240
11.5. Account and report exploitation.....	240
11.6. Work security measures.....	241
11.7. Maintenance and repairing works structure.....	243
12. Process laboratory in wastewaters purification installations.....	244
12.1. Necessary indicators and analysis.....	244
12.2. Analyze methods.....	248
12.3. Laboratory data processing, interpreting and their transposement in purification equipment exploitation.....	249
12.4. Apparatus and standards for analysis used in water purification and treatment.....	252
12.5. Laboratory personal dimensioning.....	261
13. Purificated water price.....	264
14. Flow measures.....	266
14.1. Generalities.....	266
14.2. Flow measure equipment.....	268
14.3. Exploitation and accounting technical problems.....	270
Bibliography.....	282
ANNEXES.....	284

1 GENERALITĂȚI

În ultimii ani au fost adoptate două legi-cadru de o deosebită importanță pentru protecția mediului, în general, și pentru protecția apelor, în special.

Acestea sunt:

— *Legea Protecției Mediului* – Legea nr. 137/1995 aprobată de Parlamentul României în 29 decembrie 1995 și promulgată de Președintele României în 29 decembrie 1995 prin Decretul nr. 417/1995;

— *Legea Apelor* – Legea nr. 107/1996 aprobată de Parlamentul României în 11 septembrie 1996 și promulgată de Președintele României prin Decretul 483/1996 din 24 septembrie 1996.

Prin prevederile legilor menționate, protecția mediului, a resurselor de apă, capătă noi dimensiuni, se supune unor exigențe sporite, trebuie să devină o preocupare permanentă a tuturor membrilor societății.

Se consideră deosebit de util a cita câteva dintre principiile ce au stat la baza elaborării acestor legi și care vor trebui să se reflecte în modul în care se va desfășura orice activitate socio-economică (Legea 137/1995, articolul 3):

- principiul precauției în luarea deciziilor;
- principiul prevenirii riscurilor ecologice și producerii daunelor;
- principiul conservării biodiversității și ecosistemelor;
- principiul „poluatorul plătește”;
- înlăturarea cu prioritate a poluanților care periclitează implicit și grav sănătatea oamenilor;
- crearea sistemului de „monitoring”;
- menținerea, ameliorarea calității mediului și reconstrucția zonelor deteriorate.

Preluând aceste principii, Legea Apelor detaliază obligațiile ce revin din acest punct de vedere utilizatorilor de apă sau celor care desfășoară activități în legătură cu apa (Legea 107/1996, articolul 17):

— să adopte tehnologii de producție cu cerințe de apă reduse și cât mai puțin poluante, să economisească apa prin recirculare sau folosire repetată, să elimine risipa și să diminueze pierderile de apă, să reducă poluanții evacuați o dată cu apele uzate și să recupereze substanțele utile conținute în apele uzate și în nămoluri;

— să asigure realizarea, întreținerea și exploatarea stațiilor și instalațiilor de tratare a apelor la capacitatea autorizată, să urmărească eficiența acestora prin

analize de laborator și să intervină operativ pentru încadrarea indicatorilor de emisie în limitele admise pentru evacuarea apelor uzate, limite prevăzute prin autorizația de gospodărire a apelor;

— să respecte cu strictețe disciplina și normele tehnologice în activitățile de producție care folosesc apa și evacuează ape uzate, precum și în stațiile și instalațiile de tratare a apelor.

În aceste condiții, epurarea apelor uzate, alături de alte activități de gospodărire cantitativă și calitativă a apelor, devine o măsură necesară a fi înțeleasă la adevărata ei însemnătate și aplicată la un nivel care să corespundă celor mai severe exigențe.

Astfel, realizarea lucrărilor de canalizare-epurare devine o prioritate în preocupările municipalităților, în vederea creării unor condiții de mediu conform legislației actuale.

Trebuie spus de la început că problemele tehnico-edilitare ale orașelor nu se consideră rezolvate o dată cu materializarea lucrărilor menționate.

Baza tehnico-materială creată pune și problema funcționării ei eficiente, a atingerii parametrilor de proiectare, a întreținerii în condiții tehnico-economice cât mai avantajoase.

Buna funcționare și întreținere a tuturor instalațiilor și construcțiilor edilitare amintite este condiționată nu numai de asigurarea unei baze materiale (reactivi, piese de schimb, utilaje, energie etc.), ci și de asigurarea unui personal de exploatare competent, la toate nivelurile.

Se pot cita numeroase cazuri de funcționări necorespunzătoare din punct de vedere tehnologic sau economic ale unor instalații, într-o măsură mai mare sau mai mică din vina personalului de exploatare. Pregătirea personalului de exploatare este o problemă deosebit de complexă. Sunt necesare în aceeași măsură cunoștințe de tehnologie, hidraulică, chimie, biologie, toate acestea legate de desfășurarea unor procese ce au loc în construcții și instalații, precum și asimilarea unor noțiuni de mecanică, electrotehnică, termodinamică etc. În afara acestor elemente de ordin „strict profesional”, se impune asimilarea unor cunoștințe de organizare a activităților de exploatare și întreținere, a unor noțiuni economice de evidență a cheltuielilor de exploatare și întreținere, de prelucrare, interpretare și raportare a datelor.

Toate aceste ultime elemente constituie obiective ale prezentei lucrări, care își propune să contribuie la aprofundarea cunoștințelor necesare exploatării și întreținerii stațiilor de epurare.

Se vor face câteva considerații generale privind exploatarea și întreținerea lucrărilor hidroedilitare, din care fac parte și stațiile de epurare.

1.1. Obiectivele exploatării și întreținerii lucrărilor edilitare

Funcționarea în condiții eficiente, la parametri proiectați a lucrărilor edilitare, asigură condiții salubre și de confort de viață populației.

Așa cum am menționat, buna funcționare depinde nu numai de corecta proiectare și realizare a acestor construcții, ci și de o exploatare la cel puțin același nivel.

Rolul activității de exploatare și întreținere constă în:

- asigurarea funcționării instalațiilor la parametri proiectați;
- adaptarea funcționării acestora la condiții modificate de intrare sau de ieșire din sistem;
- asigurarea securității lucrărilor;
- asigurarea duratei maxime de funcționare;
- deservirea optimă a populației, instituțiilor social-culturale și industriale;
- asigurarea sănătății populației și desfășurării normale a activității instituțiilor social-culturale și întreprinderilor industriale;
- asigurarea utilizării raționale și protecției factorilor de mediu și a protecției mediului înconjurător în ansamblu;
- educarea populației privind economisirea apei, căldurii, gazului etc. și protecția mediului înconjurător;

Pentru atingerea obiectivelor enumerate mai sus, este necesar ca în cazul exploatării și întreținerii lucrărilor edilitare să se realizeze o serie întreagă de activități.

1.2. Activitatea de exploatare și întreținere

Principalele activități constau în:

- operații premergătoare;
- exploatare curentă;
- întreținere curentă;
- evidența lucrărilor de exploatare și întreținere;
- organizarea exploatării și întreținerii lucrărilor edilitare;
- asigurarea normelor sanitare și tehnica securității muncii;
- asigurarea măsurilor de protecție a mediului;
- asigurarea transpunerii în practică a prevederilor legislației și reglementărilor în vigoare.

Operații premergătoare. Acestea sunt de mai multe categorii: recepția; efectuarea probelor tehnologice; obținerea autorizațiilor necesare; punerea în funcțiune.

Recepția se realizează în două etape:

— recepții parțiale, care se efectuează eşalonat pe parcursul execuției, pentru verificarea executării unor lucrări, în special ale celor ascunse;

— recepția finală prin care se verifică toți parametrii funcționali.

Efectuarea probelor tehnologice urmărește sesizarea și, implicit, remedierea unor defecțiuni sau inadvertențe, care pot fi constatate numai în timpul funcționării instalațiilor.

Obținerea autorizațiilor necesare se solicită pentru folosirea apei, furnizarea gazelor, energiei electrice, protecția muncii etc.

Punerea în funcțiune constituie o etapă deosebit de importantă, constând în realizarea secvențială a tuturor operațiilor specifice fiecărei instalații.

Exploatarea tehnică curentă. Aceasta constă în asigurarea funcționării continue a construcțiilor și instalațiilor, a controlului funcționării acestora, prevenirea apariției defecțiunilor și remedierea acestora în cazul apariției lor.

Exploatarea tehnică poate fi:

— curentă, presupunând un regim normal de funcționare;

— în condiții speciale (iarnă, secetă etc.);

— în condiții excepționale din cauza unor situații deosebite (inundații, cutremure, epidemii).

Sarcinile principale ale exploatarei tehnice sunt:

— asigurarea funcționării continue;

— realizarea parametrilor cantitativi și calitativi stabiliți;

— păstrarea evidenței principalilor parametri funcționali;

— adaptarea funcționării instalațiilor la modificarea unor condiții externe sau interne ale sistemului;

— detectarea unor deranjamente, avarii, defecțiuni și repararea acestora în cel mai scurt timp.

Întreținerea lucrărilor. Aceasta este activitatea necesară asigurării funcționării continue a acestora și a unei durate de serviciu cât mai îndelungate.

Întreținerea presupune mai multe operații.

Inspekția preventivă, care constă în verificarea părților componente ale construcțiilor și instalațiilor vizitabile în timpul funcționării, pentru constatarea defecțiunilor.

Revizia preventivă, în cadrul căreia se face revizia părților principale, prin care se constată starea și modul de funcționare, eventuale pierderi.

Se efectuează și mici remedieri, etanșarea, ungerea mecanismelor, reparații mărunte.

Reparațiile curente planificate, care constau din remedierea defecțiunilor apărute în timpul exploatării, dar care nu presupun întreruperea imediată a funcționării sistemelor.

Reparațiile curente, care înlătură unele defecțiuni care ar putea conduce la oprirea instalației.

Repararea avariilor, care impune o acțiune rapidă pentru reducerea pierderilor și repunerea în funcțiune a instalației.

Evidența lucrărilor de exploatare și întreținere. În primele etape de funcționare a instalației este necesară executarea *releveelor construcțiilor și instalațiilor*. Se fac planșe – plan de situație, profiluri, secțiuni – în care apar caracteristicile constructive, funcționale. Se completează cu eventualele modificări ulterioare. Se codifică toate părțile componente în vederea recunoașterii lor.

O dată cu trecerea la exploatarea curentă, se întocmesc *fișe tip* pentru fiecare obiectiv.

Aceste fișe tip conțin elemente necesare identificării și controlului funcționării obiectivului respectiv, precum și posibilitatea înscrierii lucrărilor de inspecție, revizie preventivă, reparații etc.

Periodic, datele înscrise, mai ales cele care prin natura lor sunt variabile (debite, niveluri, viteze, doze de reactivi, indicatori de calitate etc.), se supun prelucrării și interpretării statistice, în vederea evidențierii unor valori semnificative și evoluției unor procese.

Organizarea exploatarei și întreținerii lucrărilor edilitare. Activitatea de exploatare și întreținere a instalațiilor edilitare se organizează de către întreprinderi de gospodărie comunală.

În orașele mici, o astfel de întreprindere asigură toate serviciile. În orașele mari, activitatea este organizată pe întreprinderi specializate.

În condițiile unei economii descentralizate, de piață, formele de organizare ale unor astfel de întreprinderi pot căpăta și au căpătat structuri organizatorice de tip nou, care în timp urmează a fi perfecționate.

Gradul de organizare, schema organizatorică, dotările cu personal depind de mărimea instalațiilor, gradul de dispecerizare și automatizare, nivelul și starea lor tehnică.

Documentul de bază, după care se efectuează exploatarea, este *Regulamentul de exploatare*. El se întocmește într-o anumită etapă de către proiectant și este anexă la proiect.

Forma finală este redactată de întreprinderea de exploatare, pe baza regulamentului inițial și a observațiilor proprii din perioada de încercări tehnologice și a etapelor de punere în funcțiune.

Condiții de desfășurare a activității de exploatare și întreținere. Întreaga activitate de exploatare și întreținere a instalațiilor edilitare, care în principal urmărește atingerea scopului pentru care a fost realizată, trebuie să se desfășoare în condițiile:

- asigurării normelor sanitare și de tehnica securității muncii;
- asigurării măsurilor de protecție a factorilor de mediu;
- respectării legislației și reglementărilor în vigoare.

Asigurarea normelor sanitare. Este una dintre problemele principale. De respectarea strictă a normelor depinde sănătatea populației. Calitatea apei la sursă (STAS 4706-88), calitatea apei potabile livrată populației (1342-91), respectarea zonelor sanitare în jurul instalațiilor de alimentare cu apă (Decret 1059/967) trebuie să fie asigurate conform legislației și necesităților obiectivului propus.

Se evită, astfel, apariția și răspândirea bolilor hidrice.

Asigurarea normelor de tehnica securității muncii. Protecția muncii poate fi definită ca un ansamblu de măsuri obligatorii pentru a crea condiții normale de lucru, pentru a evita orice posibilitate de accidentare în timpul muncii.

Aceste măsuri se prevăd încă din faza de proiectare.

Pot fi măsuri preventive (inițiere personal, semnalizare) și măsuri propriu-zise (dotare cu echipament, instalații de ventilație, iluminatie specială).

Trebuie menționat că lucrările edilitare au un grad mare de pericolozitate: se lucrează cu apă, curent electric, utilaje complexe, gaz metan, gaze de fermentare, substanțe chimice și inflamabile.

Iată de ce, acestei probleme trebuie să i se acorde o atenție deosebită.

Asigurarea măsurilor de protecție a mediului înconjurător. Protecția mediului înconjurător, ca activitate globală, are drept scop păstrarea echilibrului ecologic al ecosistemelor, conservarea și chiar ameliorarea calității factorilor naturali, asigurarea unor condiții de viață cât mai bune tuturor colectivităților umane.

Unele dintre activitățile asigurate de instalațiile edilitare sunt parte componentă a politicii de protecție a mediului (epurarea apelor, colectarea deșeurilor), altele, dacă nu sunt făcute rațional, pot conduce la degradarea unor factori de mediu (transport intens – poluarea aerului, captarea integrală a surselor de apă – degradarea zonei aval).

Prin protecția resurselor împotriva degradării și epuizării se urmărește folosirea rațională și crearea condițiilor de refacere.

Lucrările edilitare contribuie și trebuie să contribuie, în totalitatea lor, la utilizarea rațională și la protecția factorilor de mediu.

Respectarea legislației și a reglementărilor în vigoare. Pentru lucrările edilitare, în vederea asigurării unor concepții unitare de proiectare și execuție, de exploatare și întreținere, există o legislație (legi și decrete), completată cu o serie de

reglementări (standarde, instrucțiuni și normative), care trebuie să fie strict respectate. Desigur că în timp acestea se adaptează, se completează în funcție de evoluția domeniului respectiv. Cunoașterea acestor legi și reglementări, a modificărilor intervenite este o obligație a tuturor celor ce se ocupă de exploatarea și întreținerea lucrărilor edilitare.

Toate elementele prezentate în acest prim capitol vor fi detaliate și aprofundate pe specificul fiecărei componente a stației de epurare, în cele ce urmează.

Înainte de a aborda aceste aspecte, s-a considerat util a comenta problematica poluării în ansamblul ei și rolul epurării apelor uzate ca acțiune majoră în *Planurile de Acțiune de Protecția Mediului la Nivel Național*.

PROTECȚIA CALITĂȚII APELOR

2.1. Considerații privind poluarea

Una dintre problemele majore ale omenirii o constituie în prezent poluarea. Este evident că mediul natural se deteriorează încetul cu încetul și că sistemele ecologice nu se mai pot adapta la presiunea factorilor antropici, autoreglarea ecosferei nemaifiind posibilă.

O analiză a mecanismelor poluării, a efectelor și implicațiilor include o strictă interdependență între părțile componente ale mediului, acțiunea unuia antrenând implicit influențe asupra celorlalți (cu efect local sau la distanță).

Sunt de menționat mai multe aspecte:

— poluarea atmosferei cu aerosoli și substanțe chimice nu este nocivă numai pentru respirație. Substanțele respective ajung pe pământ, depunându-se pe sol sau pe frunzele plantelor fie direct (în perioade de calm), fie prin intermediul precipitațiilor care le antrenează (dată fiind marea mobilitate a atmosferei, prin intermediul vânturilor, procesele de revenire pe pământ se pot realiza la mari distanțe de locul unde ele au fost degajate în mediu). Prezența aerosolilor în atmosferă favorizează opacitatea acesteia, diminuează transferul energetic al razelor solare către plante și, ca urmare, diminuează efectele fenomenului de fotosinteză, respectiv ale eliberării oxigenului necesar vieții.

— poluarea primară a solurilor (depozitarea deșeurilor pe sol) nu înseamnă numai afectarea locală a solurilor respective. Ea înseamnă, deopotrivă, în funcție de substanța poluantă, poluarea secundară a atmosferei (prin transmiterea în atmosferă a substanțelor volatile sau a celor antrenabile de vânturi), poluarea apelor superficiale și subterane (prin dizolvarea și antrenarea substanțelor respective din sol), iar din apele subterane – freatice – influențarea dezvoltării plantelor (fie frânarea dezvoltării, fie concentrarea în țesuturile lor a unor substanțe nocive care pătrund apoi în ciclul alimentar al omului). Tot aici trebuie amintită degradarea directă a solurilor de către ploi, la anumite intervenții ale omului în vegetația terestră (despăduriri, arături incorecte), care provoacă antrenarea stratului fertil;

— poluarea primară a apelor (introducerea deșeurilor direct în ape) sau poluarea lor secundară (fie direct din atmosferă, fie din sol, prin intermediul precipitațiilor) poate avea efecte multiple, fie asupra solului și plantelor (prin straturile freatice alimentate de apa respectivă sau prin intermediul irigațiilor), fie direct asupra omului, prin apa folosită pentru băut. Încheierea ciclului hidric, prin vărsarea apelor dulci în mări și oceane duce, de asemenea, la invadarea acestora cu

substanțe poluante, mult peste aportul de săruri, și suspensii rezultate din ciclul natural, cu influențe asupra florei și faunei marine și cu reacții consecutive din partea acestora (asupra atmosferei, prin dezechilibrarea aportului de oxigen al fitoplanctonului marin; asupra omului, prin ciclul alimentar, ca urmare a hranei de proveniență marină);

— poluarea directă a mărilor, cu aceleași efecte menționate mai sus, la care se poate adăuga în unele cazuri (prin poluare cu substanțe petroliere) diminuarea intensității evaporației și deci a reciclării apei în natură.

Următoarele elemente esențiale sunt de reținut din cele de mai sus:

— poluarea unui factor al mediului fizic are într-un fel sau altul efecte asupra celorlalți factori ai mediului;

— atmosfera, înveliș foarte mobil al pământului, permite transportul poluanților la distanță, acționând și în sensul dispersării lor;

— spre deosebire de atmosferă, apa are un rol de concentrator al poluanților;

— dirijarea poluanților de către ape se face fie direct, în mări și oceane, care constituie rezervorul ultim al tuturor deșeurilor, fie se reciclează prin intermediul factorului uman (refolosirea apei pentru necesități potabile, irigații, industrii);

— tot prin intermediul apei, poluanții invadează ciclul alimentar al omului fie prin consumul direct, fie prin intermediul alimentelor de natură animală sau vegetală, care concentrează asemenea substanțe în cursul dezvoltării.

Cele de mai sus pun în evidență rolul deosebit al apei în interrelațiile cu ceilalți factori ai mediului și că, în tratarea aspectelor poluării apelor și a consecințelor lor, de aceste interrelații trebuie ținut seama.

Aceste elemente au condus la organizarea unor acțiuni concentrate pentru diminuarea poluării planetei. Acțiunile au culminat cu Conferința Mondială „Mediu și Dezvoltare”, de la Rio de Janeiro, din iunie 1992, care a stabilit un adevărat plan pe termen lung de stopare a poluării locale, regionale, continentale și globale, cu acțiuni concrete de redresare ecologică.

2.2. Surse de poluare

Poluarea ce se manifestă în prezent se remarcă prin:

— diversificarea deșeurilor (gaze, lichide sau solide);

— creșterea continuă a cantității de deșeuri, în valoare absolută și pe cap de locuitor;

— concentrarea punctelor de evacuare în mediu datorită aglomerărilor industriale și urbanizării;

— ponderea mare pe care o are și poluarea difuză, datorită intensificării poluării globale a factorilor de mediu.

Principalele activități și aglomerări umane care participă la poluarea apelor sunt:

— *industria*, considerată ca având în prezent ponderea cea mai mare. Aici sunt avute în vedere și activitățile în domeniul energetic, inclusiv problemele particulare pe care le ridică centralele nucleare-electrice (ca și alte activități care folosesc reacții nucleare sau radioizotopi), dar și activitățile din industria extractivă de materii prime (combustibili, minerale, lemn etc.);

— *transporturile*, care participă la poluarea apei fie direct, fie prin intermediul celorlalți factori fizici ai mediului, în funcție de modul de transport (terestru, maritim, aerian), de mijloacele de propulsie (mașini cu aburi, cu combustie, electrice), de spațiul de desfășurare sau de tipul transportului (auto, feroviar, aerian, naval). Uneori, chiar materialele transportate, neglijent manipulate și accidental răspândite în mediu, constituie surse de poluare (de exemplu: accidente în manipularea vaselor petroliere sau a substanțelor radioactive);

— *aglomerările urbane* (în corelare sau nu cu industria), care realizează mari concentrări de deșeuri menajere și de gospodărie orășenească pentru care se folosesc, așa cum s-a arătat, cantități de apă între 200 și 1000 l/locuitor și care, în cea mai mare parte, se evacuează încărcate cu deșeuri organice și minerale, prin sistemele de canalizare;

— *agricultura și zootehnia*, extrem de importante pentru existența omului și, totodată, bazate mai mult decât celelalte activități umane pe relațiile cu mediul, care constituie surse de poluare a acestuia și, în special, a apelor, cu care reintră de altfel în relație inversă (prin acțiunea negativă a apelor — poluate sau necorespunzător gospodărite — asupra solului și a plantelor).

În ansamblu, întreaga amenajare și utilizare a mediului, constituind în unele cazuri elemente de degradare directă a acestuia, se transformă în surse de poluare sau accelerează concentrarea și colectarea poluanților în emisari naturali (excavații cu diferite scopuri sau defrișări de păduri care participă la eroziunea solului sau creează zone de apă stagnantă constituind focare de infecții, pavaje, străzi, drumuri, care măresc rapiditatea de colectare a apelor, cu efect, alături de defrișările de păduri, asupra vitezei de propagare a viiturilor etc.). Căile prin care poluanții ajung la om sunt evident multiple; apa însă joacă un rol aparte.

2.3. Tipuri de poluanți

Poluarea sau poluanții care afectează sursele de apă pot fi clasificați după natura lor, sau după proveniență.

Astfel, conform primului criteriu enunțat, se pot deosebi:

— poluarea fizică (termică, radioactivă, cu particule solide);

— poluarea chimică (derivați ai carbonului și hidrocarburilor, sulfului, azotului, materiale plastice, pesticide și alți compuși organici de sinteză, fluoruri, metale grele, materii organice fermentabile etc.);

— poluarea biologică (dejecții organice, agenți patogeni, bacterii și virusuri infecțioase etc.).

După cel de-al doilea criteriu de clasificare a poluanților, se deosebesc:

— dejecții animale și umane;

— dejecții și reziduuri industriale (din industria alimentară, chimică, metalurgică);

— reziduuri vegetale (agricole sau forestiere, nutrienți vegetali etc.);

— pesticide și îngrășăminte rezultate din activități agricole;

— materii radioactive provenite din căderi radioactive sau din reziduuri, respectiv accidente din activitățile aferente;

— căldură reziduală rezultată din necesitățile aglomerărilor urbane, ale industriilor (mai ales cea energetică) etc.;

— sedimente rezultate din eroziunea solului și hidrosoli reziduali de diferite proveniențe.

O clasificare ar mai putea fi făcută din punct de vedere al surselor de poluare. Se deosebesc astfel:

— surse de poluare organizate, având o localizare bine precizată, cu două mari componente: apele menajere și orășenești, evacuate din rețele de canalizare, și apele reziduale industriale, provenite din procesele tehnologice ale diferitelor industrii, dintre care menționăm, în principal: industria petrolului, industria minieră, industria metalurgică, chimică, industria lemnului, alimentară, a pielăriei;

— surse de poluare difuze, situate pe zone întinse, cu poluanți aduși în ape, de regulă, prin intermediul ploilor, fie direct din atmosferă, fie prin colectarea prealabilă a poluanților de pe sol, înainte de intrarea în emisari.

De asemenea, după desfășurarea în timp a poluării, se deosebesc surse cu caracter continuu sau permanent (canalizări urbane și industriale), discontinuu sau sezonier (colonii, șantiere, din precipitații).

Poluarea fizică rezultă din evacuarea în ape a particulelor solide insolubile (antrenabile de ape și sedimentabile în anumite zone cu viteze mici), precum și a căldurii reziduale, respectiv a deșeurilor radioactive.

Particulele solide (în general considerate inerte din punct de vedere chimic și biologic) provin din eroziunea solurilor (ca efect al măsurilor agrotehnice necorespunzătoare, al defrișării pădurilor, al carierelor de materiale extrase din pământ etc.), fapt datorită căruia cantități imense de material pământos (cca. 20–30 miliarde tone anual) sunt primite de către ape.

Poluarea termică este datorată în principal căldurii reziduale provenite din apa utilizată ca agent de răcire în centralele termo și nucleare electrice.

Poluarea chimică constă în evacuarea în ape a diferitelor substanțe chimice incluse în reziduurile industriale, antrenate de pe terenurile agricole tratate cu îngrășăminte sau pesticide sau incluse în apele uzate orășenești provenite, în principal, de la detergenți. Se semnalează, în funcție de natura activităților umane riverane bazinelor hidrografice sau de proveniența (din ploi) reziduurilor din atmosferă (sau sedimentate în prealabil pe sol): săruri ale unor metale (cupru, plumb, zinc, mercur, cadmiu), fluoruri, acizi și baze, nitrați și fosfați (foarte frecvent întâlniți, în special în zonele cu agricultură avansată, în care se utilizează intens îngrășăminte sau în apele din canalizările care conțin detergenți), hidrocarburi, petrol și alte substanțe chimice (unele de proveniență farmaceutică). Contaminări importante sunt din cauza pesticidelor (erbicide, insecticide, ca: DDT, policlorobifenili etc.). Râurile și fluviile transportă către mări și oceane, pe care le poluează ritmic (la care se adaugă poluarea directă, care survine prin aruncarea deșeurilor, accidental sau voit, direct în mări și oceane), cantități impresionante de reziduuri chimice.

Poluarea biologică, la care participă apele uzate urbane, precum și industria alimentară, industria celulozei și hârtiei, complexele zootehnice, se caracterizează prin importante focare de infecții, din cauza bacteriilor, virusurilor și materiilor organice fermentabile și putrescibile pe care apele uzate le conțin.

Prezența unor micro sau macroorganisme, care au acțiune negativă asupra condițiilor igienico-sanitare ale apei sau asupra utilizării acesteia în economie, constituie o impurificare biologică. Unele organisme (bacterii patogene, virusuri, protozoare parazite, viermi paraziți etc.) pot avea o acțiune directă asupra sănătății omului. Dezvoltarea în număr mare a unor alge provoacă fenomenul de „înflorire” a apei, cu consecințe cunoscute (dezvoltarea puternică a unor bacterii saprofite, ciuperci, protozoare etc.), și dă cursului de apă un aspect neplăcut; dezvoltarea în masă a algelor poate produce neajunsuri instalațiilor de alimentare cu apă sau altor lucrări hidrotehnice. Unele din aceste organisme pot fi aduse în apele de suprafață direct prin afluenții industriali și menajeri, iar altele se dezvoltă în apele impurificate datorită condițiilor favorabile pe care le găsesc acolo.

Apele pot fi contaminate cu virusuri care provoacă unele boli cum este poliomiелita, sau cu bacterii patogene, ca de exemplu bacilul antraxului și bacilul lui Koch.

Mai trebuie amintit că dezvoltarea în cantitate mare a ciupercilor de apă poluată, a bacteriilor feruginoase sau a unor moluște poate duce la obstruarea unor conducte de apă.

Sintetizând cele prezentate, rezultă că impurificarea este un proces complex, care se desfășoară în general numai pe o anumită zonă a cursului de apă receptor, însă consecințele sale se resimt, pe linie biologică și cu intensități diferite, pe distanțe mult mai mari. Impurificarea trebuie deci considerată la nivelul întregului ecosistem.

Între un râu și afluenții acestuia există anumite relații hidrologice, fizico-chimice și biologice. Pe când relațiile hidrologice și fizico-chimice se manifestă liniar și într-un singur sens, din amonte spre aval, cele biologice se manifestă în ambele sensuri. Echilibrul biologic dintr-un astfel de sistem este o consecință tocmai a interrelațiilor ce se creează între biocenoza râurilor și a afluenților săi. Organismele animale reprezintă elementele cele mai mobile din sistem, ele putând migra pentru hrană sau reproducere în tot cuprinsul bazinului hidrografic, pe diferite căi, chiar și plantele au posibilitatea să se răspândească pe mari întinderi ale domeniului acvatic.

Poluarea unui râu sau a unei zone de râu înseamnă în primul rând modificări calitative și cantitative în populațiile floristice și faunistice respective, acestea atrăgând după ele modificări biologice în afluenții neimpurificați ai râului. Pot fi astfel stânjenite migrațiile unor specii de pești sau ale altor organisme acvatice, ceea ce duce la dispariția lor din afluenții curați, cu consecințe asupra întregului lanț trofic.

Diferite substanțe toxice, substanțe fitofarmaceutice, substanțe radioactive au proprietatea de a se acumula în corpul unor organisme acvatice. Acestea fiind consumate de alte organisme pot produce o contaminare în lanț a diferitelor verigi trofice. Pe de altă parte, insectele care au fost contaminate, depunând ouăle în zonele curate ale râului, contribuie tot prin intermediul relațiilor trofice la contaminarea acestor zone.

Situația este și mai evidentă când este vorba de ecosisteme cu apă stătătoare. În aceste cazuri, efectele fizico-chimice ale poluării se pot manifesta pe o zonă relativ restrânsă, însă pe linie biologică efectele pot fi resimțite pe tot cuprinsul, sau pe mari suprafețe ale mediului acvatic.

Dacă se vorbește de poluarea apelor, trebuie semnalat și procesul de autoepurare a apelor.

Dacă impurificarea se definește ca o tulburare a echilibrului biologic dintr-un ecosistem acvatic, autoepurarea poate fi privită ca o refacere a acestui echilibru pe cale naturală. Prin autoepurare, apa revine în cea mai mare parte la condițiile fizico-chimice și biologice inițiale, putând răspunde din nou necesităților economiei și condițiilor de salubritate.

Autoepurarea este „procesul prin care apele impurificate revin la starea lor normală, inițială”. După Knöpp (1964), „autoepurarea poate fi considerată ca ansamblul tuturor proceselor de descompunere oxidativă a materiei organice și absorbția noilor produși mineralizați de către plantele verzi”. Se mai definește puterea de autoepurare ca fiind „capacitatea unui bazin acvatic de a descompune materiile impurificatoare”, iar randamentul autoepurării ca fiind „cantitatea de materii descompuse în unitatea de timp”.

Autoepurarea este rezultatul unor complicate procese fizice, chimice și biologice, în care numeroși factori acționează împreună sau separat, fiecare putând

avea o anumită pondere, după tipul de impurificare și după caracteristicile receptorului.

2.4. Protecția calității resurselor de apă

În concepția modernă, prin protecția calității apelor se înțelege domeniul de activitate care se ocupă cu problemele referitoare la calitatea resurselor de apă. Aceste probleme se referă atât la fenomenele care se petrec în ape ca urmare a tulburării echilibrului natural al calității, din cauza intervenției omului, cât și la măsurile și activitățile de gospodărire judicioasă, restabilire și protecție a calității resurselor de apă menționate mai înainte.

Componentele principale ale activității de protecție a calității apelor sunt următoarele:

- supravegherea („monitoringul”) dinamicii calității resurselor de apă;
- planificarea măsurilor de protecție a calității resurselor de apă la nivelul bazinelor sau subbazinelor hidrografice, respectiv gospodărirea calității resurselor de apă;
- măsuri ajutătoare la nivelul surselor de poluare pentru diminuarea debitelor și încărcărilor, respectiv adoptarea de tehnologii fie neconsumatoare, fie mici consumatoare de apă, tehnologii nepoluante sau mai puțin poluante, recircularea apelor uzate etc.;
- măsuri ajutătoare epurării apelor uzate, respectiv utilizarea la irigații a apelor uzate, injectarea în straturile subterane etc.;
- epurarea apelor uzate;
- intervenții pe cursurile de apă receptoare ale apelor uzate, pentru îmbunătățirea diluției și a gradului de amestec, respectiv sporirea debitelor de diluție prin acumulări sau derivații, reaerarea artificială, dirijarea fenomenelor de autoepurare etc.;
- perfecționarea legislației în domeniul protecției calității apelor.

În cele ce urmează se vor detalia componentele prezentate mai sus.

2.4.1. Perfecționarea legislației

Legislația de protecție a calității apelor din România cuprinde reglementări în funcție de surse și folosințe.

- Legea protecției mediului – Legea 137/1995;
- Legea apelor – Legea 1/1996 – ca o lege cadru; recent promovată;
- STAS 4706/88 – „Ape de suprafață” – condiții de calitate – râuri, lacuri și Marea Neagră (litoralul românesc); sunt clasificate în trei categorii, funcție de utilizări: categoria I destinată în principal alimentării cu apă potabilă și pisci-

culturii (salmonicultura), categoria a II-a destinată alimentării cu apă industrială și pisciculturii (exclusiv salmonicultura) și categoria a III-a pentru irigații și unele procese industriale;

— STAS 1342/1991 – „Apa potabilă” – condiții de calitate – se prevăd indicatori organoleptici, fizico-chimici, biologici, bacteriologici și radiochimici, în două categorii de limite (*a* – admisibile și *b* – excepționale);

— P 97 al MLPAT – Normativ privind determinarea și instituirea zonelor de protecție a surselor de apă subterană;

— Ordinul 435/1991 al MAPPM – Normativ privind emiterea autorizației de gospodărirea apelor;

— Ordinul 715/1991 – Normativ privind emiterea Avizului de gospodărirea apelor;

— Ordinul 981/1994 – Normele de igienă privind mediul de viață al populației.

Depășirea valorilor limită ale indicatorilor de calitate ai fondului natural ar constitui astfel fenomenul de poluare al apei – în sensul absolut al noțiunii – și revenirea la valorile fondului natural este sarcina specialiștilor care activează în domeniul protecției calității apelor. Corelat cu cele arătate mai înainte, normativele sau standardele pentru efluenți, cu valori limită la evacuare, reprezintă calea de urmat sau mijlocul eficace de luptă pentru a se ajunge către valorile fondului natural calitativ al apelor. Pentru realizarea acestui deziderat, din ce în ce mai mult aceste standarde sau normative pentru efluenți trebuie să conțină interdicții totale pentru evacuarea în receptor a unor substanțe nocive, precum și limitări din ce în ce mai severe pentru ceea ce se admite a se evacua, în pas cu progresele tehnologiei industriale nepoluante și ale epurării avansate a apelor uzate.

Acordând acestui mod de luptă contra poluării, prin restricții și interdicții la evacuare, importanța majoră pe care o are și comparând tot timpul efectele obținute în apele de suprafață cu prevederile pentru fondul natural calitativ al acestora, rezultatele așteptate nu vor întârzia să apară.

2.4.2. Măsuri ajutătoare la nivelul surselor de poluare pentru diminuarea debitelor și încărcărilor

Un aport considerabil pentru menținerea unei calități a apelor conform normelor în vigoare îl au măsurile care trebuie aplicate la sursele de poluare, pentru diminuarea debitelor și încărcărilor apelor uzate înainte de epurarea acestora și evacuarea în receptori.

În sensul acesta, un rol important îl au tehnologiile mici consumatoare de apă sau total neconsumatoare, puțin poluante sau total nepoluante.

Recircularea apelor uzate apare, de asemenea, ca un procedeu ce va putea degreva, prin reducerea debitelor evacuate, receptorii apelor uzate și implicit va putea asigura păstrarea unei calități mai bune a apelor de suprafață.

Folosirea la irigații a unor categorii de ape uzate, după un tratament adecvat, apare de asemenea ca o metodă care aplicată judicios poate oferi un dublu avantaj, respectiv acela al reducerii cantităților de ape uzate evacuate în receptor, pe de o parte, iar pe de altă parte, al asigurării umidității și parțial a unor substanțe fertilizante pentru solul irigat.

Apare util, în sensul celor arătate mai înainte, să se citeze opiniile unor specialiști. „Se spune adesea, că protecția calității apelor nu trebuie să înceapă cu epurarea apelor uzate. Pentru menținerea în totalitate a gradului de curățenie al apelor va trebui să se găsească o nouă strategie, în care epurarea apelor uzate va avea și ea locul său. Va trebui să avem grijă ca tehnologiile integrale, respectiv tehnologiile unice pentru realizarea unui produs, fără a impune o altă tehnologie, uneori extrem de complexă, pentru epurarea apelor uzate produse și deci pentru restabilirea situației inițiale, să meargă mână în mână cu noile descoperiri și dezvoltări ale societății, pentru a se evita crearea de noi surse de poluare a apelor”.

2.4.3. Epurarea apelor uzate

Actualmente, un factor determinant pentru calitatea apelor îl constituie epurarea apelor uzate, despre care s-a amintit ca fiind în prezent, în mod practic, singurul mijloc de combatere a poluării apelor. În marea majoritate a cazurilor, procedeele de epurare sunt însă tributare unei anumite limitări, cu toate că eforturile pentru perfecționarea lor și apariția unor metode de mare eficiență au însemnat un reviriment în actualele condiții de rapidă creștere a gradului de poluare a apelor. Aceste procedee de epurare conjugate cu măsuri de sporire a debitelor prin lucrări de amenajare a apelor se consideră că ar putea acoperi 70-80% din sfera protecției calității apelor într-un sistem optimizat. Pentru restul de 20-30%, ar putea concura în mod efectiv o serie de alți factori, din cei deja menționați. Totuși, se pun adesea pe același plan aceste două concepte: *protecția apelor = epurarea apelor uzate*, simplificare care se justifică doar în prima fază a activității de protecție a apelor.

De aceea, în prima etapă a protecției calității apelor se depuneau, în principal, eforturi pentru racordarea în cel mai scurt timp a producătorilor de ape uzate la stațiile de epurare.

S-a recunoscut însă destul de devreme că o strategie care să se ocupe în primul rând de evacuări nu va putea conduce la o stare ecologică satisfăcătoare a apelor. Astăzi se admite că nu există premise absolut sigure conform cărora s-ar putea ajunge, în timp, la o stare satisfăcătoare a calității apelor numai cu ajutorul epurării mecano-biologice și chimice.

2.4.4. Intervenții pe cursurile de apă receptoare ale apelor uzate

În procesul de protecție eficientă a calității apelor se înscriu și măsurile sau intervențiile direct pe cursurile de apă receptoare ale apelor uzate, măsuri care, judicios aplicate, pot contribui într-o măsură însemnată la asigurarea calității apelor.

O primă posibilitate ar fi introducerea hotărâtă a unor procedee de îmbunătățire artificială a calității apelor de suprafață, ca de exemplu aerarea intensă a râurilor sau lacurilor poluate, folosind cu precădere agregatele construite cu acest scop – aeratoare speciale.

Acest procedeu asigură o oxigenare suplimentară a apei, cu posibilități de dirijare spre valorile impuse de gradul de poluare cu substanțe organice ce trebuie oxidate, rezultatele, în special în cazul apelor de suprafață impurificate cu substanțe organice, putând fi spectaculoase.

Un alt procedeu din aceeași gamă ar putea fi cel care tinde să asigure, spre exemplu, destratificarea termică a apelor stătătoare, în speță crearea posibilității de înlocuire cu apă bună, de la suprafață, a apei de la adâncime care, prin stagnare, își înrăutățește uneori considerabil calitatea.

Aceste procedee, împreună cu altele de același gen, ar acționa deci direct asupra apelor de suprafață receptoare ale apelor uzate, ponderea lor, în funcție de eficacitatea metodei și de extinderea aplicării ei, putând deveni la un moment dat determinantă în acțiunea de protecție a calității apelor.

Un alt factor, natural de această dată, care contribuie în bună măsură la îmbunătățirea calității apelor de suprafață, este fenomenul de autoepurare (foarte mult timp neglijat) care, dirijat corespunzător, poate interveni, în situația în care se creează un minim de condiții, la îmbunătățirea naturală a calității apelor de suprafață.

Trebuie arătat, de asemenea, că un alt factor component al sferei protecției calității apelor, cu pondere deosebită, se referă la posibilitățile de sporire a debitelor minime în cursurile de apă receptoare ale apelor uzate, cu ajutorul lucrărilor de amenajare, în speță acumulări sau derivații, știut fiind că gradul în care apele uzate se diluează cu apele receptorului are o importanță deosebită în stabilirea calității amestecului. În acest sens, trebuie accentuat că avantajele care decurg din protecția calității apelor din lucrările de amenajare nu trebuie să constituie numai o consecință întâmplătoare a unor lucrări efectuate exclusiv în alte scopuri (prevenirea inundațiilor, hidroenergie, irigații, alimentări cu apă), ci trebuie să rezulte ca urmare a luării în considerare la proiectarea lucrărilor de amenajare și a cerințelor de diluție solicitate de considerentele majore ale protecției calității apelor.

2.4.5. Supravegherea („monitoringul”) dinamicii calității apelor

Activitatea de supraveghere („monitoring”) a calității apelor prezintă o deosebită importanță, pentru că pune în evidență permanent stadiul calității resurselor de apă, pe baza datelor privind acest stadiu, prelucrate corespunzător, putându-se adopta strategia de protecție eficientă a calității acestor resurse.

În sensul celor arătate mai înainte, o utilizare pe scară largă a expresiei „monitoring” se întâlnește în domeniul mediului înconjurător, termenul definind sistemele de supraveghere a principalilor factori de mediu: apă, aer, sol.

Un grup de lucru însărcinat de Programul Națiunilor Unite pentru Mediu (UNEP) cu problemele *Sistemului global de monitoring al mediului înconjurător* (GEMS) definește „monitoringul” ca fiind „sistemul de observare continuă, măsurare și evaluare, pentru scopuri definite”.

Deși termenul „monitoring” are, așa cum s-a arătat mai înainte, mai multe semnificații posibile, în cele ce urmează se vor face referiri la sensul său legat de activitatea de supraveghere a calității mediului înconjurător, cu accent special pe observarea și controlul calității apei ca factor de bază al mediului.

Trebuie accentuat că în condițiile în care prevenirea și combaterea poluării mediului înconjurător reprezintă probleme de bază ale lumii contemporane, activitatea de „monitoring” apare ca o componentă principală, perfecționarea acestei activități reprezentând una dintre sarcinile cele mai importante ale specialiștilor care activează în domeniu.

În ultimul deceniu, problema răspândirii regionale și globale a substanțelor poluante de proveniență antropogenă a devenit din ce în ce mai actuală. Pentru evidențierea schimbărilor pe fondul proceselor naturale, precum și pentru evaluarea și prognozarea stării mediului înconjurător, în prezent este operațional și se dezvoltă *Sistemul global de monitoring al mediului înconjurător* (GEMS – SGMMI) creat prin hotărârea luată în 1972 la Conferința ONU de la Stockholm pentru mediul înconjurător, ca parte componentă a programului *Observarea planetei*.

Un pas important pe calea realizării SGMMI l-a constituit Consfătuirea interguvernamentală convocată de Programul Națiunilor Unite pentru Mediu, în 1974, la Nairobi (Kenya), cu ocazia căreia s-au elaborat recomandări privind principiile și scopurile SGMMI, s-au formulat criteriile de stabilire a listei prioritare care include indicatorii calității mediului natural, precum și ale listei cu substanțele prioritare ce trebuie să fie supravegheate. S-au analizat, de asemenea, direcțiile de dezvoltare a SGMMI.

În cadrul mai înainte menționat, grupul de lucru interagenției pentru „monitoring” (IGWGM) a elaborat un studiu care tratează și face propuneri pentru următoarele domenii de aplicare a „monitoringului”:

- controlul continuu al poluării de fond a atmosferei, precum și în zonele urbane și în centre industriale;
- controlul continuu al apelor interioare;
- controlul continuu al mărilor și oceanelor;
- controlul continuu al gradului de poluare a solurilor.

Un rol esențial al SGMMI constă în stabilirea actualului fond al stării biosferei. În condițiile existente, punerea în evidență a conținutului de fond al substanțelor de proveniență antropogenă în mediile naturale constituie obiectul unor cercetări de bază.

„Monitoringul”, complex de fond al stării mediului natural, este consecința apariției pericolului creșterii nivelului global al poluării, de care se leagă efecte diferite la scară întregii biosfere.

Informația privind starea globală de fond a biosferei, având o importanță incontestabilă în soluționarea problemelor de apreciere și reglementare a calității mediului natural la nivelul național, constituie baza pentru elaborarea strategiei protecției mediului înconjurător la scară internațională.

În ceea ce privește supravegherea continuă a calității apelor interioare, în concepția *Sistemului global de control continuu al mediului înconjurător* (GEMS–SGMMI), aceasta va trebui să se refere la râuri, lacuri naturale, lacuri de acumulare și ape subterane, în vederea menținerii calității acestor ape, conform normelor stabilite, pentru satisfacerea în bune condiții a folosințelor de bază, respectiv alimentarea cu apă, dezvoltarea pisciculturii, a irigațiilor etc.

Obiectivele ce se întrevăd în acest domeniu prin aplicarea „monitoringului” sunt următoarele:

- punerea în evidență a concentrațiilor substanțelor poluante din mediul acvatic și în organismele din acest mediu;
- stabilirea posibilităților de utilizare a apelor pentru populație, piscicultură, necesitățile din agricultură și din industrie etc.;
- evidențierea modificărilor calitative ale râurilor, lacurilor și apei subterane.

În România, ca și în multe țări avansate în acest domeniu, există creat pentru acest scop *Sistemul Național de Supraveghere a Calității Apelor* – SNSCA, ca parte integrantă a *Sistemului de Monitoring Integrat din România* (SMIR), care include în principalele bazine hidrografice un număr de circa 270 secțiuni de urmărire a dinamicii calității apelor, pentru indicatorii de calitate fizico-chimici și parțial hidrobiologici.

La stabilirea acestor secțiuni de control s-au avut în vedere o serie de criterii, dintre care se menționează:

- importanța cursului de apă pe plan republican;
- gradul de reprezentativitate al amplasamentelor, relativ la caracterizarea calitativă a apei, în timp și spațiu;

— posibilitatea măsurării (estimării) debitelor „asociate” determinărilor calitative; în acest sens, s-a urmărit, pe cât posibil, realizarea de amplasamente comune cu posturi hidrometrice existente (sau aflate la mică distanță).

În cadrul sistemului național de supraveghere, supravegherea calității apelor se realizează prin campanii periodice, lunare, efectuate la intervale de timp egale, cu mijloace manuale (recoltare și analiză) și cu o circulație a informațiilor „flux lent”, cât și cu mijloace automate („flux rapid” de date).

Datele obținute în campaniile lunare, care în final sunt prelucrate și cuprinse în sintezele anuale de protecția calității apelor pe bazine hidrografice, sunt utilizate în următoarele scopuri principale:

- informări operative asupra stadiului calității apelor;
- elaborarea de acorduri de gospodărirea apelor, relativ la aspectul calității;
- cunoașterea calităților apelor și a tendințelor ei de evoluție, în vederea dirijării cât mai judicioase a măsurilor de protecție;
- întocmirea planurilor de gospodărire a calității apelor.

Calitatea apelor se precizează prin determinarea unui complex de indicatori (parametri), incluși în trei grupe principale:

- indicatori fizico-chimici;
- indicatori biologici;
- indicatori bacteriologici.

În ceea ce privește caracterizarea fizico-chimică a apei, se precizează că indicatorii respectivi, care se determină în fiecare secțiune de control de ordinul I, sunt de două tipuri:

- indicatori fizico-chimici generali;
- indicatori fizico-chimici speciali (specfici).

Indicatorii fizico-chimici generali, care cuprind indicatorii regimului de oxigen (O_2 , CBO_5 , $CCO-Mn$ și/sau $CCO-Cr$) și gradul de mineralizare (reziduu fix, Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^-), precum și alți indicatori, ca: NH_4^+ , NO_2^- ,

NO_3^- și fier total, se determină, obligatoriu, în fiecare secțiune de control de ordinul I, iar indicatorii specfici (cianuri, fenoli, detergenți, metale etc.) se determină diferențiat, în funcție de condițiile existente în secțiunile respective (rezultate mai ales din impactul surselor exterioare de poluare).

În raport cu amplasarea secțiunilor de control, recoltarea, transportul și analiza probelor de apă au fost repartizate la diferite unități responsabile, din domeniul gospodăririi apelor, coordonarea întregii activități revenind structurilor administrative abilitate.

2.4.6. Planificarea măsurilor de protecție a calității resurselor de apă la nivelul bazinelor hidrografice (gospodărirea calității apelor)

Planificarea judicioasă a măsurilor de protecție a calității apelor apare astăzi de o covârșitoare importanță pentru succesul ideii de protecție eficientă a apelor. Această planificare are ca domeniu de aplicare bazinul hidrografic.

În sensul actual, gospodărirea calității apelor, ca de altfel și cea a resurselor cantitative, are ca arie de acțiune ansamblul unui bazin sau subbazin hidrografic, nemaiputându-se concepe rezolvări locale, particulare, care nu se justifică nici tehnic nici economic.

Avându-se la dispoziție un bun fond de date privind calitatea apelor, obținut prin sisteme perfecționate de cunoaștere, apare ca indispensabilă pentru buna gospodărire a calității apelor elaborarea unor documentații la nivelul bazinelor hidrografice, denumite planuri de gospodărire a calității apelor, care, plecând de la situația existentă și cea prevăzută în viitorul apropiat, de 2-5 ani, a surselor de poluare și folosințelor de apă, stabilesc pentru fiecare sursă de poluare în parte, condițiile optimizate de evacuare a apelor uzate în receptori, astfel ca să se asigure pe ansamblul bazinului hidrografic condițiile de calitate necesare satisfacerii în condiții optime a folosințelor.

În concluzie, se impun a fi trecute în revistă o serie de elemente indispensabile unei eficiente protecții a calității apelor în cazul prezentat mai înainte:

- perfecționarea activității de cunoaștere a calității apelor nu se poate concepe fără introducerea hotărâtă, la nivelul tuturor bazinelor hidrografice, a stațiilor de control automat al calității apelor, de diferite tipuri și grade, după importanța și complexitatea apei a cărei calitate trebuie supravegheată;

- cunoașterea modificărilor în dinamica calității apelor, generate de amenajarea cursurilor de apă și folosirea judicioasă a avantajelor pentru calitatea apei ce decurg din lucrările de amenajare, constituie de asemenea un element de bază, prioritar, în protecția eficientă a calității apelor;

- pentru acreditarea hotărâtă a ideii conform căreia apele, ca sursă naturală, au un preț de întrebuințare, metoda taxelor pentru evacuarea apelor uzate în apele de suprafață reprezintă un sistem indispensabil pentru protecția eficientă a calității apelor;

- trebuie accentuat asupra faptului că activitatea de gospodărire a calității apelor trebuie să fie considerată, datorită multitudinii și complexității problemelor care se ridică continuu, nu ca o activitate de rutină, ci ca o activitate de cercetare științifică permanentă, legată de problemele și domeniile sale prioritare. Această activitate de concepție este indispensabil să fie coordonată de o organizație de

cercetare științifică specializată, așa cum se practică într-o serie de țări avansate în domeniul gospodăririi calității apelor ca Elveția, Germania, S.U.A. etc.;

— trebuie subliniat caracterul de perenitate a problemelor privind cunoașterea calității apelor, activitate cu pronunțat caracter de cercetare științifică, care, în special pentru principalele resurse de apă, trebuie desfășurată continuu, în vederea acumulării fondului de date privind calitatea apelor, absolut indispensabil pentru buna gospodărire a calității acestora.

O altă problemă prioritară în domeniul gospodăririi calității apelor este legată de gradul de pregătire și conștiinciozitate al personalului chemat să efectueze supravegherea calității apelor, în speță personalul desemnat să asigure prelevarea probelor de apă și efectuarea analizelor acestor probe, în condițiile în care metodele clasice de supraveghere dețin încă o pondere importantă în activitatea de urmărire a calității apelor.

Trebuie accentuat că numai o aplicare optimizată a efectelor tuturor sau numai a unora dintre factorii menționați anterior, ca acționând în sfera protecției calității apelor, poate duce la rezolvări eficiente.

3 SISTEME DE CANALIZARE-EPURARE ORĂȘENEȘTI

3.1. Alcătuirea unui sistem de canalizare

Un sistem de canalizare cuprinde un ansamblu de obiecte și dispozitive care, după un anumit procedeu, în mod obișnuit, colectează, transportă, epurează și evacuează apele uzate de la folosințele din bazinul de canalizare pe care îl deservește.

Canalizarea unui centru populat sau industrial poate fi făcută prin unul sau mai multe sisteme independente de canalizare.

Schema unui sistem de canalizare este reprezentarea în plan orizontal și vertical a obiectelor principale care reprezintă circuitul apelor de canalizare, cu indicarea poziției lor relative (rețele de canale, colectoare principale, deversoare, stații de pompare, traversări de obstacole, stații de epurare, guri de vărsare în emisar și amenajări pentru îndepărtarea substanțelor reținute și a nămolurilor – fig. 3.1).

Din schema de canalizare, în general, nu vor rezulta dimensiunile canalelor sau ale obiectelor care o compun, ea permițând însă aprecieri asupra modului în care este soluționată respectiva canalizare.

Numărul, tipul și amplasamentele construcțiilor care alcătuiesc canalizarea sunt dictate de:

- dispoziția localității;
- situația cursurilor de apă învecinate, care pot juca rol de emisar;
- existența emisarilor posibili în condiții tehnice și economice admisibile;
- cantitățile și calitățile apelor ce trebuie canalizate;
- caracteristicile bazinelor de canalizare;
- relieful și natura terenului;
- condițiile de evacuare a apelor de canalizare în emisar;
- amplasamentul stației de epurare;
- condițiile de evacuare a nămolurilor din stațiile de epurare.

În funcție de aceste considerente, schemele rețelelor de canalizare orășenești se pot alcătui cu dispoziții diferite:

- perpendiculară directă sau indirectă;
- paralelă sau în etaj;
- ramificată.

Dacă localitatea posedă mai multe sisteme de canalizare (independente), cu rețele și stații de epurare diferite, canalizarea mai poartă denumirea de radială.

Exploatarea unui sistem de canalizare presupune conjugarea eforturilor întreprinderii de gospodărire comunală pentru exploatarea rețelei de canalizare și a lucrărilor auxiliare, a stației de epurare, a stației de pompare.

În ceea ce privește rețeaua de canalizare, exploatarea îi revine sarcina permanentă de a verifica menținerea condițiilor pentru care a fost construită canalizarea.

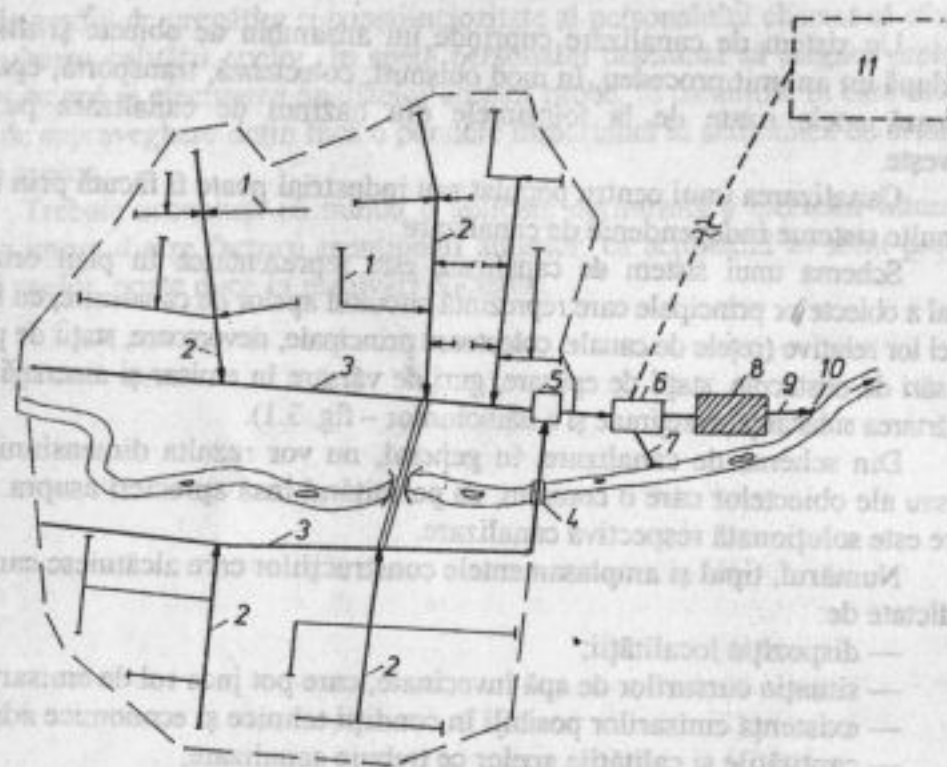


Fig. 3.1. Schema unui sistem de canalizare:

1 - canale de serviciu (secundare); 2 - colectoare secundare; 3 - colectoare principale; 4 - sifon inversat; 5 - cameră de intersecție; 6 - camera deversorului; 7 - canal deversor; 8 - stație de epurare; 9 - canal de evacuare; 10 - gură de descărcare; 11 - câmpuri pentru valorificarea nămolurilor.

Trebuie menționat de la început că lucrările de exploatare tehnică și de întreținere a rețelelor de canalizare trebuie efectuate în cadrul unui plan anual și defalcate apoi pe trimestre și luni.

Se atrage atenția că primii 1-2 ani după darea în funcțiune a rețelei de canalizare necesită lucrări de exploatare tehnică foarte îngrijită. În această perioadă

trebuie să se urmărească foarte atent funcționarea fiecărui tronson de canal și a fiecărei lucrări auxiliare, să se aducă corectări locale eventualelor deficiențe, astfel încât să se asigure o exploatare normală.

3.2. Punerea în funcțiune a rețelelor de canalizare

Darea în exploatare a rețelelor de canalizare are loc după recepția lucrării.

Cu această ocazie, se verifică:

- partea de construcții;
- etanșeitatea construcțiilor și debitul de apă transportat;
- nivelurile și pantele de curgere;
- vitezele de curgere.

3.3. Exploatarea rețelelor de canalizare

În principal, această categorie de lucrări constă din controlul periodic al rețelei de canalizare.

Controlul periodic are drept scop efectuarea verificării exterioare și interioare a rețelei, în vederea menținerii ei în funcțiune în condiții raționale, pe o perioadă cât mai lungă.

Controlul periodic este axat pe:

- controlul apelor uzate;
- controlul interior al rețelei;
- controlul exterior al rețelei.

3.3.1. Controlul apelor uzate

Controlul apelor uzate se face atât din punct de vedere cantitativ, cât și din punct de vedere calitativ.

Controlul cantitativ constă în determinarea debitului rețelei, în scopul verificării capacității de scurgere. Aceasta se face prin determinarea vitezei de curgere a apei între două cămine, precum și a înălțimii apei. Debitul astfel stabilit nu trebuie să difere cu mai mult de 15% față de cel stabilit în proiect.

Controlul calitativ al apelor uzate se face pe baza analizelor de laborator. Se efectuează de către laboratoare specializate. Rezultatele se înscriu în registre de evidență care să permită și cunoașterea evoluției calității apelor.

Calitatea apelor trebuie să corespundă prevederilor proiectului și să se înscrie în limitele normativelor existente.

Ca principale condiții pe care apele uzate ce se descarcă în canalizare trebuie să le îndeplinească, se citează:

- lipsa agresivității față de materialul din care este executată rețeaua;
- să nu fie nocive sau să emane gaze toxice vătămătoare pentru personalul de exploatare;
- să nu prezinte pericol de explozie;
- să nu creeze prin substanțele pe care le conțin dificultăți în desfășurarea proceselor de epurare;
- să nu conțină materii în suspensie care să se depună și să infunde conducta.

Normele actuale prevăd următoarele limite pentru principalii indicatori de calitate:

- temperatura: *max* +40 °C;
- pH: 6,5–11;
- cianuri: *max* 1,0 mg/l;
- clor liber: *max* 1,0 mg/l;
- hidrogen sulfurat: *max* 1,0 mg/l;
- reziduuri petroliere: *max* 30,0 mg/l.

În cazul în care se descarcă în canalizare și ape industriale, acestea se primesc numai după o prealabilă preepurare, care să asigure limitele menționate anterior sau să asigure limitarea și a altor impurificatori specifici care pot produce dereglări ale stației de epurare. De exemplu:

- detergenți: *max* 50 mg/l;
- crom total: *max* 1,0 mg/l;
- plumb: *max* 1,0 mg/l.

3.3.2. Controlul exterior al rețelei de canalizare

Controlul exterior (de suprafață) se face lunar sau trimestrial (după condițiile locale), prin parcurgerea la suprafață a traseelor canalelor de către echipele de control formate din 3 muncitori (șef de echipă + 2 muncitori).

În cadrul controlului exterior se deschid capacele tuturor căminelor de vizitare, ale gurilor de scurgere, ale camerelor de intersecție ale căminelor deversoare, ale camerelor de sifonare.

Se verifică:

- existența unor tasări ale pavajului sau solului (semne ale unor infiltrații sau exfiltrații);
- capace crăpate, sparte, bucăți sărite, evidențiind pericolul pătrunderii de gunoaie sau de împiedicare a circulației;
- așezarea corectă a capacelor sau grătarelor;
- interzicerea depozitării pe capace sau grătare a materialelor de construcție sau a altor materiale;

- urme de „racorduri” ilegale la canalizare;
- dacă rigolele șanțurilor își îndeplinesc rolul;
- dacă nu au apărut spurgeri de conducte;
- situația gurilor de vărsare în emisar.

Ca măsură generală, echipele de control exterior nu au voie să intre în căminele de canalizare, camerele de intersecție, camerele deversoare.

Tot echipa de control exterior se ocupă de:

- curățirea capacelor de frunze, gunoaie, zăpadă;
- deschiderea capacelor și verificarea absenței gazelor;
- restabilirea capacității de scurgere a rigolelor, șanțurilor, canalelor, restabilirea eventualelor semne de pe traseu;
- controlul eventualelor sigilii (plumb, lacăte, închizători) de la căminele supuse unui control riguros.

3.3.3. Controlul interior al rețelei de canalizare

Controlul interior (de adâncime) se face la intervale stabilite pentru fiecare linie de canalizare, de la o dată până la de patru ori pe an, în funcție de importanța canalizării și de condițiile de exploatare tehnică.

Controlul interior al canalelor vizitabile se face prin parcurgerea lor de către echipele de control, iar la canalele nevizitabile, cu ajutorul oglinzilor.

În cadrul controlului interior, se verifică dacă:

- pereții și treptele căminelor nu au suferit degradări;
- pereții tuburilor nu au suferit deformări, fisuri, infiltrații, eroziuni, coroziuni;
- aparatura și utilajele (stavile, vane, clapete) funcționează normal;
- scurgerea prin canale și rigole la cămine sau camere de intersecție se face normal.

Echipele în acest caz sunt formate din 5 lucrători, doi fiind la suprafață pentru a interveni în caz de accident.

În cadrul controlului, la toate categoriile de canale, se urmărește influența rețelei de canalizare asupra nivelului apelor freatice, atât în ceea ce privește drenarea cât și eventuala lor alimentare în cazul unor neetanșități.

3.4. Întreținerea rețelei de canalizare

În cadrul activităților de întreținere se acordă atenție:

- spălării și curățirii canalelor;
- desfundării canalelor;
- reparării rețelelor de canalizare.

3.4.1. Spălarea și curățirea canalelor

Spălarea canalelor se efectuează ori de câte ori rezultă că este necesar. În funcție de frecvența la care trebuie efectuate spălările, tronsoanele rețelei de canalizare se împart în patru categorii:

- I – spălare o dată pe an;
- II – spălare de două ori pe an;
- III – spălare de trei ori pe an;
- IV – spălare de patru ori pe an.

Spălarea rețelei nevizitabile se poate face cu apă din rețeaua de alimentare cu apă potabilă, industrială sau chiar cu apă uzată și are drept scop prevenirea înfundării canalelor prin depuneri care se întăresc, îngreuiind astfel îndepărtarea lor. Spălarea se poate face cu autojeturi – jeturi de apă sub presiune (presiune care poate ajunge la 100 at), fig. 3.2.

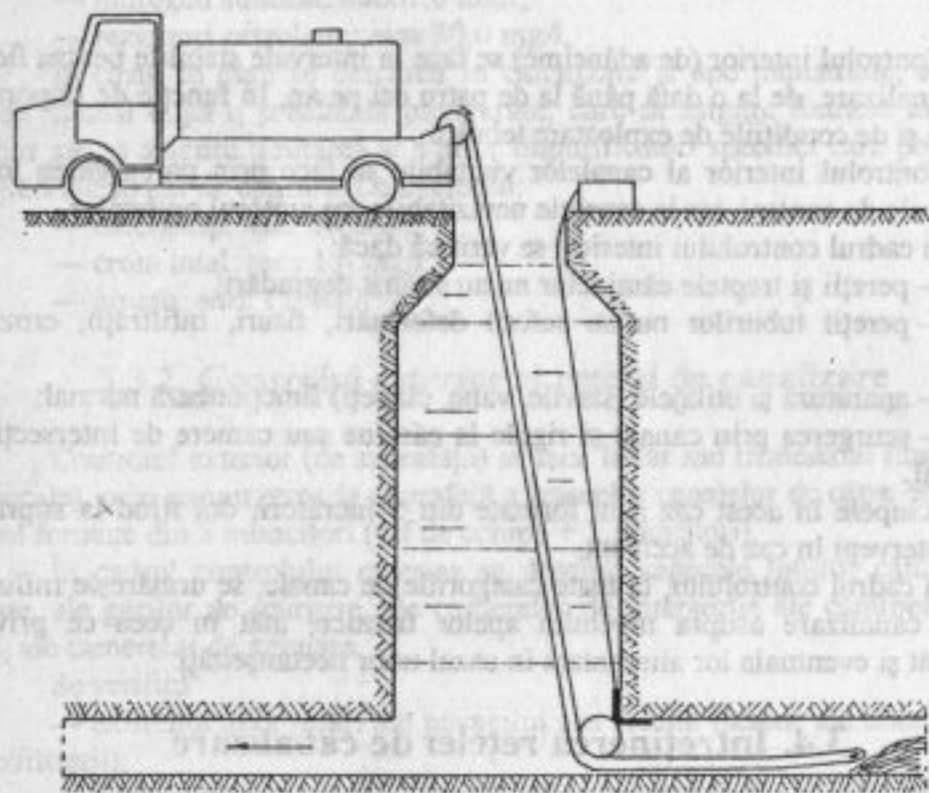


Fig. 3.2. Dispozitiv hidraulic de mare presiune.

Această metodă este economică și eficientă. Consumul de apă este de circa 120 l/min.

Manopera este redusă, un personal de deservire de 2–3 muncitori putând curăța o lungime de canal de 10 ori mai mare decât prin curățirea manuală.

Alt sistem constă în astuparea capătului aval al tronsonului până se umple căminul din amonte, după care se dă drumul la apă, care prin unda de apă provocată asigură o bună spălare.

Curățirea canalelor se face atunci când prin spălare nu se pot îndepărta depunerile întărite, eventualele deșeuri sau rădăcini pătrunse prin fisuri sau prin îmbinările rețelei.

Metodele de curățire se diferențiază după caracterul vizitabil sau nevizitabil al canalelor.

La canalele vizitabile, curățirea se face în mod obișnuit manual, cu unelte terasiere (lopeți, târnăcoape). Materialele rezultate sunt transportate în găleți, cu ajutorul unor cărucioare, până la căminul de vizitare, de unde sunt ridicate la suprafață.

Echipele de curățire sunt formate din 7 lucrători, dintre care doi rămân la suprafață.

La curățirea canalelor vizitabile se pot folosi dispozitive mecanice și hidraulice autopropulsate, care realizează deplasarea și curățirea prin presiunea creată de ridicarea nivelului apelor uzate în spatele dispozitivului. Dezavantajele acestor dispozitive constau în posibilitatea blocării lor, din cauza unor depuneri, cărămizi sau bolovani.

Curățirea canalelor nevizitabile se efectuează manual din amonte spre aval, cu ajutorul unor piese și unelte de curățit, de diferite forme, pentru a realiza desprinderea, tăierea și transportul până la cămine.

Introducerea și acționarea pieselor de curățire se face cu ajutorul unor trolii fixate pe cadre amplasate la cele două cămine de la extremitatea tronsonului ce se curăță.

3.4.2. Desfundarea canalelor

Uneori poate avea loc o înfundare a canalelor prin formarea unui dop care poate împiedica parțial sau total scurgerea apelor. În aceste condiții are loc o ridicare a nivelului apei din canal, în amonte, uneori chiar până la nivelul terenului, conducând la inundarea instalațiilor de canalizare situate la cote mai joase.

Desfundarea canalelor este necesar să se facă cât mai operativ.

O primă metodă și cea mai utilizată este aceea de a introduce în canal o sârmă groasă sau tuburi flexibile (prăjini, bastoane articulate) la capătul cărora se fixează diferite piese metalice de tip sfredel, lance, care prin învârtire pătrund și dislocă dopul format. Operația se încearcă a se efectua atât din amonte cât și din aval.

O altă metodă de desfundare utilizează dispozitive hidraulice de mare presiune, care sunt prevăzute cu un furtun cu cap autopropulsat care asigură înaintarea lui și spălarea depozitului.

Când nici una dintre metodele amintite nu dă rezultate, atunci se determină cu ajutorul bastoanelor articulate locul zonei înfundate și apoi se execută o săpătură deschisă, se sparge tubul și se înlocuiește.

Curățirea lucrărilor anexe se efectuează periodic, pentru a se asigura buna funcționare a întregului sistem. Gurile de scurgere (cu depozit) se curăță în mod obișnuit de două ori pe lună cu autovidanțele. De asemenea, căminele de vizitare cu depozit este necesar a fi curățite când se constată umplerea lor, cu ocazia controlului.

3.4.3. Repararea rețelelor de canalizare

Degradarea sau avarierea rețelei de canalizare poate avea multiple cauze, ca de exemplu:

- exploatare sau întreținere defectuoasă: ape agresive, necontrolarea etanșităților, necurățire corectă;
- calamități naturale: cutremure, ploi torențiale, inundații, surpări de teren.

Timpul total t_t scurs între ivirea defecțiunilor și repararea lor poate fi defalcat conform relației:

$$t_t = t_{ex} + t_d + t_r, \quad (3.1)$$

în care: t_{ex} este timpul scurs între apariția defecțiunii și exteriorizarea sau depistarea ei;

t_d – timpul necesar pentru luarea măsurilor de reparare;

t_r – durata efectivă a reparației.

În relația 3.1, t_d și t_r pot să fie reduse la câteva ore (de obicei 6–24 h), însă cu aceasta problema este rezolvată numai parțial, căci t_t depinde în special de t_{ex} (durata de depistare a defecțiunii). Scurtarea acestui timp poate fi realizată numai în condițiile unui control preventiv periodic eficient.

Există mai multe categorii de reparații:

- reparații curente;
- reparații capitale;
- repararea avariilor.

Reparațiile curente constau din schimbarea grătarelor la gurile de scurgere și a capacelor defecte la căminele de vizitare, fixarea treptelor dislocate, repararea pieselor uzate ale utilajelor, repararea tunelelor, zidăriilor și a altor elemente de construcții.

Reparațiile capitale constau, în general, din refacerea sau consolidarea unor porțiuni sau tronsoane de canal deteriorate, refacerea unor tronsoane care au fisuri.

Repararea avariilor este necesar să se facă în cel mai scurt timp posibil. Obturarea, înfundarea într-o secțiune poate conduce la punerea sub presiune a tronsoanelor din amonte. Ca o consecință, poate avea loc inundarea subsolurilor, a rețelelor și galeriilor din amonte învecinate.

De asemenea, în cazul unor însemnate exfiltrații în terenul înconjurător, se poate produce infectarea pânzei freatice sau periclitarea clădirilor învecinate.

Devierea apelor este o operație dificilă ce trebuie rezolvată la executarea reparației rețelelor de canalizare, deoarece în multe situații, în practică nu se poate opri funcționarea tronsoanelor din amonte.

În unele cazuri este posibilă numai devierea parțială a debitelor ce vin din amonte.

La canalele în sistem unitar este posibil ca pe unele tronsoane să se astupe temporar gurile de scurgere, pentru a împiedica pătrunderea apelor meteorice în canal.

Se va analiza posibilitatea reducerii la minimum a debitului de apă ce urmează a fi deviat.

Devierea apelor la canale nevizitabile se face, de obicei, între două cămine, prin izolarea tronsonului unde urmează a se face reparația.

O metodă eficientă constă în obturarea canalului amonte printr-un dispozitiv care asigură și etanșarea și aspirația și prin intermediul unei pompe se asigură refularea debitului de apă uzată într-o rețea învecinată sau în tronsonul aval.

După efectuarea reparației, obturatorul este dezumflat și scos prin plutire, apoi ridicat prin tragere la nivelul străzii.

În cazul în care este necesar să se facă repararea sau înlocuirea unui număr mai mare de tuburi, atunci se face o săpătură deschisă între cele două cămine, iar devierea se va face printr-un jgheab paralel cu canalul existent care va conduce apa dintr-un cămin în celălalt.

Devierea apelor la canale vizitabile, pe lângă metodele utilizate la canalele nevizitabile, se mai poate efectua prin interiorul canalului, prin intermediul unor jgheaburi sau conducte.

Repararea se face în funcție de gradul de deteriorare a canalului. Dacă este vorba numai de o degradare superficială a tencuielii, după o prealabilă curățire se reface aceasta cu mortar – aplicat prin torcretare.

În alte cazuri se mai poate aplica și o căptușire din plăci de materiale plastice, care să reducă rugozitatea și să asigure scurgerea aceluiași debite.

Dacă degradările sunt mai mari și este posibilă prăbușirea canalului, este necesar a se lua măsuri de consolidare care se pot realiza prin următoarele căi:

- căptușire de rezistență;
- refacerea bolții sau a întregii secțiuni.

3.5. Măsuri de protecția și securitatea muncii

Activitățile de exploatare și întreținere a rețelei de canalizare pot reprezenta pericole importante, din cauza multiplilor factori care pot provoca îmbolnăvirea sau accidentarea celor care lucrează în acest domeniu.

Accidentele sau îmbolnăvirile pot fi cauzate în principal de:

- intoxicații sau asfixieri cu gaze toxice emanate (CO , CO_2 , gaz metan, H_2S);
- contact cu mediul infectat;
- explozii datorită gazelor inflamabile;
- electrocutări cu cabluri electrice neizolate;
- căderi în cămine sau canale;
- alunecări în canale datorită debitelor și vitezelor mari ale apei.

Într-o primă etapă, este necesar să se ia în considerare o serie de *măsuri preventive*. Dintre acestea se pot cita:

- instruirea personalului;
- examen riguros medical al personalului și vaccinarea împotriva unor boli hidrice (febră tifoidă, dizenterie);
- interzicerea accesului în rețea a celor cu zgârieturi sau răni mici;
- asigurarea echipamentului de protecție pentru întreg personalul: cizme, salopete, mănuși;
- dotarea cu echipament special: lămpi tip miner, măști de gaze, centuri de siguranță.

La intrarea în canal se deschid câte 3 capace în amonte și aval și se verifică prezența gazelor cu ajutorul lămpii și aerisirea.

Dacă lămpile se sting, se recurge la ventilarea artificială.

Când muncitorii sunt intrați în canal, la suprafață se montează semnalizatoare speciale (zi și noapte).

Sunt interzise aprinderea chibriturilor și fumatul, pentru evitarea unor explozii.

La coborâre este obligatorie purtarea centurii de siguranță cu frânghie de lungime corespunzătoare distanței între două cămine.

Toate sectoarele trebuie să fie dotate cu posturi de prim ajutor care să aibă truse medicale, târgi, pături și posibilități de intervenții rapide în caz de accidente.

APELE UZATE ȘI INFLUENȚA LOR ASUPRA MEDIULUI NATURAL. AUTOEPURAREA ȘI EPURAREA ACESTORA

4.1. Proveniența apelor uzate

Apele uzate provin din încărcarea apei din natură cu materiale și substanțe care îi modifică indicatorii de calitate, o poluează.

Apa se încarcă cu materii poluante, devenind uzată prin utilizarea ei de către om, în cele mai diverse scopuri practice și prin contactul apelor meteorice (ploaie, zăpadă) cu produse ale activității umane, care se găsesc în aer și pe sol.

În primul caz, întrucât domeniile de folosire a apei îmbracă cele mai diverse forme (apă potabilă, alimentarea cu apă a industriei, alimentarea cu apă a agriculturii, piscicultură, scopuri urbanistice și de agrement), posibilitățile de poluare a acesteia sunt foarte mari.

Cantitățile cele mai mari de ape uzate provin din unitățile industriale. Astfel, pentru obținerea unei tone de hârtie rezultă circa 100–200 m^3 ape uzate; pentru o tonă de cauciuc, 150 m^3 ; pentru prelucrarea unei tone de fructe rezultă circa 10–20 m^3 apă uzată. Dar și apa uzată care provine din consumul casnic (apa menajeră) este în cantitate destul de mare. Astfel, s-a înregistrat pentru un cartier neindustrializat din București, un debit de consum de circa 0,35 m^3 /locuitor-zi.

În al doilea caz, apele meteorice dizolvă în timpul ploii diverse gaze toxice din aer (oxizi de sulf, azot, amoniac etc.) sau se încarcă cu pulberi ce conțin oxizi metalici, gudroane sau alte substanțe. Apele de ploaie sau cele rezultate din topirea zăpezilor se pot impurifica în timpul șiroirii lor la suprafața solului, ca urmare a contactului cu diversele produse ale activității umane (deșeuri menajere, industriale, îngrășăminte, pesticide etc.).

4.2. Influența asupra mediului înconjurător

Între apele uzate și mediul înconjurător în care acestea sunt deversate se stabilește o relație bilaterală; prin impuritățile pe care le conțin, apele uzate acționează asupra mediului înconjurător, de cele mai multe ori în sens negativ, iar acesta, la rândul său, contribuie la înlăturarea poluanților din apă (autoepurare).

Receptorii folosiți în mod obișnuit pentru evacuarea apelor uzate colectate prin rețele de canalizare sunt cursurile de apă de suprafață, lacurile sau marea

(pentru activitățile de pe litoral) și, mai rar – stratele permeabile subterane adânci și solul pentru irigații și infiltrații.

Apele de suprafață sunt supuse unei impurificări proprii (autogene), provenite prin descompunerea plantelor și animalelor moarte existente sau aduse în mod natural, precum și impurificării datorită apelor uzate.

4.2.1. Influența asupra receptorului

Acțiunile apelor uzate asupra receptorilor diferă după tipul acestora: ape de suprafață (râuri, lacuri, mări) sau soluri infiltrabile.

Apele de suprafață suferă din partea apelor uzate următoarele acțiuni:

- modificarea calităților fizice, prin schimbarea culorii, temperaturii, conductibilității electrice, radioactivității, prin formarea depunerilor de fund, de spumă sau de pelicule plutitoare;

- modificarea calităților organoleptice (gustul și mirosul);

- modificarea calităților chimice prin schimbarea reacției apei (pH-ul), creșterea conținutului de substanțe toxice, schimbarea durtății, reducerea cantității de oxigen datorită substanțelor organice din apele uzate etc.;

- distrugerea florei și faunei valoroase și favorizarea dezvoltării unor microorganisme, ca și mărirea numărului de virusuri și de bacterii, printre care se pot găsi și germeni patogeni.

Apele marine sunt influențate în mare măsură, în mod asemănător apelor de suprafață, cu deosebirea că acțiunile asupra lor trebuie luate în considerare nu atât în ceea ce privește modificarea calităților cu respectivele efecte asupra viețuitoarelor conținute, cât datorită efectelor pe care le pot avea asupra plajelor.

Solurile infiltrabile, folosite drept terenuri pentru irigații și infiltrație, sunt larg influențate, atât prin efecte pozitive datorită modificării solului și aportului de elemente fertilizante pe care le conțin apele uzate, cât și prin efectele negative pe care acestea le pot produce, de exemplu: emanări de mirosuri, colmatarea porilor, creșterea acidității și alcalinității apelor și deci, alterarea lor, ridicarea nivelului apelor freatice și chiar înmlăștinarea lor, precum și infectarea solurilor și a apelor freatice de mică adâncime, cu virusuri și bacterii.

4.2.2. Influența asupra captărilor de apă potabilă și industrială

Sub influența apelor uzate neepurate satisfăcător, cu conținut de substanțe organice, încep să se formeze în apa receptorului colonii mari de microorganisme, care sunt antrenate de apa râului și apoi blochează grătarele de la intrarea prizelor de apă și a filtrelor de la instalațiile de apă potabilă și industrială.

Apele uzate cu conținut de acizi atacă părțile metalice ale instalațiilor. Conținutul mare de carbonați al unor ape industriale periclitează funcționarea cazanelor cu aburi ale centralelor termoelectrice.

Uneori, acțiunea reciprocă a unor ape industriale în apa receptorului poate produce efecte negative. Astfel, apele de la tăbăcării și cele de la celuloză sulfite, prin contact cu apele cu conținut mare de săruri de fier, dau o colorație de cerneală și provoacă un consum mare de oxigen. De asemenea, apele care conțin acizi liberi, atunci când vin în contact cu apele sulfuroase pun în libertate hidrogen sulfurat.

Amintim, de asemenea, că unele ape conținând compuși ce pot provoca stabilizarea coloizilor fac imposibilă dedurizarea apei pentru folosirea în cazanele de aburi, de exemplu apele de la obținerea celulozei conțin compuși lignosulfonici care împiedică precipitarea sărurilor de calciu.

4.2.3. Influența asupra folosințelor agricole și a creșterii animalelor

Apele cu un conținut mare de acizi dizolvă substanțele nutritive din sol. Depunerile de fibre de la fabricile de celuloză și prelucrarea lemnului sau de la fabricile textile, depunerile de la minele de cărbuni sau nămolurile cu un conținut de fier pot produce colmatarea terenurilor irigate. Apele toxice de la minele de plumb și zinc se depun pe terenuri de pășuni și pot provoca îmbolnăvirea animalelor care le consumă, acționând și asupra capacității lor de reproducere.

Apele de la băile de galvanizare, cu cianuri și săruri metalice, provoacă moartea animalelor și păsărilor care consumă plante irigate cu aceste ape și, în plus, pot provoca și sterilizarea solului, făcându-l neutilizabil pentru agricultură.

4.2.4. Influența asupra fondului piscicol

Pentru a permite o dezvoltare normală a peștilor, apa din resursele de suprafață trebuie să îndeplinească anumite condiții de calitate. Conform prevederilor STAS 4706 pentru reproducerea și dezvoltarea salmonidelor (păstrăvilor), apa trebuie să aibă categoria I de calitate, iar pentru reproducerea și dezvoltarea fondului piscicol natural din apele de șes, categoria a II-a de calitate. Desigur că orice deversare de apă uzată are influență nefastă asupra calității apei și implicit, asupra fondului piscicol.

Pentru a evidenția efectul nociv al apelor uzate asupra viețuitoarelor acvatice, inclusiv a peștilor, au fost stabilite două limite: doza limită, care aplicată timp de o oră nu incomodează peștii; doza minimă mortală, care produce moartea peștilor după o oră.

În tabelul 4.1 se dau câteva valori orientative ale acestor doze caracteristice. Valorile din tabelul 4.1, care poate fi completat cu întreaga listă de substanțe nocive ce pot fi conținute în apele reziduale – mai ales cele industriale –, ne dau o imagine clară a influenței negative pe care acestea o pot avea asupra vieții peștilor.

Tabelul 4.1

Valori ale dozei limită și dozei minime mortale pentru anumiți poluanți

Substanța chimică	Doza limită, mg/l	Doza minimă mortală, mg/l
Acid clorhidric	3	5
Acid sulfuric	0,2–1,0	2–5
Amoniac	5–10	14
Clorură de calciu	10	30
Sulfat de cupru	2,5	25
Cianură de potasiu	0,05	0,1

4.2.5. Influența asupra stării sanitare și igienice

Apele uzate, de exemplu de la abatoare, lăptării, tăbăcării, fabrici de piele, de uleiuri, margarină, bere etc., prin conținutul lor ridicat de materii organice ca albumine, hidrați de carbon și săruri nutritive, constituie un mediu propice pentru toate bacteriile și, în consecință, favorizează dezvoltarea acestora în emisar, constituind un factor negativ pentru sănătatea oamenilor și a animalelor.

Locurile de baie, strandurile naturale pot fi, de asemenea, puternic afectate de unele ape uzate industriale, cum sunt cele ce conțin uleiuri, grăsimi, gudroane, detergenți, care pe lângă că rețin praful și tot felul de impurități, făcând o spumă cu aspect neplăcut, împiedică și aerarea apei.

Apele uzate cu conținut de hidrați de carbon și alte substanțe organice ușor fermentabile favorizează dezvoltarea coloniilor de bacterii, cum sunt *Sferotilus* și *Leptomitos*, formând coji sub formă de „blană de oaie”, care dau un aspect inestetic și dezagreabil locurilor de baie.

4.3. Autoepurarea

După primirea în receptori, apele impurificate sunt supuse unor procese naturale de autoepurare, adică de reducere treptată a efectelor dăunătoare asupra mediului înconjurător, inclusiv a receptorilor propriu-ziși.

4.3.1. Noțiunea de autoepurare

Așa cum s-a menționat, prin autoepurare se înțelege ansamblul proceselor naturale de epurare prin care receptorii sunt readuși la caracteristicile lor calitative pe care le-au avut înainte de primirea apelor uzate.

Indiferent de receptor și de natura apelor uzate, procesele naturale de epurare sunt asemănătoare, însă desfășurarea lor ca durată sau ca ordine de succesiune și amploare, ca și măsura în care iau parte toate felurile de procese sau numai unele dintre ele depind de caracteristicile receptorului și ale apelor introduse în acesta. Autoepurarea variază și în timp, chiar dacă rămân constante caracteristicile apelor. Capacitatea de autoepurare a receptorilor nu este nelimitată. Din acest motiv, se înregistrează un regres continuu al acestei capacități, mai ales atunci când se au în vedere solul pentru irigație sau infiltrare, sau chiar apele de suprafață și, îndeosebi, lacurile.

4.3.2. Factorii care influențează procesul de autoepurare

Autoepurarea se realizează, în esență, prin îndepărtarea din masa apei a materiilor solide în stare de suspensie și prin transformarea unor substanțe pe cale chimică sau biochimică.

Aceste procese, în dinamica lor, sunt influențate de numeroși factori de mediu, fizici, chimici și biologici.

Acești factori pot interveni în proces simultan sau într-o anumită succesiune. Între ei există o anumită interdependență, momentul în care intră în acțiune un factor și intensitatea cu care el acționează fiind condiționate de alți factori. Astfel, cantitatea de oxigen dintr-o apă necesară pentru procesele de oxidare a materiei organice depinde, între altele, de cantitatea de alge, iar prezența acestora este condiționată de lumină, a cărei intensitate este în funcție de gradul de turbiditate al apei ș.a.m.d. Mai trebuie menționat că unul și același factor de mediu poate acționa asupra mai multor mecanisme de autoepurare. Temperatura, de pildă, influențează viteza de sedimentare a materiilor în suspensie, viteza unor reacții chimice și intensitatea unor procese metabolice din corpul organismelor acvatice.

Factorii fizici. Principalii factori fizici care joacă un rol direct sau indirect în autoepurarea apei sunt: procesul de sedimentare a suspensiilor, lumina, temperatura și mișcarea apei.

Sedimentarea este unul dintre principalii factori fizici. S-a arătat că una dintre caracteristicile apelor impurificate este turbiditatea lor crescută, din cauza substanțelor coloidale și a suspensiilor. Limpezirea constituie, deci, o parte esențială a procesului de autoepurare și se realizează prin depunerea materiilor în stare de suspensie pe fundul apei.

Procesul de sedimentare este condiționat, la rândul său, de natura suspensiilor și de anumite caracteristici ale apei: greutatea specifică, viteza de curgere, densitatea, viscozitatea, temperatura etc. Particulele groșiere se depun mai repede decât cele fine, iar dacă este vorba de suspensii organice, acestea pot suferi descompuneri biochimice cu producere de gaze, care deranjează procesul de sedimentare. Este de subliniat faptul că suspensiile pot antrena pe fund și bacterii sau ouă de paraziți, de unde importanța igienico-sanitară a sedimentării. Greutatea specifică și viscozitatea apei, care, la rândul lor, variază cu temperatura și cu concentrația în săruri minerale, joacă un rol nu numai în procesul de sedimentare, dar și în cel de amestec al apelor uzate cu apa receptorului, influențând în același timp și capacitatea de plutire a organismelor planctonice.

Lumina are o importanță deosebită, influențând direct sau indirect reacțiile chimice și procesele biologice care intervin în autoepurare. În funcție de mărimea unghiului de incidență, o parte din razele căzute pe suprafața apei sunt reflectate și o altă parte, refractate, pătrund în apă. Vara, când unghiul de incidență este mare, cantitatea de lumină reflectată este mai redusă (circa 2,59%) decât iarna (circa 14%), când acest unghi este mai mic. Penetrabilitatea luminii în masa apei depinde de gradul de turbiditate al acesteia.

Lumina constituie sursa de energie pentru procesele fotosintetice, pentru unele reacții fotochimice și determină mișcări pe verticală ale unor organisme acvatice. Totodată, lumina cu lungime de undă mică (razele ultraviolete) este și un agent bactericid, contribuind și pe această cale la procesul de autoepurare.

Temperatura influențează majoritatea proceselor fizice, chimice și biologice care participă în cadrul autoepurării. S-a arătat că viteza de sedimentare a suspensiilor, viteza unor reacții chimice, intensitatea proceselor metabolice ale organismelor acvatice sunt direct influențate de temperatură. Tot temperatura influențează regimul oxigenului din apă, intensitatea proceselor de descompunere bacteriană, gradul de toxicitate a unor substanțe etc.

Apa primește căldura de la soare fie direct, fie indirect, prin cedarea căldurii de către aer și pământ. Pierderile de căldură din apă se produc prin iradiere, evaporare și prin cedare pe fundul bazinului sau în aer. Curenții, în general mișcările apei, favorizează pierderile de căldură.

Procesul de autoepurare din apele curgătoare și, mai ales din cele stătătoare, este strâns legat de regimul lor termic, acesta determinând, în ultimă analiză, întreaga dinamică energetică și materială din ecosistemele acvatice.

Mișcarea apei influențează procesul de amestec al apelor uzate cu cel al receptorului, viteza de aerare, viteza de sedimentare a suspensiilor etc. și joacă un rol important în poluarea cu organisme a bazinelor acvatice. La râuri, viteza de curgere a apei și natura rocilor determină morfologia fundului, influențând asupra biocenozelor acvatice.

În afară de mișcarea principală în direcția longitudinală a masei de lichid, în râuri apar și mișcări neregulate, în direcție transversală, produse de neregularitățile fundului, formându-se vârtejuri. Acestea influențează procesul de amestecare a apelor uzate, transportul, repartiția aluviunilor pe fund, aerarea apei, determinând formarea de microbiotopi caracteristici populați cu anumite biocenoze.

La apele stătătoare, curenții și valurile se produc din cauza vântului și a diferențelor termice, iar mișcările turbulente din cauza diferențelor de densitate a apei: toate aceste mișcări influențează asupra difuzării gazelor și a altor substanțe în masa apei, cu consecințe asupra întregii vieți acvatice.

Factorii chimici. Acești factori joacă un rol foarte important în procesul de autoepurare a apelor, contribuind direct și indirect la crearea condițiilor de viață ale organismelor. În natură, factorii chimici acționează, de obicei, împreună cu cei fizici și biologici, fie simultan, fie succesiv, unii creând premisele pentru ceilalți. Un proces de degradare a substanțelor organice, de exemplu, poate fi început de către factorii biologici, continuat de cei chimici și desăvârșit tot de cei biologici.

Oxigenul este elementul cu cea mai mare importanță în procesul autoepurării. De concentrația acestuia depind intensitatea proceselor de descompunere biochimică a materialelor organice, a oxidării unor substanțe minerale și popularea cu organisme a sistemelor acvatice.

Regimul de oxigen al unui curs de apă dă o imagine asupra productivității biologice și capacității sale de autoepurare.

Dinamica aerării și dezoxigenării apei variază în funcție de mulți factori și, în special, de mișcarea apei.

De aceea, între apele curgătoare și cele stătătoare există deosebiri importante în ceea ce privește capacitatea de autoepurare.

Scăderea oxigenului dizolvat din apă poate avea loc ca urmare a proceselor de respirație a organismelor acvatice, a proceselor de descompunere bacteriană, a materialelor organice și ca rezultat al oxidării unor compuși chimici, ca: hidrogenul sulfurat, clorura și sulfatul feros, sulfii etc.

Bioxidul de carbon constituie sursa principală de carbon pentru sintetizarea substanțelor organice de către plante. Acest gaz se află în apă în stare liberă și

combinat sub formă de bicarbonat și carbonat de calciu. Apele bogate în bicarbonat de calciu formează sisteme tampon cu o mare capacitate de neutralizare a acizilor și a bazelor aduse cu apele uzate. Bioxidul de carbon asigură, deci, o stabilitate a concentrațiilor ionilor de hidrogen, ceea ce este de mare însemnătate pentru viața acvatică.

Procesul de autoepurare mai este influențat și de alți componenți chimici ai apei, care contribuie la crearea condițiilor de viață ale organismelor acvatice sau favorizează unele reacții fizico-chimice și biochimice: fierul, manganul, azotul, fosforul, sulful, siliciul, magneziul, potasiul, aluminiul și unele oligoelemente.

Factorii biologici. Dacă factorii fizico-chimici intervin în diferite moduri în procesul de autoepurare, rolul cel mai important revine, fără îndoială, organismelor acvatice. Între aceste organisme, bacteriile au rolul principal în procesul de autoepurare a apelor, restul organismelor, cu puține excepții, continuând transformările începute de bacterii, eventual stimulând unele dintre ele. În regiunile impurificate se întâlnesc bacterii care se dezvoltă în mod normal în apă sau în sol și bacterii venite din tubul digestiv al omului și animalelor.

Din punct de vedere al nutriției, bacteriile se împart în autotrofe și heterotrofe.

Bacteriile autotrofe utilizează pentru hrană substanțe minerale. Carbonul necesar pentru sinteza glucidelor, lipidelor și proteinelor îl iau din bioxidul de carbon, carbonați și bicarbonați. Cele care își iau energia necesară din oxidarea unor substanțe minerale se numesc chemosintetice, iar cele care folosesc lumina soarelui ca sursă de energie se numesc fotosintetice. Acestea din urmă posedă în celula lor pigmenți verzi sau purpurii, asemănători cu clorofila.

Bacteriile heterotrofe au nevoie de materii organice ca sursă de carbon și energie. În acest scop, ele utilizează hidrați de carbon și aminoacizi, care împreună cu sărurile minerale servesc la sinteza materiilor celulare. Aceste bacterii se împart în: saprofite, care utilizează materii organice moarte și care joacă rolul principal în procesul de autoepurare și parazite, care se dezvoltă în corpul organismelor animale și vegetale și care apar numai întâmplător în apele poluate; unele sunt patogene, reprezentând un pericol pentru sănătatea omului, dar acestea, în general, nu pot supraviețui mult timp în afara organismului.

Unele bacterii din apă se dezvoltă în prezența oxigenului, iar altele în absența acestuia. Din acest punct de vedere, se pot deosebi: *aerobe*, care au nevoie de oxigen liber și care joacă rolul principal în autoepurarea apelor, *anaerobe*, care utilizează în procesele lor metabolice oxigenul combinat chimic (din sulfati, azotiți etc.) și *facultativ aerobe*, care au posibilitatea să utilizeze atât oxigenul molecular cât și cel combinat chimic. În procesele de autoepurare a apelor încărcate cu materii organice, intervin toate aceste categorii de bacterii, activitatea unora fiind condi-

ționată de activitatea altora, succedându-se într-o anumită ordine, în funcție de natura substanțelor organice, cantitatea lor, condițiile fizico-chimice și hidrologice ale apei.

Asimilarea substanțelor organice de către bacterii se realizează prin procese de degradare și de sinteză, în care produșii rezultați sunt utilizați la construirea materiei celulare proprii. Sinteza celulară se realizează cu ajutorul energiei produse în procesele de degradare, procese care constau în reacții de oxidare în cadrul respirației celulare. Respirația celulară constă dintr-o serie de dehidrogenări și din combinarea hidrogenului rezultat cu un acceptor final, care în respirația aerobă este oxigenul dizolvat, liber, iar în respirația anaerobă o substanță oarecare.

Bacteriile aerobe sunt, deci, organisme care au posibilitatea de a utiliza oxigenul molecular ca acceptor de hidrogen în procesul respirator, iar bacteriile anaerobe sunt capabile să utilizeze în acest sens o altă substanță (ionul sulfat, azotat etc.). Bacteriile facultativ aerobe pot utiliza ambele mecanisme.

Treapta anaerobă a autoepurării constă din următoarele transformări principale:

- degradarea proteinelor, a hidraților de carbon și a grăsimilor în compuși mai simpli;
- transformarea ureei în compuși de amoniu;
- reducerea sulfatilor la hidrogen sulfurat, iar a azotaților la azotiți, amoniac și azot.

În condiții anaerobe, proteinele se degradează în peptone, polipeptide până la aminoacizi, care se descompun mai departe, dând naștere la diferiți produși în diferite condiții de mediu: acizi grași, amine, fenoli, crezoli, indol, scatol, mercaptani, hidrogen sulfurat, amoniac, metan, acid carbonic etc.

Între hidrații de carbon, cea mai cunoscută degradare anaerobă este cea a celulozei din celula vegetală. În această degradare se întâlnesc următoarele faze:

- hidroliza celulozei în celobioză;
- descompunerea celobiozei în glucoză;
- transformarea glucozei în acid tartic;
- formarea diferiților produși finali care variază după căile de fermentare.

În anumite condiții pot rezulta ca produși finali: bioxidul de carbon, hidrogenul, acidul acetic, acidul butiric și acidul formic, iar în alte condiții pot să apară: bioxidul de carbon, metanul, acidul acetic, acidul butiric sau alteori metan, hidrogen, bioxid de carbon, acid acetic etc.

S-a remarcat faptul că atât din descompunerea anaerobă a celulozei cât și a proteinelor poate rezulta metan. După unii autori, toate substanțele organice pot fi descompuse în așa fel încât produsul final să fie metanul și bioxidul de carbon. Toți acizii grași inferiori, alcoolii, cetonele, în condiții anaerobe, pot fi atacați de

metanobacterii, cu producere de metan. În mediul organic de pe fundul unor lacuri, în toate apele poluate cu substanțe organice biodegradabile, în nămolul depus pe fundul bazinelor de decantare au loc procese de fermentare anaerobă cu producere de metan.

Treapta aerobă a autoepurării implică toate grupele de organisme, rolul principal revenind, și în acest caz, tot bacteriilor.

Descompunerea materiei organice are loc în această treaptă aerobă până la bioxid de carbon și apă. Dacă în molecula organică se află azot, atunci acesta va fi transformat în amoniac și mai departe în azotați, iar dacă se află sulf sau fosfor, vor apărea prin oxidare sulfatii și respectiv fosfații. În acest fel, în procesele aerobe oxidarea substanțelor organice este completă, fără apariția unor produși intermediari nocivi.

Pe lângă bacterii, un rol deosebit în autoepurare îl au: protozoarele, macrovertebratele și plantele clorofilene.

Protozoarele însoțesc întotdeauna bacteriile în apele impurificate cu substanțe organice. Dintre ele, mai importante în procesul de autoepurare sunt: ciliatele, flagelatele. Unii autori consideră că protozoarele au un rol esențial în procesul de autoepurare, alții le acordă o importanță secundară.

Experimental s-a dovedit că bacteriile singure, fără prezența protozoarelor, sunt în măsură să ducă până la capăt procesul de epurare a unei ape cu conținut de materii organice. Pe de altă parte, este dovedit că protozoarele singure nu pot realiza epurarea apei, însă împreună cu bacteriile grăbesc acest proces. Ele au un rol însemnat în adsorbția coloizilor și în consumul unor particule organice, contribuind în acest fel la limpezirea apei.

Sunt mulți autori care consideră că cea mai mare importanță a protozoarelor ar consta în ingerarea de bacterii. În acest fel, ele ar contribui la menținerea unui echilibru biologic, în populațiile respective, împiedicându-le să atingă saturația numerică. În aceste condiții, activitatea metabolică a bacteriilor ar fi stimulată și menținută la un nivel înalt.

Macrovertebratele au o importanță multiplă. Unele, cum sunt spongierii, lameliile branhiate îndeplinesc un rol în filtrarea apei, reținând chiar particulele solide și contribuind, astfel, la limpezirea apei și chiar la o modificare fizico-chimică a acesteia.

Un alt rol important îndeplinit de macrovertebrate este acela de aerare și de irigare a mătului de pe fund. Substanțele solubile în apă și cele gazoase rezultate din descompunerea anaerobă a mătului ies mai ușor la suprafață din stratele mai adânci, când acesta este populat cu larve de macrovertebrate.

Plantele clorofilene au un rol foarte important în procesul de autoepurare a apelor ca producătoare de oxigen, ca agenți activi în metabolizarea substanțelor organice și îndeplinesc un rol complementar în diferite procese care concurează în autoepurare.

Astfel, se consideră, pe de o parte că toate algele, inclusiv diatomeele, sunt capabile să absoarbă substanțe organice în stare solvită și să prelucereze anumiți produși intermediari derivați din descompunerea protidelor: peptide, aminoacizi, uree, acizi grași. Pe de altă parte, folosind sărurile minerale pentru hrană, îndeosebi fosfați și azotați, plantele autotrofe pot concura la restabilirea echilibrului chimic din apă.

Ținând seama de aceasta, s-a propus introducerea celei de a treia trepte de epurare a apelor uzate, reprezentată prin instalații biologice în care, datorită activității plantelor, să se elimine excesul de săruri nutritive de azot și fosfor care altfel, ajunse în receptor, ar produce fenomenul de înflorire a apei, cu consecințe negative.

Se mai cunosc și plante capabile să înmagazineze în țesuturile lor unele metale grele, cum sunt: cuprul, zincul, nichelul și altele, contribuind astfel la înlăturarea acestora din apă.

Plantele acvatice, dezvoltate abundant în apele stătătoare și în râurile cu curs domol, acționează ca adevărate filtre care rețin particulele organice depuse pe suprafața lor. Aici, aceste substanțe sunt mai ușor supuse acțiunii bacteriilor care pot folosi în acest scop oxigenul pus în libertate prin fotosinteza plantelor. De asemenea, plantele servesc ca hrană și loc de hrană și adăpost pentru mulțimea animalelor mărunte – crustacee, larve de insecte, moluște, viermi etc. –, care își aduc aportul lor în procesul de autoepurare.

Dar rolul cel mai important al plantelor verzi în autoepurare este acela de oxigenare a apei. Dacă în apele curgătoare procesul de oxigenare se realizează mai ales prin difuzarea aerului atmosferic, în cele stătătoare rolul principal revine plantelor clorofilene, cu atât mai mult cu cât oxigenul, fiind eliminat de plante în bule foarte mici, se dizolvă ușor în apă.

Un rol aparte îl joacă în procesul de epurare *nămolul de pe fundul apelor curgătoare sau stătătoare*.

Nămolul rezultă din depunerea materialelor solide inerte provenite prin eroziune, din descompunerea cadavrelor de animale și a resturilor de plante, din produși de dezasimilație a organismelor și din materiile organice și minerale aduse de afluenții reziduali. În apele curgătoare, depunerea lui este mai activă în porțiunile de șes sau de curs domol și în concavitatea meandrelor. După originea sa, nămolul de pe fundul apelor variază atât ca structură cât și în compoziția lui fizico-chimică.

Nămolul de pe fund constituie un material care oferă condiții fizico-chimice caracteristice, populat cu o biocenoză deosebită de a apei. Între biocenoza apei și a nămolului există o legătură strânsă, influențându-se reciproc. În stratul subțire de nămol de la suprafață au loc procese fizico-chimice și biochimice importante. Astfel, oxigenul din apă difuzând în nămol până la o mică adâncime,

determină procesele aerobe de descompunere a materiei organice, pe când în stratele de profunzime au loc procese anaerobe. Gazele care rezultă difuzează treptat în masa apei în anumite condiții, de exemplu la o creștere bruscă a temperaturii se produc cantități mari de gaze, care ridică porțiuni de nămol în masa apei. Consumul de oxigen în astfel de împrejurări este mare, influențând în mod negativ balanța oxigenului din apă.

4.4. Epurarea apelor uzate

S-a arătat mai sus că natura acționează cu mijloace proprii în direcția menținerii indicatorilor de calitate ai apelor. Dar, în condițiile unei poluări tot mai accentuate, indicatorii de calitate nu mai pot fi păstrați în limitele normale numai prin autoepurare. În aceste condiții, este necesară intervenția omului pentru prevenirea și combaterea poluării. Prevenirea poluării se face mai ales prin măsuri de supraveghere și control, iar combaterea poluării se realizează prin construcții, instalații, echipamente etc., prin așa-numitele stații de epurare a apelor.

Epurarea apelor uzate reprezintă ansamblul de măsuri și procedee prin care impuritățile de natură chimică (minerală și organică) sau bacteriologică conținute în apele uzate sunt reduse sub anumite limite, astfel încât aceste ape să nu mai dăuneze receptorului în care se evacuează și să nu mai pericliteze folosirea apelor acestuia.

Procesele de epurare sunt, în mare măsură, asemănătoare cu cele care au loc în timpul autoepurării, numai că sunt dirijate de către om și se desfășoară cu o viteză mult mai mare. Instalațiile de epurare sunt realizate tocmai în scopul intensificării și favorizării proceselor care se desfășoară în decursul autoepurării.

Procesele de epurare sunt de natură fizico-chimică, chimică și biologică. În urma aplicării acestor procese rezultă ca principale produse: apele epurate (efluentul epurat) – care sunt evacuate în receptor sau pot fi valorificate în irigații sau alte folosințe –; nămoluri – care sunt îndepărtate din stație și valorificate.

Epurarea apelor uzate cuprinde, deci, următoarele două mari grupe de operații succesive:

- reținerea și/sau transformarea substanțelor nocive în produși nenocivi;
- prelucrarea substanțelor rezultate sub diverse forme (nămoluri, emulsii, spume etc.) din prima operație.

Procedeele de epurare a apelor uzate, denumite după procesele pe care se bazează, sunt:

- procedee mecanice – în care procesele de epurare sunt de natură fizică;
- procedee chimice – în care procedeele de epurare sunt de natură fizico-chimică;
- procedee biologice – în care procesele de epurare sunt atât de natură fizică cât și biochimică.

Valorificarea sau tratarea în continuare a produselor obținute la epurare se face utilizând, în mare, aceleași procedee mecanice, fizico-chimice și biologice. În acest sens, se poate da ca cel mai bun exemplu tratarea nămolului provenit din stațiile de epurare orășenești, care se poate realiza prin: deshidratare, fermentare anaerobă, stabilizare aerobă, condiționare chimică, incinerare etc.

4.5. Reglementări tehnice

Din punct de vedere al reglementărilor tehnice la care trebuie să se conformeze activitatea stației de epurare, în afara legislației-cadru (L 137/95 și L 125/96) menționate anterior, mai trebuie înserate și următoarele:

— Decretul 414/1970 – Decret pentru stabilirea valorilor limită admisibile ale principalelor substanțe poluante din apele uzate, înainte de evacuarea acestora – o reglementare mai veche, dar care prezintă limitele unor impurificatori pentru apele uzate, stabilite pe baza gradului de diluție față de emisar. Extrase din decret se prezintă în *Anexa 1*. Acest decret este în curs de actualizare;

— Normativul C 90/1983 – Normativ privind condițiile de descărcare a apelor uzate în rețelele de canalizare a centrelor populate – reglementare menită să protejeze canalizările și stațiile de epurare orășenești. Acest normativ impune o preepurare a apelor industriale. Și acest normativ este în curs de revizuire. Extrase din normativ se prezintă în *Anexa 2*;

— H.G. 138/1994 – Hotărâre privind stabilirea și sancționarea contravențiilor în domeniul apelor. Reglementarea care face referiri directe la stațiile de epurare se regăsește în articolul 3, prezentat în *Anexa 3*;

— H.G. 127/1994 – Hotărâre privind stabilirea și sancționarea unor contravenții la normele pentru protecția mediului înconjurător.

Prevederile reglementărilor menționate indică eficiența ce trebuie atinsă de stațiile de epurare în reținerea impurităților, eficiență posibil de atins și printr-un profesionalism ridicat al operatorilor.

S-a considerat util a prezenta, spre comparație, și prevederile normelor franceze pentru ape uzate. Astfel, prin decretul 94 – 469 din 03.06.1994, Ministerul Mediului din Franța a promovat exigențele minimale privind epurarea apelor uzate (tabelul 4.2). O comparație între actualele noastre reglementări și cele franceze (rezultate din Directiva Comunității Europene 91/271 din 21 mai 1991) arată necesitatea reactualizării Decretului 414/70 și, desigur, și a Normativului C90/83, acțiune care, așa cum s-a spus, este în curs de derulare.

Tabelul 4.2

Exigențe de epurare minimale

	Parametru	Concentrație maximă	Randament minim	Încărcare în poluanți
		mg/l	%	Număr de locuitori echivalenți
Zona normală cu poluare organică	CBO ₅ *	25	70	2000—10000
	CBO ₅ *	25	80	>10000
	CCO*	125	75	indiferent de încărcare
	TSS	35**	90	indiferent de încărcare
Zona sensibilă la azot și/sau fosfor	N _{total}	15	70	10000—100000
	N _{total}	10	70	>100000
	P _{total}	2	80	10000—100000
	P _{total}	1	80	>100000

* pentru lagune: analiza se face pe proba filtrată

** pentru lagune: această valoare este de 150 mg/l

5 EPURAREA MECANICĂ

Metodele de epurare mecanică asigură eliminarea din apele uzate a corpurilor mari vehiculate de acestea, a impurităților care se depun și a celor care plutesc sau pot fi aduse în stare de plutire. Metoda este larg folosită ca epurare prealabilă sau ca epurare unică (finală), în funcție de gradul de epurare necesar, după cum trebuie să fie urmată sau nu de alte trepte de epurare.

5.1. Generalități

În treapta de epurare mecanică se rețin suspensiile grosiere și cele fine. Pentru reținerea lor se utilizează grătarele, sitele, separatoarele de grăsimi, deznisipatoarele și decantoarele.

Grătarele rețin corpurile și murdăriile plutitoare aflate în suspensie în apele uzate (cârpe, hârtii, cutii, fibre etc.). Materialele reținute pe grătare sunt evacuate ca atare, pentru a fi depozitate în gropi sau incinerate. În unele cazuri pot fi mărunțite prin tăiere la dimensiunea de 0,5–1,5 mm în dezintegratoare mecanice. Dezintegratoarele se instalează direct în canalul de acces al apelor uzate brute, în așa fel încât suspensiile dezintegrate pot trece prin grătare și pot fi evacuate în același timp cu reținerile.

Sitele cu ochiuri mai mici de 1 mm s-au folosit pentru epurarea mecanică a apelor uzate orășenești; din cauza cheltuielilor mari de investiții și exploatare sunt din ce în ce mai rar întrebuințate; ele se folosesc încă pentru eliminarea suspensiilor solide din unele ape uzate industriale, cum sunt cele de la abatoare, crescătorii de porci, fabrici de conserve de legume și fructe etc.

Separatoarele de grăsimi sau bazinele de flotare au ca scop îndepărtarea din apele uzate a uleiurilor, grăsimilor și, în general, a tuturor substanțelor mai ușoare decât apa, care se ridică la suprafața acestora în zonele liniștite cu viteze orizontale mici ale apei. Separatoarele de grăsimi sunt amplasate după deznisipatoare, dacă rețeaua de canalizare a fost construită în sistem unitar, și după grătare, când rețeaua a fost construită în sistem divizor și din schemă lipsește deznisipatorul.

Flotarea este folosită drept treaptă suplimentară de epurare, înaintea epurării biologice.

Pentru epurarea apelor uzate industriale, flotarea este utilizată în numeroase cazuri, de exemplu pentru apele provenite din industria petrolieră, minieră, alimentară, în special când apele uzate industriale trebuie să fie tratate biologic, fie separat, fie împreună cu apele uzate orășenești.

Separatoarele de grăsimi pot utiliza pentru îndepărtarea impurităților *flotarea naturală sau flotarea cu aer*. Flotarea naturală se realizează în bazine obișnuite, în care, din cauza vitezelor mici cu care se deplasează apa, particulele ușoare se ridică la suprafață. Flotarea cu aer poate fi de joasă presiune sau sub presiune; în ultimul caz, bulele de aer introduse în apă aderă la materialul în suspensie și ajută la deplasarea la suprafața lichidului a particulelor solide sau coloidale aflate în masa acesteia.

Procedeele de flotare sunt utilizate și pentru îndepărtarea din apă a particulelor mai grele decât aceasta (exemplu sterilul de la prelucrarea minereurilor).

Deznisipatoarele sunt indispensabile unei stații de epurare, în condițiile în care există un sistem de canalizare unitar, deoarece nisipurile sunt aduse în special de apele de ploaie. Nisipul nu trebuie să ajungă în treptele avansate ale stației de epurare, pentru a nu apărea inconveniente, cum ar fi:

- deteriorarea instalațiilor de pompare;
- dificultăți în funcționarea decantoarelor;
- reducerea capacității utile a rezervoarelor de fermentare a nămolurilor și stânenirea circulației nămolurilor.

Deznisipatoarele trebuie să rețină prin sedimentare particule mai mari de 0,2 mm; în același timp, trebuie să se evite depunerea materialelor organice, pentru a nu se produce fermentarea lor.

Decantoarele sunt construcții în care sedimentează cea mai mare parte a materiilor în suspensie din apele uzate.

Întrucât procesul de separare prin sedimentare este deosebit de important în epurarea apelor uzate, sunt prezentate, în continuare, câteva elemente de bază referitoare la reținerea suspensiilor prin sedimentare.

5.2. Reținerea suspensiilor prin sedimentare

Sedimentarea este procesul de separare din apele uzate a particulelor solide prin depunere gravitațională. Ca urmare a separării prin sedimentare a suspensiilor, se formează două straturi: unul limpede, lipsit de suspensii sau cu suspensii cât mai puține, numit și decantat (deasupra) și altul de suspensii îngroșate (dedesubt), numit, de multe ori, nămol.

În epurarea apelor uzate, în anumite situații, poate fi mai importantă fie funcția de limpezire, fie cea de îngroșare. În raport cu aceasta, utilajul în care se realizează sedimentarea se poate numi generic: clarificator (limpezitor), decantor sau îngroșător.

Prin sedimentare se îndepărtează atât suspensiile (particulele) de natură organică, cât și cele anorganice. Totodată, se pot separa și coloizii, dacă în prealabil au fost tratați cu agenți coagulanți pentru destabilizare.

Procesul de separare prin sedimentare poate fi considerat că se desfășoară în coformitate cu patru tipuri, numite: tip I, tip II, sedimentare în masă (frănată) și tasare.

Sedimentarea tip I. Tipul I de sedimentare se referă la separarea particulelor ce nu se asociază (floculează) și care se află într-o suspensie diluată. Întrucât particulele în căderea lor liberă prin fluid nu se grupează, sedimentarea se cheamă și discretă. Fiecare particulă are drumul său propriu, nestânjenindu-și în deplasare vecinii. În aceste condiții, sedimentarea depinde numai de proprietățile fluidului și de caracteristicile particulelor. Sedimentarea materialelor grele inerte (cum sunt particulele de nisip) poate constitui un exemplu de astfel de sedimentare.

O particulă discretă pusă într-un lichid liniștit, dacă are greutatea specifică mai mare decât a acestuia, se va deplasa de sus în jos prin lichid. În timpul deplasării, asupra ei acționează două forțe: una de greutate datorită atracției gravitaționale și alta de frecare, datorită mișcării ei prin lichid. La începutul mișcării, particula va cădea accelerat, datorită greutății, dar treptat, forța de greutate va fi echilibrată de forța de frecare, moment în care particula începe să cadă cu viteză uniformă (fig. 5.1).

Viteza de cădere a particulei depinde de proprietățile lichidului și de caracteristicile particulei. Astfel, ea este cu atât mai ridicată cu cât diferența dintre densitatea particulei și a lichidului este mai mare și cu cât diametrul particulei crește. Cu cât fluidul are o viteză de cădere mai mică, deci are o viteză de cădere mai mică.

Particulele discrete sedimentează cu viteză constantă, cu condiția ca temperatura apei să nu se modifice. Cunoașterea acestei viteze este esențială pentru construirea unui bazin de sedimentare (decantor). Pentru a ilustra aceasta, se va urmări funcționarea unui decantor ideal. Să presupunem că în fig. 5.2, *a* este reprezentat un bazin de sedimentare ideal cu curgerea continuă, orizontală. Acest bazin poate fi împărțit în patru zone distincte: *intrare*, *sedimentare*, *evacuare* și *zona pentru nămol*.

În zona de intrare, apa influentă care conține particule în suspensie se distribuie uniform pe totă secțiunea transversală a bazinului; în acest fel, în zona de sedimentare curgerea este uniformă și orizontală. În zona de sedimentare are loc căderea particulei o dată cu deplasarea ei orizontală în curentul de apă. În zona de evacuare, efluentul este colectat de pe toată secțiunea transversală și îndreptat spre



Fig. 5.1. Forțele care acționează asupra particulei.

deversare. Zona de nămol este prevăzută pentru colectarea nămolului depus – în zona de sedimentare – pe radierul decantorului.

Se consideră o suspensie diluată de particule care sedimentează discret. Viteza de sedimentare este V_s , iar viteza cu care particula se deplasează pe orizontală este V_c . Cele două viteze V_s și V_c dau o componentă V , care imprimă particulei o mișcare generală, ilustrată în fig. 5.2. Unele particule pot avea viteza de sedimentare mai mare, altele mai mică, în funcție de dimensiune și densitate. Fie două particule care sedimentează diferit cu V_s' și respectiv V_s'' (unde $V_s' < V_s''$). În

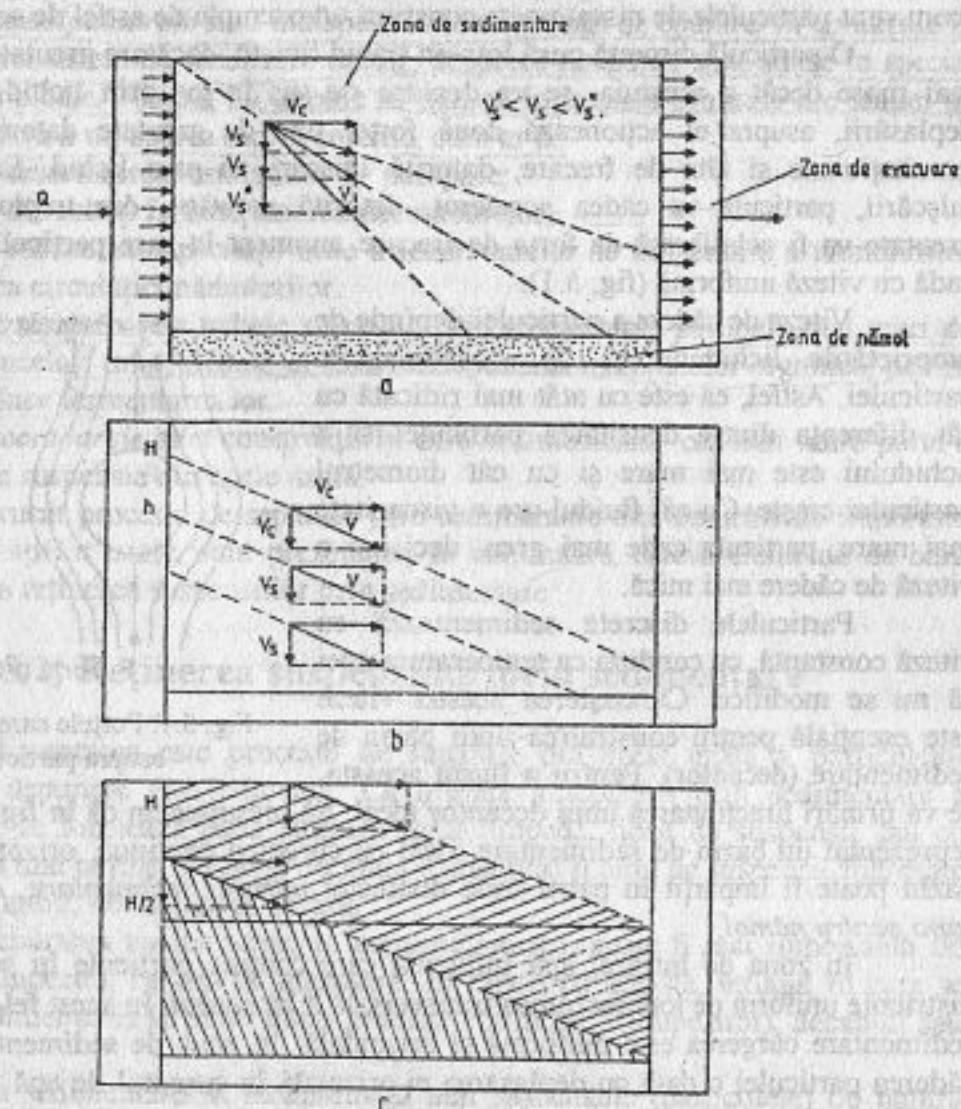


Fig. 5.2. Reprezentarea schematică a decantării particulelor individuale.

mișcarea lor, particulele pot să atingă zona de nămol și să se îndepărteze cu nămolul sau pot fi evacuate în efluent fără să se depună. Desigur că se depun cu mai multă ușurință particulele mai grele, care au viteza de sedimentare mai mare.

În continuare, se analizează o suspensie de particule uniforme, care sedimentează discret, toate cu aceeași viteză V . Între aceste particule, unele sedimentează la limită, atingând zona de nămol la evacuarea din decantor (în colțul din dreapta jos). Să presupunem că o astfel de particulă, care sedimentează la limită, a fost inițial, la intrarea în decantor, la înălțimea h (vezi fig. 5.2, b). Este evident că toate particulele care se află inițial la intrarea în decantor la o înălțime mai mică decât h se vor depune, iar celelalte particule, care se află la înălțime mai mare decât h , nu vor atinge radierul și vor trece în zona de evacuare a efluentului.

Se consideră acum modificarea bazinului de sedimentare, prin adăugarea unui planșeu fals la adâncimea de $H/2$ (vezi fig. 5.2, c). Caracteristicile curgerii rămân aceleași, precum și celelalte dimensiuni ale bazinului. Deși viteza de sedimentare a particulelor este aceeași, totuși se îndepărtează mult mai multe particule, datorită faptului că adâncimea care trebuie străbătută s-a redus la jumătate, iar suprafața decantorului a fost dublată. Deci, economic, este preferabilă, pentru separarea particulelor discrete, o adâncime mică a bazinelor de sedimentare și o suprafață mare a acestora.

Ca urmare a celor de mai sus s-a generalizat, în practica proiectării și construcției bazinelor de decantare, parametrul de încărcare hidraulică de suprafață.

Ce semnificație are acest parametru?

Se presupune că se urmărește să se îndepărteze prin sedimentare toate particulele care se găsesc în suspensie în influent, în așa fel încât efluentul să fie lipsit de suspensii. Aceasta înseamnă că pe durata decantării toate particulele care se află inițial la intrarea în decantor în colțul din stânga sus să atingă zona de nămol în colțul din dreapta jos (vezi fig. 5.2, a). Cu alte cuvinte, pe durata decantării, să străbată pe verticală distanța H (înălțimea decantorului).

Ținând seama de cele de mai sus, se poate scrie relația:

$$H = V_s t_d, \quad (5.1)$$

în care: V_s este viteza de sedimentare, în m/h;

t_d – durata de decantare, în h.

În același timp, pentru durata de decantare, t_d , este valabilă și relația generală dintre debit și volum:

$$t_d = \frac{V_d}{Q}, \quad (5.2)$$

în care: V_d este volumul decantorului, în m^3 ;

Q – debitul influent decantorului, în m^3/h .

În cazul de față, pentru V_d se poate scrie relația:

$$V_d = A \cdot H, \quad (5.3)$$

în care A este aria suprafeței de decantare.

Dacă se înlocuiește (5.3) în (5.2) și se ține seama de (5.1) se obține:

$$V_s = \frac{Q}{A} = V_0. \quad (5.4)$$

Viteza V_0 obținută cu relația (5.4) se numește încărcarea hidraulică de suprafață (încărcare superficială). După cum se poate vedea, acest parametru reprezintă viteza de sedimentare a particulelor care se depun la limită. Toate particulele care au viteze mai mici decât V_0 vor fi eliminate din decantor cu efluentul.

Sedimentarea tip II. În situația în care particulele din suspensie au tendința să se asocieze unele cu altele (să floculeze) procesul de separare diferă de cel discutat anterior. În acest caz, particulele mai grele, având viteze de sedimentare mai mari, ajung din urmă și se unesc cu cele mai mici, formând flocoane mai mari cu viteză de depunere crescută. Probabilitatea contactului între particule crește pe măsură ce adâncimea stratului de apă este mai mare. Ca rezultat, îndepărtarea materiilor în suspensie depinde nu numai de încărcarea hidraulică de suprafață, dar și de adâncimea stratului de apă.

Întrucât abordarea matematică a acestui tip de sedimentare este dificilă, pentru necesitățile de proiectare se face apel la determinări experimentale. Metoda standard prevede, în acest sens, studierea procesului de sedimentare într-o coloană prevăzută cu ștuțuri pentru recoltarea probelor. Probele se prevalează la intervale de timp adecvate de la diferite adâncimi. Se determină concentrația suspensiilor în aceste probe și cu rezultatele obținute se calculează procentajul suspensiilor îndepărtate.

Sedimentarea în masă (frănată). În cazul unei suspensii concentrate ale cărei particule se asociază, sedimentarea se deosebește mult de cea a particulelor discrete. În această situație, particulele sunt apropiate unele de altele, se unesc în cădere, se stâmpnesc, se deplasează de sus în jos „în masă”. La rândul său, lichidul are o deplasare de jos în sus printre particulele asociate, ceea ce frânează sedimentarea, motiv pentru care această sedimentare mai are și denumirea generică de „frănată”.

Pentru a înțelege mai bine această sedimentare, să urmărim un test experimental realizat într-o coloană cilindrică în care s-a introdus o suspensie de o concentrație anumită. Fenomenele care au loc în coloană sunt reprezentate schematic în fig. 5.3.

Inițial, coloana conține suspensia care are o concentrație uniformă. Imediat după ce începe sedimentarea se formează la o adâncime un plan de separare, deasupra căruia există o zonă limpede, iar dedesubt o zonă cu suspensie a

cărei concentrație tinde să crească pe măsură ce planul de separare se deplasează de sus în jos. Determinările experimentale au dovedit că zona de suspensie este formată, la rândul ei, din trei subzone:

- subzona concentrației uniforme, imediat sub planul de separare;
- subzona de tranziție;
- subzona de tasare.

În subzona concentrației uniforme are loc sedimentarea „în masă” a particulelor. Pentru studiul acestui gen de sedimentare se folosește viteza de deplasare a planului de separare apă-suspensie. S-a dovedit experimental că această viteză de deplasare (de fapt de sedimentare) V_s este o funcție de concentrația suspensiilor:

$$V_s = f(C), \quad (5.5)$$

în care C se referă la concentrația suspensiilor exprimate ca substanță uscată.

Valoarea vitezei de sedimentare V_s se determină experimental prin măsurarea distanței pe care se deplasează planul de separare apă-suspensie și raportarea acestei distanțe la timpul în care s-a realizat deplasarea. Viteza de sedimentare se utilizează la calculul ariei necesare unui decantor, utilizându-se relația:

$$A = \frac{Q}{V_s}, \quad (5.6)$$

în care: A este suprafața zonei de sedimentare, în m^2 ;

Q – debitul influent decantorului, în m^3/h ;

V_s – viteza de sedimentare, în m/h .

Raportul dintre debitul influent Q și aria suprafeței decantorului, A , ar putea reprezenta, de fapt, o viteză de curgere a apelor în decantor de jos în sus, conform relației:

$$V_c = \frac{Q}{A}. \quad (5.7)$$

Având în vedere relațiile (5.6) și (5.7) rezultă că:



Fig. 5.3. Reprezentarea schematică a sedimentării „în masă” („frănată”).

$$V_s = \frac{Q}{A} = V_c \quad (5.8)$$

ceea ce înseamnă că pentru a se putea realiza sedimentarea suspensiilor, viteza de deplasare a planului de separare de sus în jos trebuie să fie egală cu viteza cu care curge apa printre flocoane de jos în sus. În subzona de tasare, particulele se suportă mecanic unele pe altele, se comprimă, de unde și numele de zonă de comprimare.

Tasarea nămolului. Dacă se realizează decantarea în mod discontinuu (deci nu se mai introduce suspensie în cilindru), planul de separație se deplasează tot mai mult spre baza cilindrului. Toate cele trei subzone din zona de suspensie se unesc, rămânând în final doar cele două zone distincte: cea de lichid limpezit și cea de nămol tasat. Tasarea suspensiei la fundul bazinului este extrem de lentă, deoarece lichidul care este dislocat trebuie să se scurgă printr-un spațiu poros în continuă reducere. Porozitatea sedimentului depus este minimă în porțiunea cea mai de jos a stratului de suspensie, datorită compresiunii ce rezultă din greutatea particulelor suportate deasupra și deoarece timpul de tasare al acestei porțiuni inferioare este maxim.

5.3. Construcții și instalații pentru epurarea mecanică și mecano-chimică

Pentru realizarea epurării mecanice se folosesc: grătarele, deznisipatoarele, separatoarele de grăsimi și decantoarele, iar pentru realizarea epurării mecano-chimice – instalații de coagulare-floculare.

Grătarele. După mărimea interspațiilor, grătarele pot fi clasificate astfel:

— grătare rare cu interspații de 40–50 mm (uneori și 100 mm). Barele sunt înclinate la 1/3, iar viteza de curgere a apei prin grătare se menține în jur de 60–100 cm/s, pentru a evita depunerile; materiile reținute pe grătarele rare se ridică la 2–3 l/persoană și an. Curățirea poate fi manuală dar e preferabilă cea mecanizată;

— grătarele dese (obișnuite), cu interspații de 20 mm și chiar mai mici. Se întrebuințează în cazul în care stațiile posedă instalații mai sensibile, care pot fi dereglate sau înfundate de corpurile plutitoare. Înclinarea barelor e mult mai mică (uneori chiar nulă). Cantitatea de materii reținute este mult mai mare, 5–10 l/persoană și an, și necesită neapărat un dispozitiv de curățire mecanizat, care să fie pus în funcțiune automat, în funcție de pierderea de presiune a apei la trecerea prin grătare (supraînnălțare).

Curățirea grătarelor se poate realiza manual sau mecanic. Curățirea manuală se folosește în cazul instalațiilor mai mici, cu cantități reduse de materii

reținute. Se efectuează cu grebla de mână, de pe o platformă situată deasupra nivelului maxim al apei.

Curățirea mecanică se utilizează când cantitățile de materii reținute sunt atât de mari încât necesită curățirea lor frecventă sau chiar continuă. Tipurile de grătare cu curățire mecanică diferă în funcție de dimensiunile canalului și nivelul apei.

Pentru canale de adâncime mai mică, până la 1m, se utilizează grătarul curb, cu greblă de curățire rotativă.

Pentru adâncimi mai mari ale apei se folosesc grătare drepte, cu greble de curățire cu mișcare de translație (fig. 5.4).

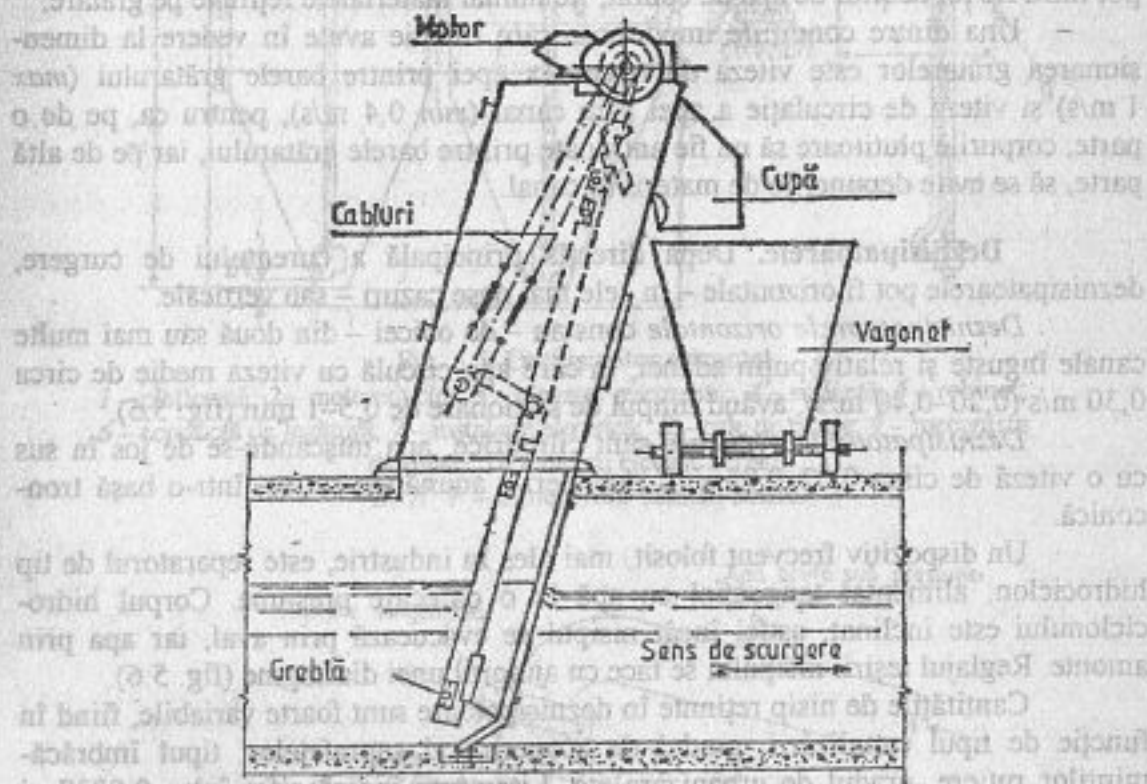


Fig. 5.4. Grătar automat drept.

După mărimea grătarelor și gradul de mecanizare adoptat pentru stația de epurare, reținerile de pe grătare pot fi transportate mecanic, hidraulic sau manual, sortate în vederea recuperării materialelor feroase, fărâmițate și reintroduse în apă, respectiv compostate, incinerate sau îngropate.

Tăierea și fărâmițarea materialelor reținute pe grătare se poate efectua cu instalații așezate în curentul apei sau în afara sa. Instalațiile montate în curentul apei prezintă avantaje de ordin igienic-sanitar.

Mărunțirea materialului în curentul apei se realizează cu echipamente de tipul griductor sau cominator. La debite mici și mijlocii, acestea se montează astfel încât întreg curentul de apă trece prin instalația de mărunțit, antrenând astfel și corpurile mari care trebuie fărâmițate.

Pentru debite mari, utilajele de mărunțit în curent se montează însoțite de grătare cu bare orizontale și curățire mecanică cu greblă rotativă. În acest caz, reținerile de pe grătare sunt culese de o greblă rotativă, cu ax de rotație vertical, și transportate lateral spre utilajul pentru mărunțirea materialului așezat sub nivelul apei.

Se mai folosesc și pompe înzestrate cu dispozitive de fărâmițare, în care pot intra fie tot debitul de apă de epurat, fie numai materialele reținute pe grătare.

Una dintre condițiile importante care trebuie avute în vedere la dimensionarea grătarelor este viteza de trecere a apei printre barele grătarului (*max* 1 m/s) și viteza de circulație a apei prin canal (*min* 0,4 m/s), pentru ca, pe de o parte, corpurile plutitoare să nu fie antrenate printre barele grătarului, iar pe de altă parte, să se evite depunerile de materii în canal.

Deznisipatoarele. După direcția principală a curentului de curgere, deznisipatoarele pot fi orizontale – în cele mai dese cazuri – sau verticale.

Deznisipatoarele orizontale constau – de obicei – din două sau mai multe canale înguste și relativ puțin adânci, în care apa circulă cu viteza medie de circa 0,30 m/s (0,20–0,40 m/s), având timpul de staționare de 0,5–1 min (fig. 5.5).

Deznisipatoarele verticale sunt cilindrice, apa mișcându-se de jos în sus cu o viteză de circa 0,02–0,05 m/s, depunerile adunându-se jos, într-o bașă tronconică.

Un dispozitiv frecvent folosit, mai ales în industrie, este separatorul de tip hidrociclon, alimentat tangențial cu apă la o oarecare presiune. Corpul hidrociclonului este înclinat, astfel încât nisipul se evacuează prin aval, iar apa prin amonte. Reglajul ieșirii nisipului se face cu ajutorul unei diafragme (fig. 5.6).

Cantitățile de nisip reținute în deznisipatoare sunt foarte variabile, fiind în funcție de tipul canalizării, gradul de acoperire al suprafețelor, tipul îmbrăcăminților rutiere, gradul de urbanizare etc. Literatura indică cifre între 0,0037 și 0,075 m³ nisip /1000 m³ apă pentru canalizarea în sistem unitar și între 0,0057 și 0,036 m³ nisip /1000 m³ apă pentru sistemul divisor. Normativul românesc pentru proiectare indică 0,21/om și zi la o greutate volumetrică a nisipului de 1,5 t/m³.

Curățirea de nisip a deznisipatoarelor se poate face fie manual la instalațiile mici, fie hidraulic sau mecanic la debite mari. Echipamentele mecanice de deznisipare se montează în cazurile în care debitul este mare, cantitățile de nisip sunt mari sau deznisipatorul este construit adânc sub teren și înlăturarea manuală este dificilă.

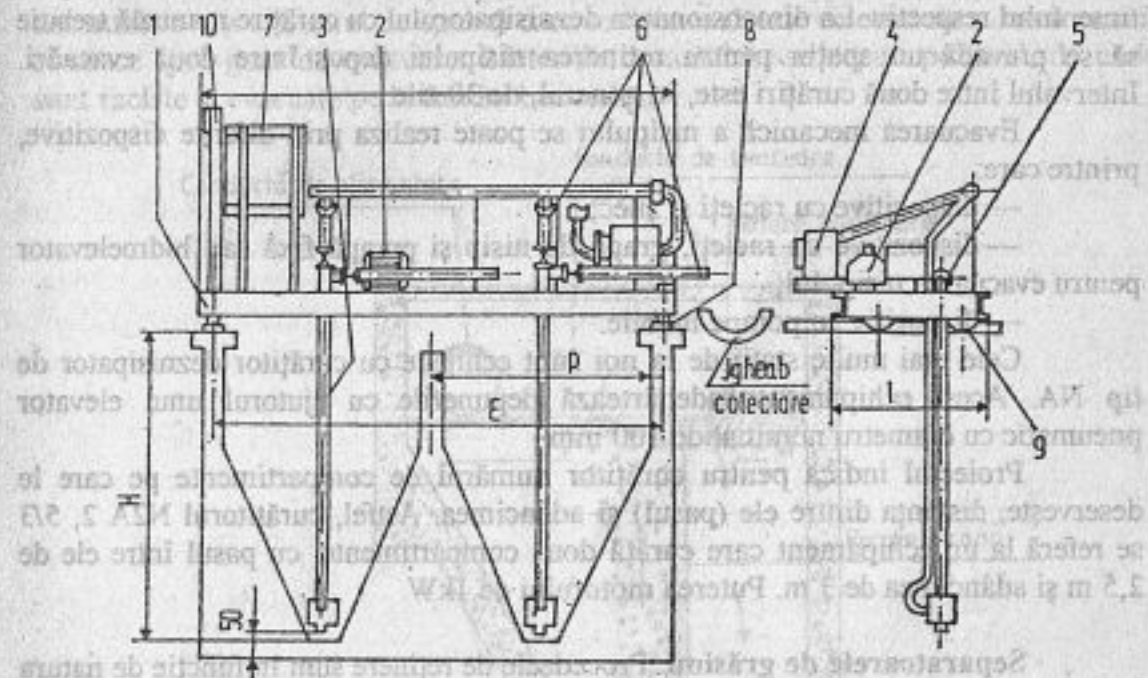


Fig. 5.5. Deznisipator orizontal:

1 – platformă; 2 – motorreductor; 3 – elevator pneumatic; 4 – suflant; 5 – robinet; 6 – conductă de legătură; 7 – instalație electrică; 8 – cale de rulare; 9 – mecanism de rulare; 10 – racord electric aerian.

E; H; P – dimensiuni standardizate.

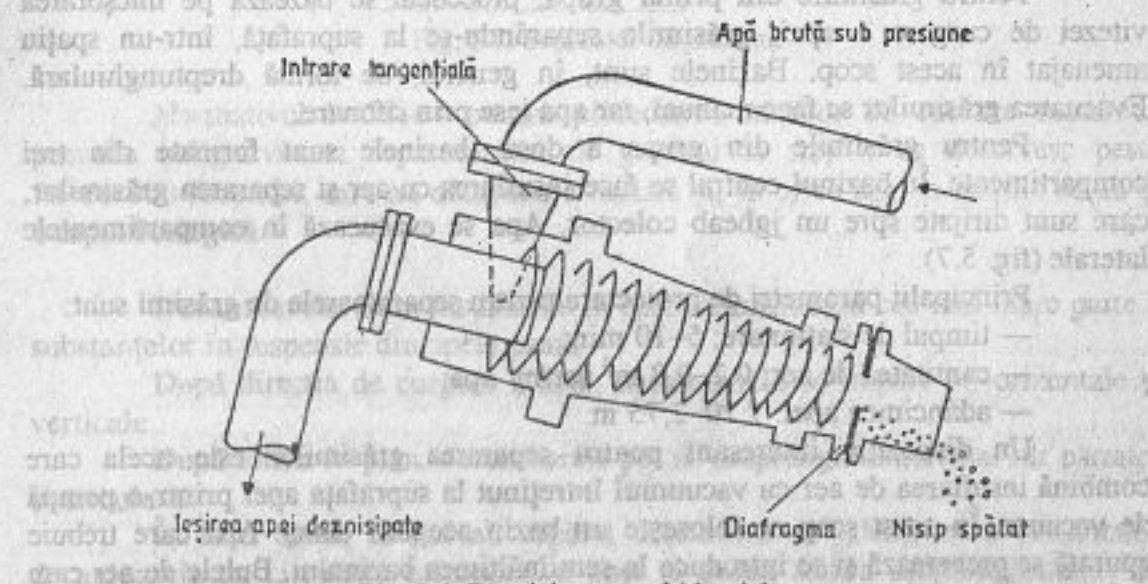


Fig. 5.6. Deznisipator cu hidrociclon.

Evacuarea manuală se realizează după scoaterea din funcțiune a compartimentului respectiv. La dimensionarea deznisipatorului cu curățire manuală trebuie să se prevadă un spațiu pentru reținerea nisipului depus între două evacuări. Intervalul între două curățiri este, în general, de 30 zile.

Evacuarea mecanică a nisipului se poate realiza prin diferite dispozitive, printre care:

- dispozitive cu racleți și șnec;
- dispozitive cu racleți, grapă de nisip și pompă fixă sau hidroelevator pentru evacuarea nisipului;
- dispozitiv cu pompe mobile.

Cele mai multe stații de la noi sunt echipate cu curățitor deznisipator de tip NA. Acest echipament îndepărtează depunerile cu ajutorul unui elevator pneumatic cu diametru nominal de 100 mm.

Proiectul indică pentru curățitor numărul de compartimente pe care le deservește, distanța dintre ele (pasul) și adâncimea. Astfel, curățitorul N2A 2, 5/3 se referă la un echipament care curăță două compartimente, cu pasul între ele de 2,5 m și adâncimea de 3 m. Puterea motorului de 1kW.

Separatoarele de grăsimi. Procedeele de reținere sunt în funcție de natura grăsimilor, respectiv:

- grăsimi libere, care au tendința de a se ridica la suprafața apei;
- grăsimi sau săpunuri, aflate în dispersie coloidală sau sub formă de emulsii, care în mod normal nu au tendința de a se ridica la suprafață;
- gudroane care au tendința de a se depune.

Pentru grăsimile din prima grupă, procedeul se bazează pe micșorarea vitezei de curgere a apei, grăsimile separându-se la suprafață, într-un spațiu amenajat în acest scop. Bazinele sunt, în general, de formă dreptunghiulară. Evacuarea grăsimilor se face manual, iar apa iese prin sifonare.

Pentru grăsimile din grupa a doua, bazinele sunt formate din trei compartimente. În bazinul central se face insuflarea cu aer și separarea grăsimilor, care sunt dirijate spre un jgheab colector. Apa se evacuează în compartimentele laterale (fig. 5.7).

Principalii parametri de proiectare pentru separatoarele de grăsimi sunt:

- timpul de staționare: 5–10 min;
- cantitatea de aer: 0,2–0,8 m³ aer/m³ apă;
- adâncimea apei: 1,20–2,75 m.

Un dispozitiv interesant pentru separarea grăsimilor este acela care combină insuflarea de aer cu vacuumul întreținut la suprafața apei printr-o pompă de vacuum. În acest scop se folosește un bazin acoperit etanș. Apa care trebuie epurată se preacreează și se introduce la semiînălțimea bazinului. Bulele de aer care

se formează se ridică la suprafață, antrenând cu ele materiile flotante și cele decantabile ușor. Stratul de spumă care se formează este colectat de o lamă care îl conduce spre gura de evacuare. Materiile decantabile se depun pe fund, de unde sunt raclate și evacuate pe la fundul bazinului.

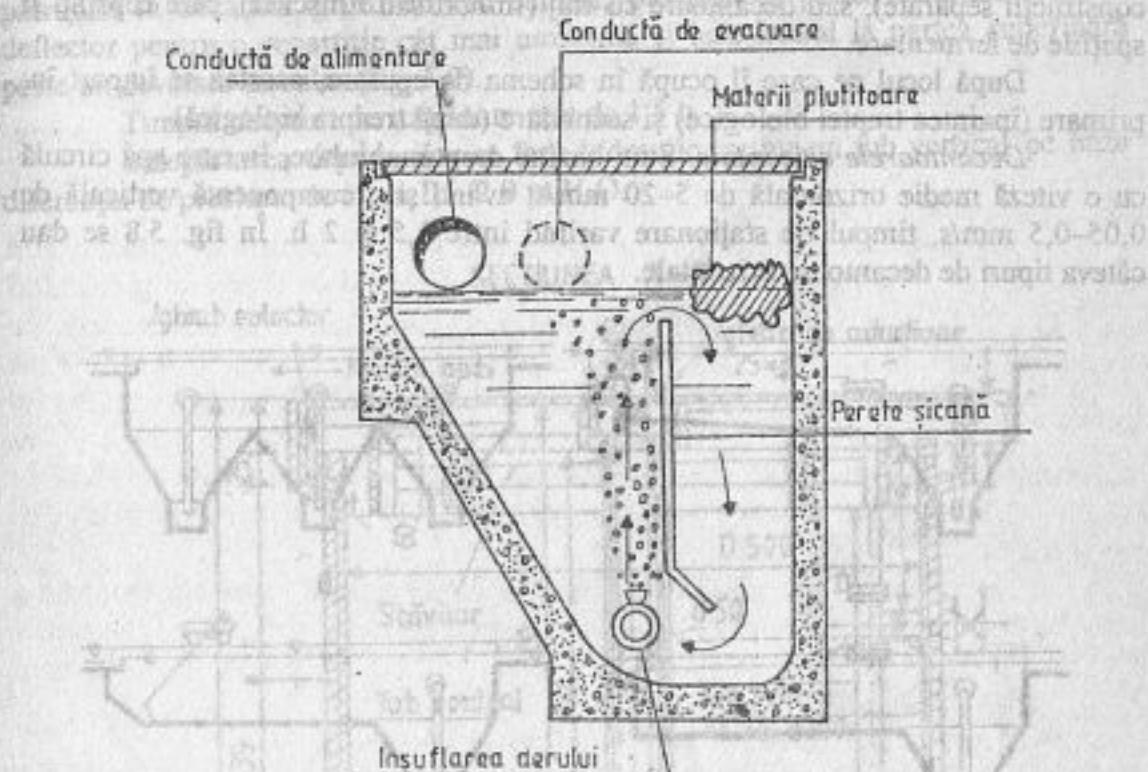


Fig. 5.7. Separator de grăsimi.

Normativul P 28-64 pentru proiectarea stațiilor de epurare mecanică prevede obligativitatea separatorului de grăsimi la stațiile ce deservește peste 50–60 000 locuitori, care au decantoare radiale și, în orice caz, la stațiile ce au și treaptă biologică.

Decantoarele. Sunt instalațiile în care sedimentează cea mai mare parte a substanțelor în suspensie din apele uzate.

După direcția de curgere a apei, decantoarele se împart în: orizontale și verticale.

După forma în plan, decantoarele pot fi: dreptunghiulare (mai rar pătrate) și circulare.

În mod uzual, la noi au căpătat denumirea de „decantoare orizontale” decantoarele cu circulație orizontală a apei și având forma dreptunghiulară; de

asemenea, se denumesc „decantoare radiale” decantoarele cu circulație orizontală a apei, dar având forma circulară.

Din punct de vedere al prelucrării nămolului reținut în decantoare, acestea se pot împărți în decantoare fără spațiu de fermentare (fermentarea se face în construcții separate), sau decantoare cu etaj (Imhoff sau Emscher), care cuprind și spațiile de fermentare.

După locul pe care îl ocupă în schema de epurare, acestea se împart în: primare (înaintea treptei biologice) și secundare (după treapta biologică).

Decantoarele orizontale. Sunt bazine dreptunghiulare, în care apa circulă cu o viteză medie orizontală de 5–20 mm/s, având și o componentă verticală de 0,05–0,5 mm/s, timpul de staționare variind între 1,5 și 2 h. În fig. 5.8 se dau câteva tipuri de decantoare orizontale.

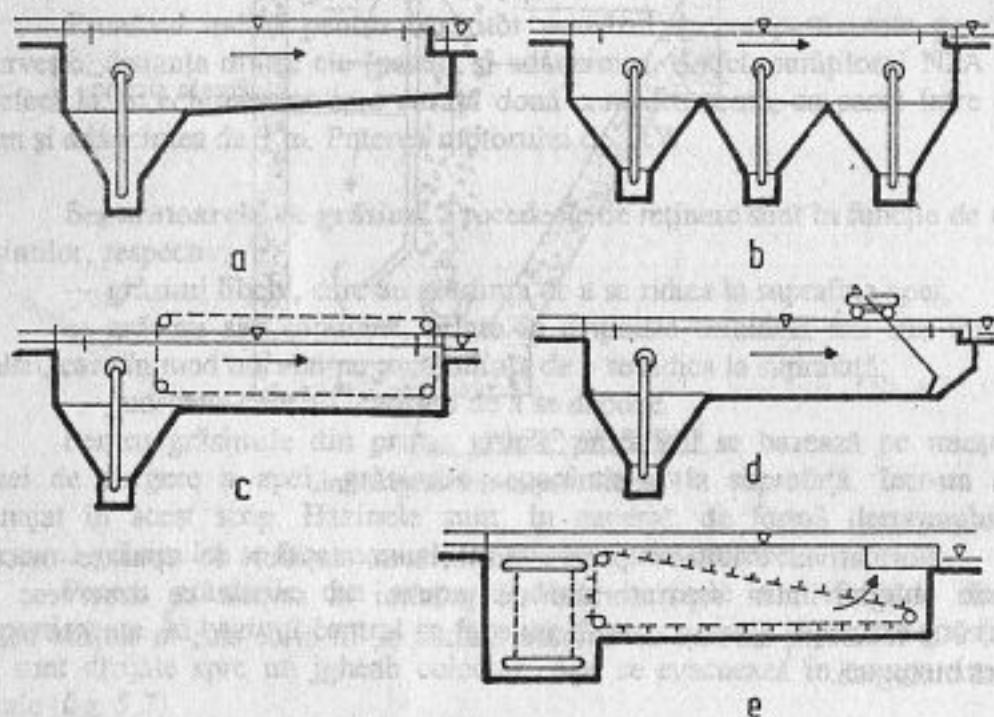


Fig. 5.8. Decantoare orizontale (scheme).

Colectarea depunerilor la pâlnia din capul amonte se face de câteva ori pe zi, pentru a împiedica fermentarea lor, folosindu-se mijloace hidraulice sau mecanice.

Pentru echiparea decantoarelor orizontale (longitudinale) primare I.S.L.G.C. a proiectat (Proiect M 1285) raclorul DLP, în mai multe tipodimensiuni, în funcție de lățimea podului, care este cuprinsă între 3 și 9 m. Astfel DLP-7 se

referă la raclorul cu lățimea de 7 m. Puterea de antrenare depinde de tipul raclorului și este cuprinsă între 0,32 și 0,5 kW.

Decantoarele verticale. Sunt bazine cu secțiune circulară, mai rar pătrată, în care apele circulă de jos în sus cu o viteză ascensională de circa 0,7 mm/s. Apa pătrunde în decantor printr-un tub central, prevăzut la partea inferioară cu un deflector pentru o repartizare cât mai uniformă și iese lateral la partea superioară peste un deversor circular (fig. 5.9).

Timpul obișnuit de staționare este de 1,5 h.

Îndepărtarea depunerilor se face hidraulic, printr-un tub vertical pe baza diferenței de presiune de circa 1,5–2,0 m H₂O.

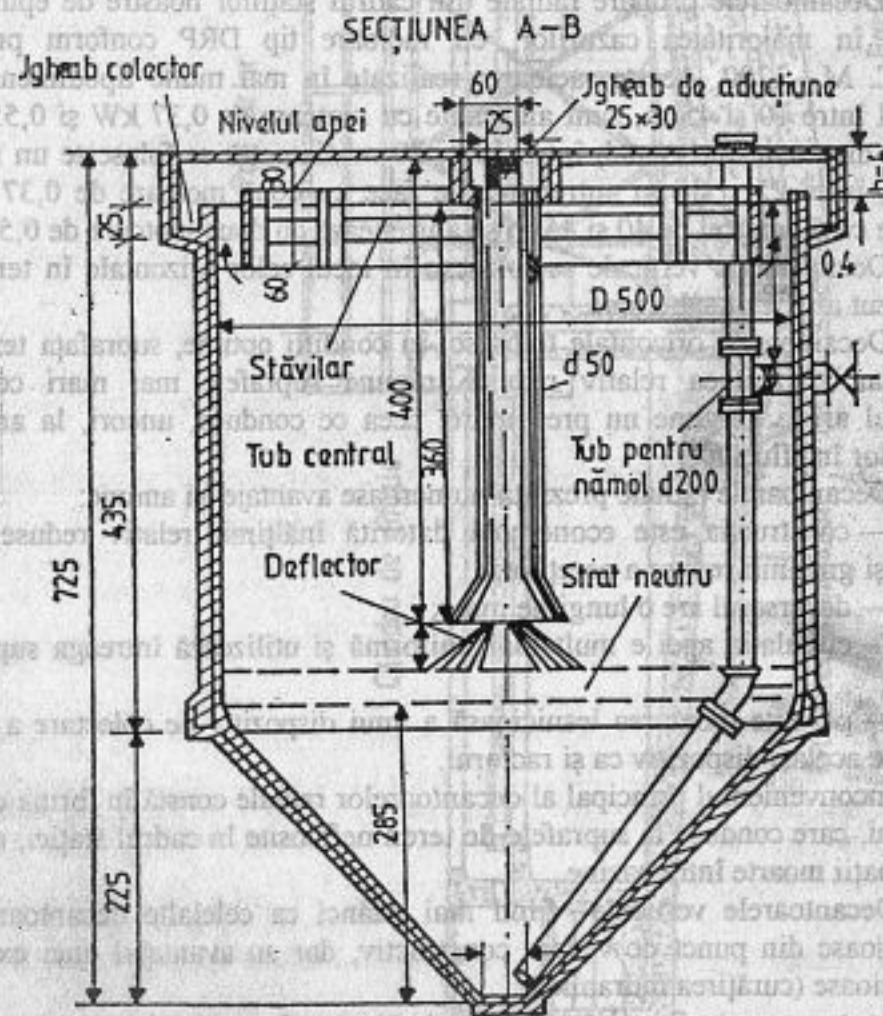


Fig. 5.9. Decantor vertical.

Decantoarele radiale. Sunt în prezent cele mai folosite pentru instalațiile mari. Sunt bazine cilindrice, cu adâncimea apei de 3–4 m, care se dimensionează pe baza timpului de staționare (1,5–2 h) și a încărcării superficiale (v. STAS 4162-82). Ele reprezintă un dispozitiv foarte rațional, în care apa circulă radial de la centru spre periferie, având progresiv viteze din ce în ce mai mici, pe măsură ce scad și dimensiunile particulelor care urmează a se depune (fig. 5.10).

Curățirea depunerilor se face printr-un pod raclor rulant, cu răzuitoare de fund, care conduce nămolul spre bașa centrală, de unde este evacuat prin pompă. Mișcarea podului este continuă sau intermitentă. Mecanismul de comandă a raclorului poate fi central sau periferic.

Decantoarele primare radiale din cadrul stațiilor noastre de epurare sunt echipate, în majoritatea cazurilor, cu racloare tip DRP conform proiectului I.S.L.G.C. M-1200. Aceste racloare, realizate în mai multe tipodimensiuni, cu diametrul între 10 și 45 m, sunt antrenate cu motoare de 0,37 kW și 0,55 kW, în raport cu dimensiunea. Astfel, între 10 și 20 m diametru se folosește un motor de 0,37 kW, între 25 și 35 m antrenarea se face cu două motoare de 0,37 kW, iar racloarele cu diametrul de 40 și 45 m se antrenează cu două motoare de 0,55 kW.

Decantoarele verticale se folosesc în locul celor orizontale în terenuri cu nivel scăzut al apelor subterane.

Decantoarele orizontale folosesc, în condiții optime, suprafața teritoriului stației, dar adâncimea relativ redusă impune suprafețe mai mari construite. Deversorul are o lungime nu prea mare, ceea ce conduce, uneori, la antrenarea suspensiilor în efluent.

Decantoarele radiale prezintă numeroase avantaje, și anume:

- construcția este economică datorită înălțimii relativ reduse, formeii circulare și grosimii reduse a pereților;
- deversorul are o lungime mare;
- circulația apei e mult mai uniformă și utilizează întreaga suprafață a bazinului;

— permite montarea lesnicioasă a unui dispozitiv de colectare a spumei, acționat de același dispozitiv ca și raclorul.

Inconvenientul principal al decantoarelor radiale constă în forma circulară a bazinului, care conduce la suprafețe de teren nefolosite în cadrul stației, deoarece implică spații moarte între bazine.

Decantoarele verticale – fiind mai adânci ca celelalte decantoare – sunt dezavantajoase din punct de vedere constructiv, dar au avantajul unei exploatare mai lesnicioase (curățirea hidrolică).

Pentru corecta funcționare și exploatare a decantoarelor, acestea trebuie echipate cu instalații corespunzătoare pentru:

- distribuția egală a debitului total între bazinele de decantare;

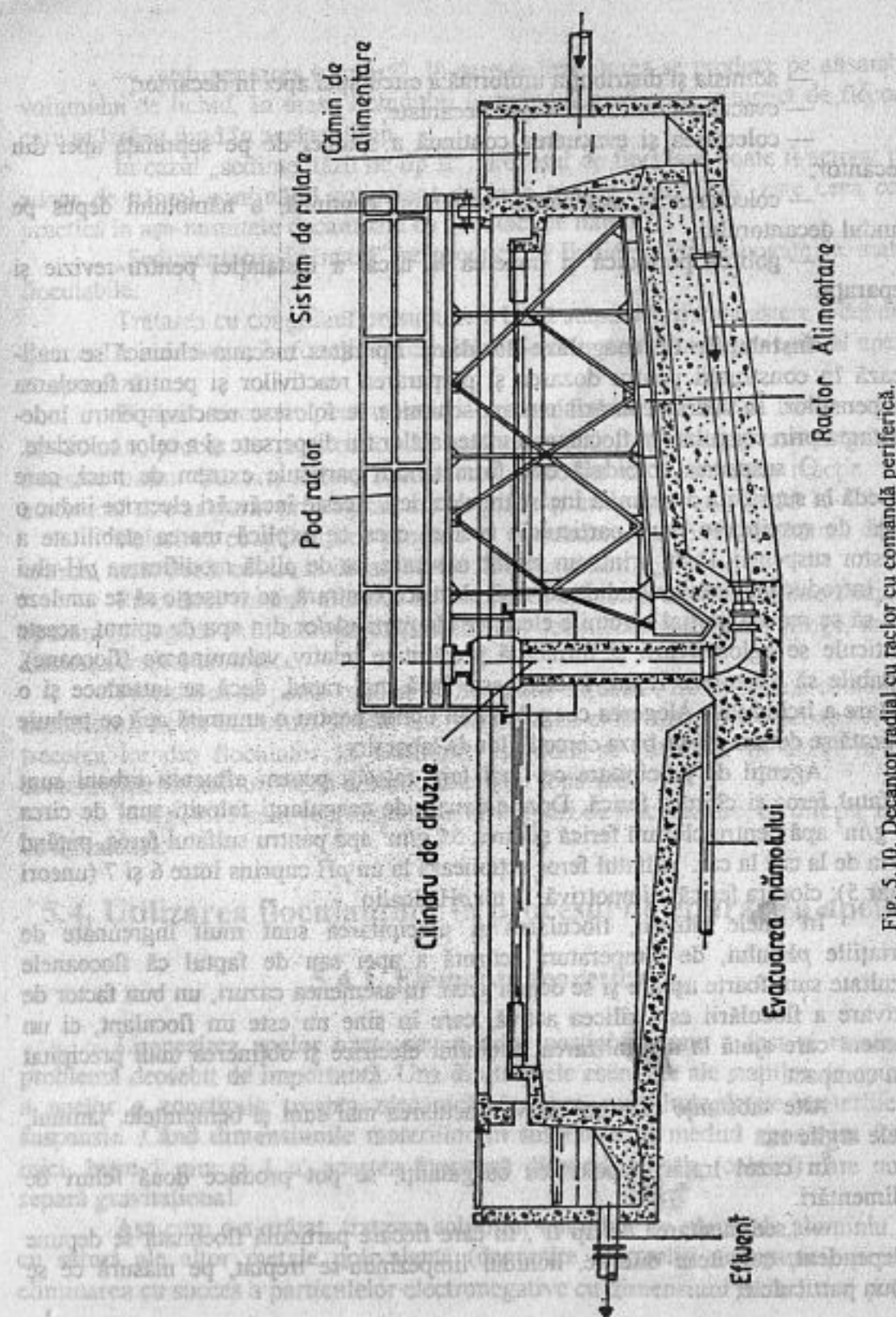


Fig. 5.10. Decantor radial cu raclor cu comandă periferică.

- admisă și distribuția uniformă a circulației apei în decantor;
- evacuarea uniformă a apei decantate;
- colectarea și evacuarea continuă a spumei de pe suprafața apei din decantor;
- colectarea și evacuarea, preferabil continuă, a nămolului depus pe fundul decantorului;
- golirea periodică și punerea la uscat a instalației pentru revizie și reparații.

Instalațiile de coagulare-floculare. Epurarea mecano-chimică se realizează în construcții pentru dozarea și prepararea reactivilor și pentru flocularea suspensiilor. În cadrul epurării mecano-chimice se folosesc reactivi pentru îndepărtarea prin coagulare și floculare a materialelor fin dispersate și a celor coloidale.

O suspensie coloidală este formată din particule extrem de mici, care posedă la suprafață o anumită încărcare electrică. Aceste încărcări electrice induc o forță de respingere între particulele vecine, ceea ce explică marea stabilitate a acestor suspensii. Dacă printr-un mijloc oarecare, ca de pildă modificarea pH-ului sau introducerea unui coloid de sarcină electrică contrară, se reușește să se anuleze sau să se reducă parțial sarcinile electrice ale particulelor din apa de epurat, aceste particule se aglomerează și formează precipitate relativ voluminoase (flocoane), capabile să decanteze rapid. Efectul este încă mai rapid, dacă se introduce și o agitare a lichidului. Alegerea coagulantului optim pentru o anumită apă ce trebuie epurată se determină pe baza cercetărilor de laborator.

Agenții de precipitare cei mai larg folosiți pentru efluenții urbani sunt sulfatul feros și clorura ferică. Dozele uzuale de coagulanți folosiți sunt de circa 35 g/m³ apă pentru clorura ferică și circa 55 g/m³ apă pentru sulfatul feros, putând varia de la caz la caz. Sulfatul feros acționează la un pH cuprins între 6 și 7 (uneori chiar 5); clorura ferică, dimpotrivă, la un pH alcalin.

În unele situații, flocularea și precipitarea sunt mult îngreunate de variațiile pH-ului, de temperatura scăzută a apei sau de faptul că flocoanele rezultate sunt foarte ușoare și se depun greu. În asemenea cazuri, un bun factor de activare a floculării este silicea activă, care în sine nu este un floclant, ci un element care ajută la neutralizarea sarcinilor electrice și obținerea unui precipitat mai compact.

Alte substanțe care pot activa flocularea mai sunt și bentonitele, taninul, unele argile etc.

În cazul tratării apelor cu coagulanți, se pot produce două feluri de sedimentări:

- „sedimentarea de tip II”, în care fiecare particulă floconată se depune independent, cu viteze diferite, lichidul limpezindu-se treptat, pe măsură ce se depun particulele;

— „sedimentarea în masă”, în care sedimentarea se produce pe ansamblul volumului de lichid, în masa lichidului formându-se un strat compact de flocoane care se lasă la fund în același timp.

În cazul „sedimentării de tip II”, procesul de floculare poate fi activat prin adaos de nămol conținând coagulant de la o tratare anterioară; este ceea ce se practică în așa-numitele decantoare cu „contact de nămol”.

„Sedimentarea în masă” se produce la lichidele foarte bogate în materii floculabile.

Tratarea cu coagulant presupune o bună stăpânire și cunoaștere a debitelor tratate. De asemenea, în funcție de coagulant, este necesar un anumit pH al apei ce se epurează.

Timpul necesar pentru reacția coagulantului cu apele uzate este de 10–20 min, proces ce se produce în bazine speciale, cu șicane, care asigură un amestec intim. Uneori, aceste bazine sunt înlocuite cu camere de reacție, unde amestecul este asigurat prin agitatoare cu palete și unde apa staționează 15–30 min.

Folosirea coagulanților produce în decantoare un volum de nămol de 2–3 ori mai mare decât cel de la decantoarele fără coagulant.

Procedeul tratării chimice se înscrie ca eficiență între decantare simplă și epurare biologică. Prin adăugarea procedurii dezinfectării se poate atinge, uneori, eficiența treptei biologice.

Flocularea se poate realiza fie în bazine separate, fie în bazine comune cu decantorul. Acest din urmă sistem are avantajul că evită spargerea flocoanelor prin trecerea lor din floclator în decantor, așa cum se întâmplă în cazul în care construcțiile floclatorului și decantorului sunt separate.

În fig. 5.11 sunt reprezentate câteva tipuri de floclatoare, cu diferite tipuri de agitatoare.

5.4. Utilizarea floclanților în procesul de epurare a apelor

5.4.1. Elemente teoretice

Limpezirea apelor uzate sau a celor parțial epurate a fost și rămâne o problemă deosebit de importantă. Una din treptele esențiale ale stațiilor de epurare a apelor o constituie treapta mecanică, în care sunt îndepărtate materiile în suspensie. Când dimensiunile materiilor în suspensie în mediul apos sunt foarte mici, între 1 mm și 1 μ , acestea formează dispersii stabile (coloizi) care nu se separă gravitațional.

Așa cum s-a arătat, tratarea soluțiilor coloidale cu săruri de aluminiu sau cu săruri ale altor metale polivalente (denumite electroliți anorganici) permite eliminarea cu succes a particulelor electronegative cu dimensiuni între 1 mm și 1 μ ,

dar nu și a fracției de particule foarte fine, cu dimensiuni sub 1μ . Fracția de particule foarte fine poate fi eliminată numai prin utilizarea unui polielectrolit organic (floculant) în același timp cu coagulantul anorganic. În acest caz, polielectrolitul organic a fost denumit adjuvant de coagulare.

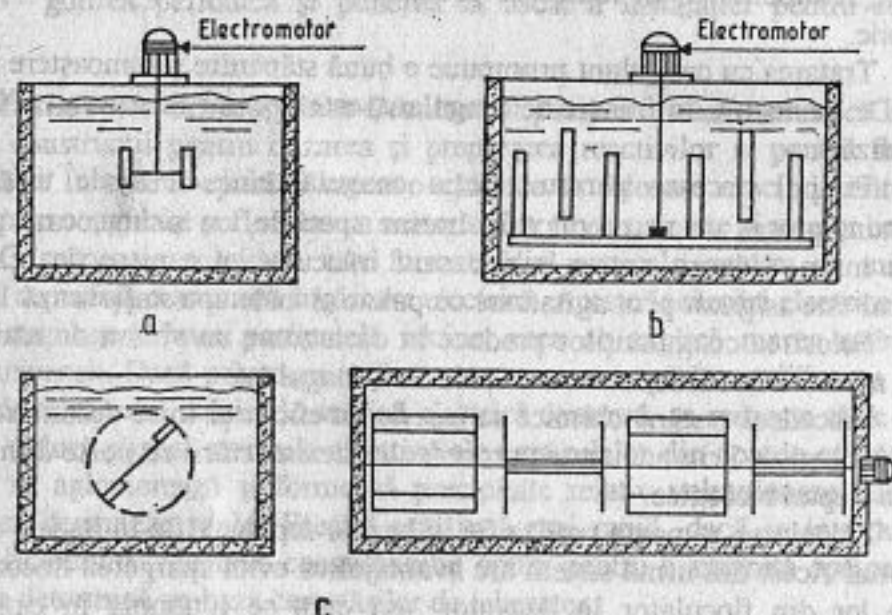


Fig. 5.11. Tipuri de floculatoare:
a, b - cu ax vertical; c - cu ax orizontal.

Termenul de *polielectrolit* se referă la polimeri organici care în mediu apos formează ioni cu un număr mare de sarcini electrice distribuite în diferite poziții ale structurii moleculare (de obicei în catena laterală). Polielectrolitii, deci, cuprind polimerii organici anionici și cei cationici, dar nu și pe cei neionici. Polielectrolitii anionici conțin în molecula lor (în catena laterală) grupe carboxil, de anhidridă a acizilor carboxilici sau săruri ale acestor acizi, iar cei cationici conțin nuclee piridinice sau altă formă similară a azotului, ca de exemplu amoniu cuaternar. Polimerii conținând în catena laterală doar o grupare carboxil, amidă, de pirolidină, hidroxi, hidroxialchileter și/sau o grupare alcoxi, sunt polimeri neionici.

Întrucât la coagularea cu electroliți anorganici, aglomerarea particulelor în suspensie se realizează prin anularea forțelor de respingere, respectiv prin neutralizarea sarcinilor negative ale suspensiilor cu sarcinile pozitive ale electrolitului, necesarul de electrolit este direct legat de încărcarea electrică a dispersiei, respectiv de conținutul de materii în suspensie. Agregatele formate sunt de dimensiuni mai

mari decât cele ale suspensiilor inițiale, dar neuniforme și insuficient de mari pentru a se separa gravitațional cu o viteză acceptabilă din punct de vedere practic (câteva ore).

Agregarea particulelor disperse (fie sub formă de suspensii, dar mai ales ca hidroxid de aluminiu) se poate realiza cu ajutorul polimerilor organici, care asigură atât neutralizarea sarcinilor electrice cât și, mai ales, crearea unor punți de legătură („bridging”) între particule. Cum cei mai eficienți polimeri sunt cei cu greutate moleculară mare (de ordinul a zeci de mii, până la milioane), agregatele formate sunt de dimensiuni mari (câțiva mm) și aproximativ uniforme, permițând realizarea unei decantări rapide (15–60 minute). Consumul de polimer în acest caz este independent de încărcarea electrică a dispersiei, respectiv de conținutul de materii în suspensie.

Fenomenul de agregare a particulelor disperse ca urmare a interacțiunii polimerilor organici, de obicei, se numește *floculare*, iar agregarea prin distrugerea stabilității sistemului ca urmare a unui electrolit anorganic, *coagulare*. Spre deosebire de agregatele compacte, care se formează la coagulare, agregatele mari (flocoanele), care se formează ca rezultat al floculării, prezintă un grad mare de afânare. Flocularea este, de regulă, un proces ireversibil: în acest caz nu este posibil ca prin micșorarea conținutului de reactiv (de aglomerare) din soluție să se realizeze peptizarea, adică redispersarea suspensiei, așa cum se întâmplă la coagulare.

5.4.2. Elemente practice

Coagularea dă rezultate bune când sunt respectați următorii parametri de proces:

- doza optimă de coagulant (ce se stabilește experimental, în funcție de conținutul de materie în suspensie, de substanțe organice dizolvate, de tăria ionică a apei);
- asigurarea pH-ului optim de precipitare a coagulantului (în cazul sulfatului de aluminiu, pH-ul optim teoretic este de 5,3–5,8; practic, însă, poate fi mai mare, depinzând de caracteristicile apei de tratat). Și acest parametru trebuie stabilit experimental.

Succesul floculării este dependent, de asemenea, de respectarea unor elemente esențiale, și anume:

- selecția floculantului;
- utilizarea dozei optime din punct de vedere tehnico-economic;
- respectarea tehnologiei de utilizare.

Selecția floculantului. Așa cum s-a menționat, floculanții utilizați în prezent sunt polimeri organici, care din punct de vedere al încărcării electrice sunt: anionici, cationici, neionici.

În cazul epurării apelor uzate, se utilizează, în general, polimeri cationici sau neionici.

În cazul tratării nămolurilor din stația de epurare, se utilizează, cu predilecție, polimeri cationici.

Polimerii organici, la rândul lor, pot fi naturali, naturali prelucrați chimic sau sintetici.

Cei mai comercializați sunt polimerii sintetici, datorită posibilităților de fabricare mai avantajoasă, determinate de materiile prime (monomerii) inepuizabile, controlul mai eficient al sintezei, cu posibilități de diversificare foarte mare a gamei de produse și de obținere a unor polimeri cu proprietăți floculante superioare produselor naturale.

Produsele de sinteză, însă, au un conținut de substanță activă (polimer activ) ce poate varia de la câteva procente la 100%.

Substanța inactivă, de obicei monomer, la care se mai adaugă produșii de depolimerizare, în timp, a însuși polimerului, au efecte nedorite (toxice) asupra consumatorilor și a râului receptor. De aceea există țări, ca de exemplu Elveția, care au legiferat neutilizarea polimerilor de sinteză la tratarea apei în scop potabil. Se acceptă numai polimerii naturali sau naturali prelucrați chimic, fără reamnență de monomeri, netoxici și biodegradabili. Dintre polimerii naturali sunt de amintit cei din produse vegetale (derivații de amidon, de celuloză, de glucoză), din fructe sau deșeuri de fructe (derivați ai pectinei), din culturi algale sau microbiene (biopolimeri).

În cazul epurării apelor uzate trebuie acceptați floclanți netoxici - biodegradabili, fără reamnență de monomeri.

În ceea ce privește tratarea nămolurilor din stația de epurare cu floclanți, tratare care ajunge la doze de ordinul sutelor de grame de polimer la metru cub de nămol, aceasta trebuie privită cu multă atenție, în sensul utilizării numai a unor floclanți biodegradabili, atestați de un laborator de specialitate din țară. Furnizorul însă trebuie să asigure metoda de determinare analitică a substanței active.

La selecția floclanților trebuie ținut seama și de faptul că mulți dintre aceștia nu sunt activi la temperaturi joase ale apei (sub 10...15 °C).

De asemenea, trebuie ținut cont că în timp polimerii se inactivează, deci furnizorul trebuie să precizeze data de fabricație a produsului și timpul la care începe inactivarea.

Utilizarea dozei optime din punct de vedere tehnico-economic. Doza optimă tehnico-economic este doza minimă cu efecte favorabile maxime și pentru fiecare tip de apă se stabilește în mod experimental.

Atunci când floclantul se utilizează ca adjuvant de coagulare, dozele corect stabilite permit:

- reducerea cu 20-50% a necesarului de coagulant față de folosirea singulară, cu obținerea unei calități superioare a apei tratate, determinată de o

reamnență mult diminuată a ionului Al^{3+} în apa tratată (care în cazul apei potabile este de mare importanță, deoarece aluminului i se atribuie apariția bolilor gastrice - ulcer, la consumatori);

- utilizarea unor doze foarte mici de adjuvant de coagulare (0,1-3 mg/l), paralel cu scăderea dozei de agent de coagulare, determină costuri ale reactivilor egale sau mai scăzute decât în varianta clasică;

- formarea de nămoluri cu caracteristici de decantare sau filtrabilitate mult îmbunătățite.

Când floclantul se utilizează la tratarea nămolurilor din stația de epurare, se obțin efecte ca:

- reducerea până la eliminarea completă a utilizării sărurilor anorganice, pentru condiționare - îngroșare;

- eliminarea unui procent mai mare de apă din nămol, la îngroșare;

- obținerea unui nămol îngroșat, cu caracteristici de filtrabilitate mult îmbunătățite.

Respectarea tehnologiei de utilizare a floclantului. Tehnologia de utilizare cuprinde:

- dizolvarea și/sau diluarea la concentrația de utilizare, de 0,1-0,5%, exprimată în substanță activă;

- modul de adăugare în apa de tratat (continuu sau în șarje);

- ordinea adăugării, atunci când se utilizează ca adjuvant de coagulare;

- condițiile de amestec și reacție, respectiv de decantare sau filtrare.

Toate aceste elemente fie sunt precizate de furnizorul de produs, fie se stabilesc în mod experimental, cu excepția condițiilor de dizolvare, care trebuie specificate în fișa produsului.

În multe cazuri, utilizarea industrială a floclanților a dus la eșecuri din cauza neasigurării unuia dintre parametrii tehnologiei de utilizare.

Respectarea tehnologiei de utilizare este dependentă și de utilajele și echipamentele folosite. În țările cu tradiție în utilizarea floclanților, aceste utilaje și echipamente sunt ceva mai bine puse la punct. Este vorba, în primul rând, de echiparea bazinelor de dizolvare, a sistemelor dozatoare și a automatizării procesului de dozare a introducerii floclanților în apa de tratat. De asemenea, a sistemelor de amestec rapid a floclanților cu apa de tratat.

5.5. Exploatarea treptei de epurare mecanică

Pentru a realiza o îndepărtare corespunzătoare a impurităților în treaptă de epurare mecanică precum și în celelalte trepte de epurare, trebuie ca echipamentele, utilajele și construcțiile să fie exploatate și întreținute în mod adecvat.

5.5.1. Exploatarea grătarelor și a dispozitivelor de fărâmițare

Exploatare și întreținere. Materialele reținute pe grătare se pot îndepărta manual sau mecanic. În situația *grătarelor rare*, înlăturarea, o dată pe zi, a deșeurilor colectate este suficientă în mod normal pe timp uscat. În cazul debitelor mari, în timpul averselor poate ajunge, însă, la grătare o mare cantitate de material grosier, care trebuie înlăturată la intervale mai mici. Deseori acest material colectat poate fi spălat bine și transportat în locul unde se evacuează gunoaiile orașului.

Materialele reținute pe *grătarele dese* trebuie înlăturate după necesitate, pentru a preveni îngreunarea curgerii libere a apei uzate prin canal: ar fi necesar ca această operație să fie făcută de 3–5 ori pe zi. Dacă depunerile sunt îndepărtate mecanic, mecanismul trebuie să intre în funcțiune des, sau chiar să funcționeze continuu, pentru a nu se produce înfundări consistente, care ar putea produce blocări.

Materialele înlăturate mecanic de pe barele grătarului trebuie depozitate direct în containere pentru evacuare; de cele mai multe ori, sunt depozitate pe o platformă drenantă, unde se scurg înainte de a fi transportate în locul final destinat. Pentru o manevră mai puțin supărătoare, materialele reținute pe grătare se spală cu furtunul în scopul înlăturării substanțelor organice.

Deoarece *sitele* sunt prevăzute cu mecanisme de îndepărtare a depunerilor cu funcționare continuă, depunerile sunt evacuate în mod permanent într-un jgheab alăturat, de unde sunt transportate mai departe, așa cum s-a arătat mai sus la materialele reținute pe grătare.

Mecanismele, lanțurile, pinioanele și toate celelalte piese mobile, în cazul curățirii mecanice, necesită ungerea și reglarea în conformitate cu instrucțiunile date de furnizor.

Multe stații sunt echipate și în prezent cu *dispozitive mecanice pentru fărâmițare* sau zdrobirea materialelor reținute pe grătare.

În cele mai multe stații, dispozitivele de fărâmițare (dezintegrare) sunt, în principiu, alcătuite dintr-un cilindru cu fante care se învârt, materialele care au trecut prin fante fiind tocate în bucăți mici. În alte stații, grătarele sunt înlocuite cu așa-numitele grătare tăietoare (cominutoare), care macină tot materialul adus de apele uzate și îl trimit în instalațiile următoare. Ca toate sistemele mecanice, dispozitivele de fărâmițat trebuie unse și întreținute în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare. Suprafețele de tăiere trebuie ascuțite, iar jocurile pieselor necesită o reglare periodică. Pietrele, bucățile de metal, bețele și alte materiale trebuie îndepărtate ori de câte ori sunt observate, deoarece dacă intră în aceste instalații le pot degrada. Se recomandă spălarea frecventă, cu un jet de apă, a tuturor podelelor și pereților, pentru menținerea curățeniei și pentru evitarea mirosurilor neplăcute și a muștelor.

Deranjamente în exploatare. Acestea se produc în special la grătarele cu curățire mecanică și la site. Deoarece majoritatea grătarelor nu sunt prevăzute cu dispozitive automate de deblocare a greblei, este necesară supravegherea continuă a acestora. În cazul blocării, se oprește mecanismul, se curăță manual grătarul, se verifică dacă nu s-au produs și alte defecțiuni și se pornește din nou. În ceea ce privește sitele, blocarea se poate produce, în special, la părțile care se mișcă sub apă; sita propriu-zisă nu se poate bloca. Pentru deblocare trebuie oprit mecanismul.

În cazul dezintegratoarelor, așa cum s-a arătat mai sus, este posibilă blocarea și degradarea acestor instalații din cauza ajungerii între dinți sau lamele a unor corpuri dure. În asemenea situații, se oprește utilajul, se curăță, se înlocuiesc piesele defecte, se ascut piesele de tăiat și se reglează distanța dintre acestea.

Determinări și înregistrări. Se urmărește și se înregistrează zilnic:

- cantitatea de substanțe reținute, în m^3/zi ;
- defecțiunile și cauzele, precum și măsurile luate;
- materialele și energia consumată.

5.5.2. Exploatarea deznisipatoarelor

Exploatare și întreținere. Cu toate că înlăturarea nisipului este o operație simplă, fără complicații, controlul său efectiv cere pricepere și ingeniozitate din partea unui operator, bine pregătit și familiarizat cu particularitățile sistemului de canalizare și cu caracteristicile apelor uzate respective.

Materialele care se rețin în principal în deznisipator sunt: nisipul, praful, pietrele, cenușa și alte materiale minerale grele; acestea sunt denumite, generic, „nisip”. Dacă reținerea este corespunzătoare, nisipul trebuie să conțină puține substanțe organice și, în acest caz, poate fi folosit după o spălare prealabilă ca material de umplutură în vecinătatea stației.

Înlăturarea acestui material din apele uzate are ca scop:

- împiedicarea acțiunii abrazive asupra utilajului mecanic, cum ar fi rotoarele pompelor, presetupele, mecanismele proprii fiecărei instalații etc.;
- reducerea pericolelor de înfundare a unor instalații din stația de epurare, cum ar fi conductele, bazinele de decantare etc.;
- simplificarea evacuării și transportului nămolului primar.

Particulele care alcătuiesc nisipul variază în limite foarte largi în ceea ce privește dimensiunile și caracteristicile fizice generale.

Înlăturarea nisipului se poate face manual și mecanic.

Evacuarea manuală a nisipului este, de obicei, folosită la stațiile de epurare mici. În aceste situații, deznisipatoarele constau în două canale paralele, care au, de regulă, la capătul aval dispozitive pentru menținerea constantă a unei

viteze de 0,3 m/s. În secțiune transversală, canalele au formă parabolică sau trapezoidală. La partea de jos au un jgheab plin cu pietriș, legat de o conductă de evacuare, prin care se descarcă apa uzată în momentul curățirii nisipului. Pentru curățire se scoate un canal din funcțiune și se înlătură nisipul cu găleți și roabe, utilizând lopețile.

Pentru curățirea manuală se efectuează următoarele operații:

- se măsoară grosimea stratului de nisip și se localizează nisipul depus;
- se scoate din circuit compartimentul la care adâncimea nisipului a atins limita prescrisă de proiectant pentru curățire; la scoaterea din circuit a unui compartiment se introduce în circuit un alt compartiment, care a fost curățat anterior;

- se golește de apă compartimentul oprit prin deschiderea vanei de pe conducta de descărcare; de obicei, apa se introduce în stație;

- se evacuează nisipul din compartiment cu lopețile și se transportă la locurile de depozitare;

- se spală cu apă curată sau epurată prin stație, compartimentul curățat și se închide vana de pe conducta de evacuare;

- se determină conținutul de material volatil în probe de nisip recoltate din nisipul evacuat; în cazul în care se găsește un procentaj mai mare de material organic, se iau măsuri de remediere (v. în continuare);

- se controlează dacă nu există cantități neobișnuite de nisip depus în instalațiile care urmează deznisipatorului; în cazul în care se remarcă prezența unor cantități mari de nisip, se înlătură acestea și se iau măsuri de prevenire a situației (v. în continuare);

Evacuarea mecanică a nisipului se realizează la stațiile de epurare de mare capacitate. Și în acest caz deznisipatoarele constau din două sau mai multe canale, care asigură uneori și reglarea vitezei în conformitate cu variațiile de debit, în special în cazul sistemelor de canalizare unitare. Nisipul este înlăturat în mod continuu cu utilaje mecanice, fie în bazine alăturate deznisipatorului, fie în vagoneți cu ajutorul cărora este transportat în locurile de depozitare.

Utilajul mecanic cel mai des folosit este hidroelevatorul.

Curățirea mecanică se realizează conform următoarelor operații:

- se întreține utilajul mecanic, în conformitate cu indicațiile de detaliu date de furnizor;

- se spală zilnic utilajul mobil;

- se golește fiecare instalație cel puțin o dată pe an, în perioada când nisipul adus de apa uzată este în cantitate mai mică; se examinează utilajele mecanice care au funcționat sub apă și eventual se repară, se reglează etc.

Deranjamente în exploatare. Acestea se produc din mai multe motive.

Substanțe organice în exces în nisipul depus. Cauza: viteza apei este prea mică și timpul de trecere prin deznisipator prea mare.

Prevenirea și remedierea se realizează astfel:

- se micșorează numărul de compartimente în funcțiune;
- se reduce secțiunea de scurgere, prin așezarea unor scânduri, cărămizi sau alte materiale în lungul compartimentelor;
- se micșorează lungimea compartimentelor prin mutarea deversorului;
- se micșorează nivelul apei în compartiment, prin modificarea poziției deversorului la ieșire.

Prezența, în cantitate mare, a nisipului în instalațiile de după deznisipator. Cauza: viteza apei este prea mare prin deznisipator și timpul de trecere prea mic.

Prevenirea și remedierea se realizează astfel:

- se mărește numărul de compartimente în funcțiune;
- se înlătură mai des nisipul depus;
- se mărește secțiunea transversală a canalelor;
- se construiesc compartimente suplimentare.

Determinări și înregistrări. Pentru buna funcționare a deznisipatorului se urmăresc:

- cantitatea de nisip evacuat zilnic sau cantitatea de nisip evacuat, raportată la debitul de apă trecut prin stație;
- numărul compartimentului golit și timpul necesar pentru golire;
- conținutul în material volatil al nisipului depus;
- materiale, energie etc. consumate pentru întreținerea și exploatarea utilajelor;
- reparații efectuate.

5.5.3. Exploatarea separatoarelor de grăsimi

Exploatare și întreținere. Uleiurile, grăsimile și alte substanțe mai ușoare decât apa se îndepărtează în separatoarele de grăsimi, ca urmare a fenomenului de flotare. Pentru o bună exploatare și întreținere a acestor obiecte din stațiile de epurare se aplică următoarele operații:

- se îndepărtează continuu materialele colectate la suprafața lichidului în separator (spuma);

- se verifică permanent dacă dispozitivele de colectare și evacuare nu antrenează și cantități mari de apă;

- se curăță zilnic cu ajutorul jetului de apă și al periei toate părțile accesibile ale separatorului și, în special, dispozitivele de colectare a spumei;

— se supraveghează instalația de distribuție a aerului în scopul obținerii unei distribuții cât mai bune a acestuia;

— se supraveghează instalația de adaos de clor gazos și se verifică dacă se introduc cantitățile în conformitate cu proiectul;

— se scoate din circuit din timp în timp separatorul pentru curățirea și spălarea pereților, radierului;

— se urmărește, în mod special iarna, menținerea în perfectă stare de curățenie a muchiilor deversoare și a jgheaburilor de colectare a grăsimilor.

Deranjamente în exploatare. Acestea se produc din mai multe motive.

Colmatarea dispozitivelor de distribuție a aerului. Cauza: depuneri de nămol în orificiile dispozitivelor de distribuție.

Remediarea se realizează prin: oprirea separatorului și curățirea dispozitivelor de distribuție, sau, în unele cazuri, cum sunt cele în care se utilizează plăci poroase, prin înlocuirea plăcilor poroase înfundate. Localizarea dispozitivelor de distribuție defecte se face prin urmărirea zonelor în care lichidul este mai puțin agitat.

Blocarea dispozitivelor de manevră a jgheaburilor sau a conductelor găurite de colectare a grăsimilor. Cauza: necurățirea la timp a acestor dispozitive.

Remediarea constă în curățirea ritmică a accesoriilor de îndepărtare a materialului colectat la suprafața lichidului.

La unele deznisipatoare, jgheaburile de colectare a grăsimilor sunt așezate pe niște plutitori reglabili, astfel încât muchia deversoare poate fi scufundată în funcție de cantitatea de apă cu grăsimi care se dorește să se evacueze. Și la aceste tipuri de instalații defecțiunile – submersia mai mare sau mai mică – sunt din cauza fie a unei blocări a conductei flexibile de legătură cu puțul de colectare a grăsimilor, fie a depunerilor ce se formează pe jgheaburi. Cu toate că această instalație ar trebui să funcționeze automat, totuși o supraveghere a ei este indicată.

Determinări și înregistrări. Pentru urmărirea funcționării separatorului se determină și se înregistrează:

— cantitatea de grăsime reținută, în m^3/zi ;

— cantitățile de aer și de clor utilizate, în m^3/s ;

— deficiențe, cauze, remediere, energie consumată.

5.5.4. Exploatarea decantoarelor

Decantarea apelor uzate este influențată de concentrația și vârsta lor, precum și de densitatea, forma și dimensiunile particulelor. Astfel, apele uzate concentrate decantează mai repede decât cele diluate; pe de altă parte, apele uzate

intrate în fermentație decantează mai lent decât apele proaspete, deoarece pe de o parte, dimensiunile particulelor sunt reduse ca urmare a degradării biologice, pe de altă parte tind să rămână în suspensie fiind antrenate de gazele care se ridică din nămolul de la fundul bazinului către suprafața apei. O particulă densă decantează mai ușor decât una mai ușoară; o particulă cu o suprafață mare, în raport cu greutatea sa, decantează mai lent decât una cu suprafață mică; o particulă cu o formă neregulată este supusă unei forțe de frecare mai mari și se decantează mai lent decât o particulă de formă regulată.

Particulele granulare (nisipul) sedimentează cu o viteză constantă, independent unele de altele și fără a-și schimba dimensiunea, forma și greutatea. Flocoanele (materii organice în suspensie, precipitate obținute prin coagulare, microorganisme asociate etc.) tind să se aglomereze în timpul sedimentării, schimbându-și dimensiunea, forma și densitatea relativă. Aglomerările de flocoane sedimentează, de obicei, mai repede decât flocoanele individuale.

Cu cât o suspensie este lăsată să decanteze un timp mai îndelungat, cu atât supernatantul va conține mai puține particule. Cu toate acestea, perioadele lungi de sedimentare nu conduc întotdeauna la creșterea gradului de înlăturare a solidelor sedimentabile, mai ales în situațiile în care acestea sunt formate din nămol organic, care după un anumit timp fermentează.

Indiferent de tipul constructiv al decantorului, eficiența de decantare este influențată de modul în care apa este alimentată și repartizată în decantor, precum și de evacuarea acesteia. Pentru aceasta, decantoarele sunt prevăzute cu dispozitive de repartizare a apei uzate cât mai uniform în bazin, pereți găuriți, deflectoare etc. În același timp, ieșirea apei din decantoare trebuie să se facă cât mai uniform, în aceste scop prevăzându-se deversoare, de multe ori cu muchie metalică în dinți de ferăstrău. Pentru a obține o bună eficiență, este nevoie ca deversorul să fie perfect orizontal, astfel încât evacuarea apei să se facă uniform. În acest scop, deversoarele se fac cu lamă reglabilă.

De asemenea, toate decantoarele sunt prevăzute cu dispozitive de colectare a spumei, a substanțelor plutitoare; la cele cu racloare, dispozitivele sunt anexe ale acestora, evacuarea făcându-se în mod automat, din timp în timp.

Exploatare și întreținere. Decantoarele și toate instalațiile mecanice trebuie inspectate de câteva ori în cursul fiecărui schimb. Utilajul de evacuare a nămolului, dispozitivele de înlăturare a produselor plutitoare și pompele trebuie controlate din punct de vedere al funcționării, iar suprafața apei se ține mereu sub observație. Nămolul plutitor sau abundența bulelor de gaz sunt indicii că funcționarea utilajului sau mersul procesului de decantare sunt defectuoase.

Decantoarele de aceeași dimensiuni au eficiența cea mai mare atunci când debitul este egal distribuit tuturor bazinelor de decantare și în acestea, pe toată

suprafața, cât mai uniform. Aceasta se poate asigura numai dacă deversoarele sunt perfect orizontale, curate și fără depuneri sau vegetație acvatică. Debitul neegale conduc la timp de trecere diferit în diversele bazine și, întotdeauna, au ca efect o înrăutățire generală a îndepărtării suspensiilor și a CBO-ului.

Pentru o repartizare cât mai uniformă a debitului la decantoare, uneori în stațiile de epurare este prevăzută o cameră de distribuție cu șicană. Scopul șicanei este acela de a ajuta la o cât mai bună distribuție a debitelor. Șicana trebuie păstrată curată și în bună stare de funcționare, în caz contrar eficiența ei este mult redusă.

Dacă distribuția în decantor se face prin pereți găuriți sau deflectoare, curățirea acestora trebuie să constituie, de asemenea, o preocupare.

Dispozitivele de evacuare a spumei trebuie reglate din timp în timp pentru a evita antrenarea unei cantități prea mari de apă. Dacă nu sunt prevăzute dispozitive de evacuare a spumei, îndepărtarea acesteia trebuie să se facă manual, cu scule construite în consecință, de către personalul de exploatare a stației.

Nămolul depus în decantor trebuie evacuat permanent. Pentru aceasta se folosesc două metode: metoda gravitațională; metoda mecanică.

Metoda gravitațională, mai simplă, folosită numai în decantoarele de mici dimensiuni sau la cele verticale, constă în deplasarea nămolului depus pe radier spre centrul acestuia, sub acțiunea gravitației. Pentru aceasta, radierul este construit foarte înclinat. Laturile înclinate trebuie raclate o dată pe zi, pentru a nu da posibilitatea nămolului să se acumuleze.

Majoritatea stațiilor de epurare folosesc echipamente de colectare mecanică a nămolului din bazinele de decantare care au radierul ușor înclinat. Instalațiile de colectare a nămolului pot funcționa după diferite programe, în funcție de tipul stației și al echipamentelor și de caracteristicile apelor uzate.

Calitatea nămolului evacuat variază de la o stație la alta, fiind în funcție de:

- caracteristicile apelor uzate: concentrația de suspensii, vârsta, decantabilitatea etc.;
- caracteristicile bazinului de decantare: arie, volum, timp de decantare etc.;
- amenajarea bazinului de decantare, inclusiv metodele de înlăturare a nămolului.

Nămolul brut colectat gravitațional sau mecanic este acumulat în pâlniile de nămol și apoi evacuat prin conductele de descărcare în puțurile de nămol ale stațiilor de pompare, care îl trimit fie în rezervoarele de fermentare a nămolului, fie în bazinele de nămol activ etc. Câteodată, nămolul este pompat chiar din pâlniile de nămol.

Concentrația în materii solide (exprimată în substanță uscată) a nămolului pompat din decantoarele primare variază între 5 și 8%.

Pomparea poate fi continuă sau intermitentă. Când se folosesc mai multe pompe, o pompă trebuie să pompeze nămolul numai dintr-o singură pâlnie colectoare. Nu se recomandă ca o singură pompă să evacueze nămolul din mai multe pâlnii colectoare, în același timp. Diferențele de pierdere de presiune (sarcină) din conducte, densitatea, viscozitatea și factorii de colmatare vor face ca dintr-o pâlnie să fie pompat mai mult nămol, iar din alta mai puțin.

Pomparea trebuie să dureze, de preferință, puțin timp și să se facă la intervale mici. Nu sunt recomandate perioadele lungi de pompare și la intervale neregulate.

În stațiile mici, unde personalul supraveghează stația cu intermitență, nămolul poate fi pompat numai o dată sau de două ori pe zi, în timp ce la stațiile mari, unde există personal mai numeros și chiar în schimburi, nămolul trebuie pompat din oră în oră. Dacă pomparea se face prea des, se evacuează din decantorul primar un nămol slab îngroșat, cu multă apă, ceea ce conduce la deranjarea procesului de fermentare anaerobă a nămolului (vezi cap. 9).

Acolo unde este prevăzut un sistem de spălare, este bine să se spele conductele prin care se pompează nămolul o dată pe săptămână, timp de câteva minute, pentru a se evita înfundările. Conductele trebuie, de asemenea, spălate și în situațiile în care nămolul devine greu de pompat.

Eficiența decantoarelor primare va putea fi îmbunătățită și se vor putea asigura condiții mai bune de exploatare, dacă se respectă următoarele indicații de întreținere:

- să se înlăture în mod regulat depunerile acumulate la șicanele distribuitoarelor de la intrarea în decantor și la deversoarele de la ieșire; în general, aceste operații se pot face cu ușurință, utilizând mătura sau o perie și jetul de apă; frecvența lor este stabilită de către operator, pe bază de experiență;
- să se curețe în mod regulat utilajul de înlăturare a spumei; acumulările pe acest utilaj constituie o sursă de miros neplăcut și dau un aspect inestetic stației;
- să se mențină capacele acoperitoare la locul lor, exceptând situațiile în care exploatarea instalației impune înlăturarea acestora;
- să se spele și să se înlăture cât mai repede posibil toate scurgerile de apă uzată și de nămol;
- să se evite scurgerile de la presetupele pompelor centrifuge pe planșeele construcțiilor, iar dacă acestea se produc, să se dirijeze spre canalele de evacuare;
- să se întocmească un grafic de ungere pentru tot utilajul mecanic; necesarul de ungere pentru fiecare piesă rezultă din cartea tehnică.

Porțiunea de sub apă a decantorului trebuie inspectată în mod regulat: de obicei, o dată pe an este suficient.

Stabilirea celor mai potrivite perioade pentru această operație depinde de starea timpului, de cerințele epurării și de personalul disponibil. Pentru realizarea ei este necesar ca:

— să se golească bazinul de decantare, descărcându-i conținutul în alt bazin, atunci când este posibil;

— să se inspecteze tot utilajul mecanic, urmărindu-se uzura și coroziunea acestuia;

— să se controleze: racleții de lemn, saboții de uzură, lanțurile principale, lanțurile de transmisie, pinioanele, șinele de ghidaj, dispozitivele de înlăturare a spumei etc., de la instalațiile de colectare mecanică a nămolului;

— să se înlocuiască sau să se repare toate piesele defecte sparte sau foarte uzate;

— să se regleze lanțurile și să se verifice dacă racleții au un joc adecvat față de pereții bazinului (cel puțin 2,5 cm);

— să se controleze toate piesele de metal, sub aspectul coroziunii, să se înlocuiască unde este cazul și să se aplice o vopsea de protecție;

— să se controleze toate piesele de beton și să se repare suprafețele deteriorate.

Dacă se constată o coroziune neobișnuită a betonului sau a pieselor metalice, s-ar putea impune aplicarea unor îmbrăcămînți de protecție. Uneori, sunt necesare studii pentru rezolvarea unor asemenea probleme.

Exploatarea unui decantor primar este strâns legată, în multe privințe, de funcționarea altor instalații din stația de epurare. Prin urmărirea cu atenție a funcționării decantorului primar se pot evita o serie de neajunsuri în treapta de epurare biologică și, mai ales, la fermentarea anaerobă a nămolului.

Deranjamente în exploatare. Acestea se pot produce din mai multe motive.

Nămol plutitor. Cauza: fermentarea anaerobă a nămolului depus în decantor și flotarea lui de către gazele de fermentare, la suprafața lichidului.

Prevenirea și remedierea constau în evacuarea cât mai completă sau cât mai des a nămolului depus, aplicându-se una dintre următoarele metode:

— se lasă să funcționeze racloarele mecanice o durată mai lungă sau se utilizează mai des;

— se înlocuiesc racleții de lemn ruși sau deformați;

— se înlătură cât mai complet nămolul din toate părțile mai adâncite ale decantorului, prin pompare sau evacuare gravitațională;

— se îndepărtează, prin răzuire sau utilizându-se jetul de apă, nămolul care s-a lipit pe radierul decantorului.

Nămol negru și mirositor. Cauza: apele uzate brute intră în fermentare anaerobă sau apele de nămol (supernatant) separate la bazinele de fermentare a nămolului au o concentrație prea mare.

Prevenire și remediere: pentru ca apele uzate să nu mai fermenteze, se procedează astfel:

— se deconectează toate fosele septice din sistemul de canalizare;

— se pretratează apele uzate care conțin concentrații mari de substanțe organice, care fermentează cu ușurință, cum sunt cele de la fabricile de conserve, de lactate, de bere, de la tăbăcării și reziduuri textile organice;

— se introduce clor în canalul colector sau înaintea decantorului, pentru a întârzia sau a reduce posibilitatea de fermentare a apelor uzate. Această operație este eficientă, în special în situațiile în care durata de parcurgere a apelor brute prin canalizare este lungă, când temperatura acestora este ridicată sau când apa conține anumite reziduuri organice;

— se preacerează reziduurile organice;

— se îmbunătățește scurgerea în colectoarele de canalizare, pentru a reduce acumulările de solide care ar putea fermenta anaerob.

Pentru ca supernatantul separat în rezervoarele de fermentare să nu influențeze negativ funcționarea decantorului primar, se procedează astfel:

— se corectează și se îmbunătățește fermentarea nămolului, pentru a se obține o apă de nămol cu caracteristici cât mai bune;

— se micșorează cantitatea de ape de nămol evacuate la decantorul primar;

— se amână, dacă este posibil, evacuarea apei de nămol până când se obține o calitate mai bună a acesteia;

— se descarcă, o parte sau toată apa de nămol ce se evacuează, în alte părți ale stației de epurare, cum ar fi: platformele de uscare a nămolului, iazuri de nămol sau bazine de aerare, până când calitatea acesteia se îmbunătățește. În unele împrejurări, evacuarea apei de nămol în aceste puncte poate fi permanentă;

— se predecantează apele de nămol.

Decantarea excesivă în canalele de intrare. Cauza: viteza de curgere a apei prea mică prin canalul de scurgere.

Prevenirea și remedierea se realizează astfel:

— se reduce suprafața secțiunii transversale prin instalarea unui perete interior dintr-un material adecvat, de-a lungul unei laturi a canalului;

— se agită apa prin barbotare de aer sau prin alte mijloace, pentru a preveni depunerile.

Ancrasarea excesivă a suprafețelor construcțiilor și a deversoarelor cu materiale solide. Cauza: acumularea materiilor solide din apele uzate și ca urmare a creșterilor microbiene.

Prevenirea și remedierea se realizează astfel:

— se curăță cu o frecvență mai mare și mai temeinic toate suprafețele care vin în contact cu apele uzate;

— se preclorează apele uzate și se îndepărtează nămolul care s-a lipit pe fundul decantorului.

Modificări intermitente ale debitului. Cauza: variații mari ale vitezei de pompare.

Prevenirea și remedierea se realizează astfel:

- se pornesc și se opresc pompele în raport cu cantitatea de apă care trebuie pompată; se stabilește un program de funcționare a pompelor, în funcție de debitul maxim și minim de ape uzate care poate trece prin stație; se caută să se mențină un debit de pompare apropiat de cel cu care apa uzată intră în stație;

- se reglează mai bine șicanele de la distribuitorul de debit.

Ruperea lanțurilor raclorului și forfecarea lor frecventă. Cauza: încărcarea excesivă a instalației de colectare mecanică a nămolului.

Prevenirea și remedierea se realizează astfel:

- se golește periodic decantorul și se examinează toate piesele metalice, spre a se constata defectele și gradul de uzură;

- se înlocuiesc piesele defecte și uzate, în special prezoanele, legăturile uzate dintre lanțuri și racleții de lemn foarte uzați, rupți sau deformați;

- se înlătură continuu gheața formată pe pereți și pe suprafața decantorului;

- se urmărește cantitatea de nisip depusă în decantor. Dacă este prea mare, se amenajează un deznisipator înainte de decantor. Dacă există deznisipator, se îmbunătățește funcționarea acestuia;

- se lasă raclorul să funcționeze o perioadă mai lungă și se pompează mai des materialul depus.

Nămolul se înlătură greu din partea adâncită a bazinului și din pâlniile de colectare. Cauze: conținutul mare al apelor uzate în nisip, argile sau alte materiale grele; viteza scăzută de curgere a nămolului în conductele de evacuare.

Prevenirea și remedierea se realizează astfel:

- se reduce conținutul de nisip prin instalarea de deznisipatoare, prin îmbunătățirea funcționării acestora și prin eliminarea surselor de nisip ce intră în canalizare;

- se reduce cantitatea de argilă, prin eliminarea sursei, acolo unde este posibil, în special când canalizarea este în sistem divizor;

- se răcolește materialul depus, utilizându-se jeturi de apă sau aer sau prin procedee manuale;

- se desfundă conductele de spălare;

- se pompează nămolul mai frecvent;

- se revizuiesc conductele de nămol.

Determinări și înregistrări. Efectuarea determinărilor asupra apelor uzate cât și a nămolurilor furnizează date necesare șefului de stație în vederea conducerii cât mai judicioase a procesului de epurare. Necesitatea examinării apelor uzate care intră și ies din bazinele de decantare variază de la o stație la alta. Pentru a stabili ce determinări sunt necesare, operatorul trebuie să aibă în vedere instalațiile de epurare care urmează, cum ar fi: biofiltre, bazine de aerare, filtre

intermitente de nisip (câmpuri de irigare), construcțiile de fermentare anaerobă și de deshidratare a nămolului etc.

Acolo unde effluentul este evacuat în receptor și fără o altă epurare, operatorul trebuie să facă analize prin care să se determine efectul pe care acesta l-ar avea asupra cursului de apă.

Pentru conducerea procesului de decantare se fac determinări de:

- *Materii totale în suspensie (MTS)* în apa uzată, care influențează în mod deosebit funcționarea decantorului și effluentul acestuia. Pe baza acestor determinări se stabilește eficiența de separare a decantorului. Determinările trebuie făcute zilnic pentru stațiile mari și cel puțin de două ori pe săptămână pentru stațiile mici. Probele trebuie luate la intrarea și la ieșirea din decantor, în punctele în care apa este bine amestecată. Rezultatele indică claritatea effluentului și cantitatea de nămol care trebuie evacuată;

- *Materii totale volatile în suspensie (MTVS)*, care împreună cu MTS dau informații utile referitoare la tipul, concentrația și cantitatea de solide din apele uzate. Pe baza acestei determinări se poate stabili încărcarea rezervoarelor de fermentare anaerobă a nămolurilor și se pot verifica determinările privind substanțele solide organice (volatile) din nămolul evacuat;

- *Materii totale solide și materii totale volatile din nămol*, care permit stabilirea încărcării rezervoarelor de fermentare și a instalațiilor de deshidratare a nămolului. Aceste determinări se fac, de preferință, zilnic, pe probe medii de nămol evacuat din bazin. Cunoașterea exactă a umidității nămolului dă posibilitatea operatorului să-și verifice observațiile referitoare la stadiul îngroșării, la necesitatea mării sau micșorării cantității de nămol evacuat, precum și la cantitățile de apă transferate în instalațiile de fermentare și deshidratare;

- *Consumul biochimic de oxigen (CBO₅)* pe baza căruia se stabilește gradul de încărcare cu substanțe organice biodegradabile a apelor uzate; trebuie determinat la intrarea și la ieșirea din bazinul de decantare, zilnic pentru stațiile mari și de două ori pe săptămână pentru cele mici;

- *pH-ul apei brute* trebuie determinat zilnic, deoarece valorile mai mari sau mai mici decât cele normale pot indica prezența în influent a unor cantități mai mari decât cele obișnuite de ape acide sau alcaline. Dacă pH-ul este foarte scăzut, aceasta poate indica și începerea descompunerii apelor uzate înainte de a intra în stație;

- *Microorganisme coliforme* se determină la stațiile mai mari și când effluentul în amestec cu apa receptorului ar putea fi folosit ca sursă de apă potabilă și pentru înot;

- *Determinări speciale* ca cianuri, cupru, zinc, crom, plumb sau alte metale grele sunt necesare pentru a se putea lua măsuri corespunzătoare, în vederea evitării unor deranjamente în obiectele următoare decantării.

EPURAREA BIOLOGICĂ

Epurarea biologică este procesul tehnologic prin care impuritățile organice din apele uzate sunt transformate, de către o cultură de microorganisme, în produși de degradare inofensivi (CO_2 , H_2O , alte produse) și în masa celulară nouă (biomasă). Cultura de microorganisme poate fi dispersată în volumul de reacție al instalațiilor de epurare sau poate fi fixată pe un suport inert. În primul caz, cultura se cheamă, generic, „nămol activ”, iar epurarea se numește biologică cu nămol activ. În al doilea caz, cultura se dezvoltă în film (peliculă) biologic, iar epurarea se realizează în construcții cu filtre biologice, cu biodiscuri etc. Nămolul activ fiind un material în suspensie, trebuie separat de efluentul epurat prin: sedimentare, flotație, filtrare, centrifugare etc. Cea mai aplicată metodă este separarea gravitațională (sedimentarea). În cazul filmului biologic nu se pune problema separării acestuia de apa epurată, întrucât este fixat pe un suport. Cu toate acestea, ca urmare a creșterii biologice, se desprind des porțiuni din filmul biologic care trebuie înlăturate din apa epurată, prin sedimentare.

Rolul principal în epurarea biologică este deținut de bacterii. Aceste microorganisme care consumă substanțele organice din apele uzate pot trăi în prezența sau în absența oxigenului (obligat aerobe, facultativ aerobe și obligat anaerobe). În funcție, deci, de necesarul de oxigen, procesul de epurare poate fi: aerob sau anaerob. Procesul aerob se utilizează cu prioritate la îndepărtarea poluanților din apele uzate, pe când cel anaerob la prelucrarea nămolurilor¹.

În strânsă asociere cu bacteriile, în procesele aerobe trăiesc protozoare (ciliate, flagelate), metazoare (rotiferi, nematode) și ciuperci sau fungi. Aceste asociații de microorganisme se numesc biocenoze. Deși biocenozele sunt formate aproximativ din aceleași microorganisme, au totuși un caracter specific pentru fiecare proces de epurare.

6.1. Metabolismul bacterian

Epurarea biologică se realizează ca urmare a metabolismului bacterian. Metabolismul bacterian reprezintă totalitatea proceselor implicate în activitatea biologică a unei celule, prin intermediul cărora energia și elementele nutritive sunt preluate din mediul înconjurător și utilizate pentru biosinteză și creștere, ca și

¹ În ultima perioadă, sunt tot mai multe cercetările referitoare la aplicarea procedeului anaerob și la epurarea unor ape uzate foarte concentrate.

pentru alte activități fiziologice secundare (mobilitate, luminiscentă etc.). În urma acestor procese, substanțele din mediu (elementele nutritive) sunt transformate în constituenți celulari, energie și produse de uzură.

Elemente generale. După cum procesele metabolice sunt însoțite de consum sau eliberare de energie, ele sunt de două tipuri:

- procese de dezasimilație (exoterme), prin care se eliberează energie în urma degradării substanțelor din mediu; ele corespund catabolismului;
- procese de asimilație (endoterme), în care se sintetizează componenți celulari; ele corespund anabolismului.

Aceste două procese sunt strâns interconectate, astfel încât prin degradarea substanțelor din mediu se asigură pe lângă energie și blocurile de construcție chimică sau precursorii acestora, necesari sintezei componenților celulari.

În ansamblu, diferitele reacții biochimice ale metabolismului îndeplinesc patru funcții esențiale pentru viața celulei, și anume:

- producerea subunităților folosite pentru construcția constituenților celulari, pornind de la substanțele nutritive;
- eliberarea de energie și stocarea acesteia sub diverse forme;
- activarea subunităților de construcție pe baza energiei stocate;
- formarea de nou material celular prin utilizarea substanțelor.

Aceste aspecte sunt reprezentate schematic în fig. 6.1.

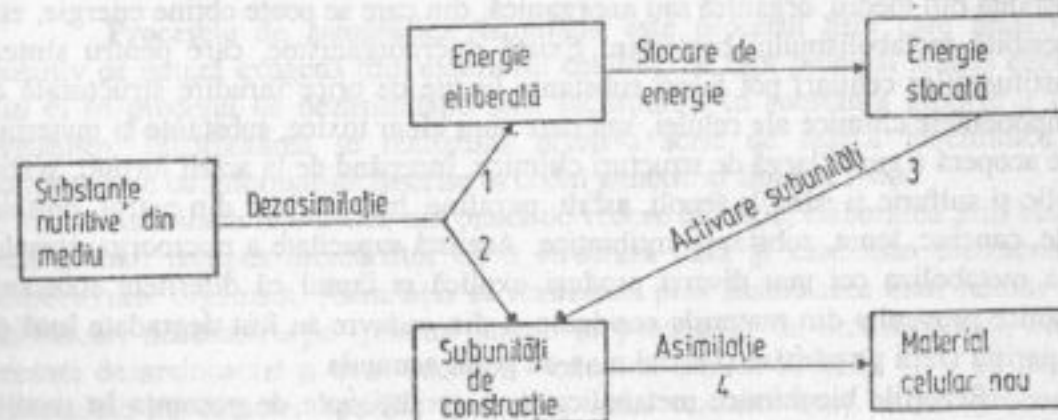


Fig. 6.1. Reprezentarea schematică a procesului de metabolism.

Una dintre caracteristicile distinctive ale activității metabolice bacteriene este intensitatea ei excepțională, comparativ cu aceea a activităților omoloage ale organismelor superioare. Astfel, activitatea respiratorie a unui gram (exprimat ca substanță uscată) de bacterii aerobe este de câteva sute de ori mai intensă decât cea

a omului, iar potențialul metabolic al microorganismelor din cei 25 cm superficiali ai solului de pe o suprafață de 1 ha este echivalent cu acela al câtorva zeci de mii de oameni. Aceste date ilustrează capacitatea imensă a acestor viețuitoare, caracterizate, în plus, printr-o aptitudine cu totul deosebită de a supraviețui în condiții de viață foarte variate. Pentru a atinge un astfel de nivel metabolic, organismul uman ar avea nevoie de mai multe mii de tone de alimente pe oră. O atare intensitate a activității metabolice, puțin comună în lumea vie, este posibilă în bună parte datorită suprafeței foarte mari a celulelor microbiene în raport cu greutatea lor. Ca urmare, aceste organisme au o suprafață foarte largă de contact cu mediul înconjurător, deci de schimb de substanțe între celulă și mediu. Pe de altă parte, ar exista în natură o regulă conform căreia viteza metabolismului de care depinde viteza de creștere ar fi invers proporțională cu mărimea organismului. Ca atare, cu cât corpul unui organism este mai mic, cu atât metabolismul său este mai intens și creșterea sa mai rapidă.

Excepționala viteză de creștere a bacteriilor reprezintă un avantaj important pentru supraviețuirea populațiilor bacteriene în natură și, în același timp, constituie factorul principal care condiționează dimensiunile mici ale celulei bacteriene.

Considerate în ansamblu, bacteriile își pot realiza metabolismul utilizând practic numeroasele și diferitele surse de substanțe nutritive de la azot molecular, bioxid de carbon, sulf și până la substanțele organice complexe. Aproape orice substanță din mediu, organică sau anorganică, din care se poate obține energie, este accesibilă metabolismului bacterian. Există microorganisme, care pentru sinteza constituenților celulari pot folosi substanțe lipsite de orice înrudire structurală cu componentele chimice ale celulei, sau care sunt chiar toxice, substanțe și materiale care acoperă o gamă largă de structuri chimice, începând de la acizii formic, acetic, oxalic și sulfuric și până la fenoli, asfalt, parafine, hidrocarburi din petrol, chitină, piele, cauciuc, lemn, substanțe antibiotice. Această capacitate a microorganismelor de a metaboliza cei mai diverși produși explică și faptul că diferitele substanțe organice provenite din materiile reziduale și din cadavre au fost degradate încă de la apariția vieții pe pământ și astfel nu s-au putut acumula.

Reacțiile biochimice metabolice sunt condiționate de prezența în mediul natural sau în mediile de cultură artificiale a tuturor materialelor necesare pentru sinteza constituenților celulari și pentru obținerea energiei. Așadar, în mediile uzuale de cultură trebuie să se găsească, în primul rând, surse de C, H, O, N, P, S – apoi în cantități mai mici – surse de K, Mg, Mn, Na, Ca, Fe, Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} și, în sfârșit, în concentrații infime Zn, Co, Mo, așa-numitele oligoelemente, indispensabile activității metabolismului bacterian.

Procese de dezasimilație. Energia necesară reacțiilor de biosinteză a constituenților celulari se obține în procesul de dezasimilație. Eliberarea de energie se realizează în trei faze distincte.

În prima fază a degradării, macromoleculele de origine biologică sunt descompuse la unitățile lor de construcție: proteinele la aminoacizi, grăsimile la glicerină și acizi grași, iar glucidele la hexoze, pentoze etc. În această fază se eliberează mai puțin de 1% din energia totală a macromoleculelor. Această energie se pierde în mare parte sub formă de căldură.

În faza a doua, moleculele rezultate din degradarea efectuată în faza precedentă sunt transformate mai departe în alți produși, cu formare de CO_2 și H_2O . Se eliberează în această fază circa o treime din întreaga energie conținută în substanțele nutritive.

Cea de a treia fază a procesului de eliberare a energiei se realizează pe două căi:

— o cale prin care substanțele nutritive sunt descompuse integral la CO_2 și H_2O și în care se eliberează o cantitate mare de energie;

— o a doua cale, prin care substanțele nutritive sunt descompuse numai parțial, formându-se o mulțime de produși intermediari (numiți produși de fermentație); eliberarea de energie în acest caz este mult mai slabă.

Toate procesele de degradare (de dezasimilație) au loc în urma unor reacții de oxidoreducere.

Procese de asimilație. Asimilația este procesul prin care materialul nutritiv de natură exogenă (din exteriorul celulei), de fapt produși simpli derivați din el în procesul de dezasimilație sunt încorporați în substanța proprie a unui organism. Încorporarea se realizează printr-o serie de reacții biochimice, în conformitate cu informațiile înscrise în codul genetic al fiecărei specii.

Asimilația reprezintă, din punct de vedere biologic, elaborarea prin biosinteză a unui compus asemănător cu o structură dată și care este caracteristică respectivului organism. Asimilația se realizează prin asamblarea unui număr mic de blocuri de construcție (produși simpli ai procesului de dezasimilație), reprezentate de aminoacizi și baze nucleice – comune tuturor ființelor vii – în macromoleculele cu caracter specific (proteine, acizi nucleici etc.). Acest proces de asimilație, de sinteză a macromoleculelor, este posibil datorită unor enzime specifice și datorită prezenței în celulă vie a materialului genetic – purtător al informației ereditare – care joacă rolul de model sau de tipar în biosinteză.

Reacțiile implicate în metabolismul celular sunt coordonate de un mare număr de sisteme enzimice, care catalizează toate transformările ce au loc în procesele de dezasimilație și asimilație. Natura, cantitatea și activitatea acestor enzime sunt reglate în așa fel încât să asigure celulelor bacteriene un echilibru

stabil sub raportul conservării caracterelor specifice, dar în același timp, suficient de suplu și de dinamic pentru a le permite o adaptare continuă la condițiile schimbătoare ale mediului.

Fiecare enzimă are o temperatură optimă de activitate; sub această temperatură, reacția se desfășoară încet; peste aceasta, poate apărea inactivitatea termică a enzimei, datorită degradării structurii proteice a acesteia.

Mediul prea acid sau prea bazic (de fapt pH-ul) poate inactiva reacțiile catalizate de enzime.

Enzimele mai pot fi inactivate și de următorii factori: agitare mecanică violentă, ultrasunete, radiații, metale grele (Fe, Mg, Ag, Cu), cianuri, agenți oxidanți etc.

Totodată, concentrațiile prea mari de substanțe nutritive prezente în mediul de creștere conduc la inactivarea enzimelor.

6.2. Creșterea și multiplicarea celulară

Creșterea unui microorganism se realizează prin depunerea uni, bi și tridimensională de substanță nouă, ceea ce determină mărirea unui individ (celulă) în sensul celor trei dimensiuni.

Creșterea unei celule nu se face la infinit, ci se întrerupe la un moment dat, când se produce diviziunea și are loc multiplicarea. Inițial, s-a crezut că încetarea creșterii ar fi rezultatul unor factori interni, controlați genetic, iar diviziunea ar fi rezultatul unor modificări ale raportului dintre masa citoplasmei și aceea a substanței nucleului.

Se admite azi, că activitatea normală a unei celule este condiționată de existența unui anumit raport între volumul celulei care îl consumă și suprafața ei, prin care se face adsorbția substanțelor nutritive și eliminarea produșilor de degradare (de uzură). Atunci când disproporția suprafață-volum atinge un punct critic, raportul lor adevărat se restabilește prin diviziunea celulei ajunsă la limita ei de creștere.

Întrucât în procesul de epurare biologică creșterea și multiplicarea bacteriilor sunt de importanță deosebită, în continuare sunt prezentate aspecte legate de aceasta.

În cazul în care condițiile de mediu sunt optime, creșterea bacteriană este un proces rapid; celula se multiplică în două, procesul decurgând în continuare logaritmice, cele două celule formate simultan crescând până la o nouă diviziune. Timpul unei generații, adică perioada necesară pentru ca o populație bacteriană să-și dubleze numărul de indivizi poate fi pentru multe bacterii implicate în epurarea apelor destul de scurt, de 15–20 min. S-a calculat că în 48 de ore o celulă ar putea da naștere la 2^{144} celule cu o greutate de $2 \cdot 10^{28}$ t, deci de 4000 de ori mai

mare decât greutatea pământului. În realitate, creșterea microorganismelor este restrânsă în mod considerabil de unii factori principali: scăderea până la epuizare a substanțelor nutritive necesare sintezei, acumularea în mediu a produșilor de metabolism toxic, schimbările de pH etc.

Dacă într-un volum limitat de soluție nutritivă se introduc câteva bacterii cu capacitate de multiplicare (inocul), iar cultura este menținută în condiții constante, creșterea bacteriilor va urma aceeași cale pentru toate tipurile de bacterii, reprezentată prin așa-numita curbă de creștere (fig. 6.2).

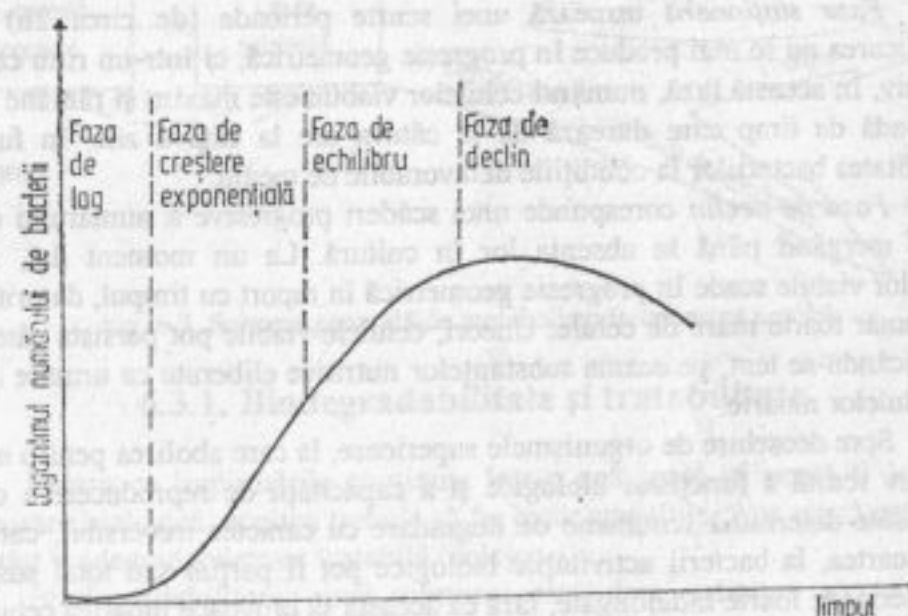


Fig. 6.2. Curba de creștere a microorganismelor.

În condiții experimentale procesul este bine cunoscut și evoluează într-o serie de faze succesive.

Faza de latență (de lag) este cuprinsă între momentul introducerii celulelor în mediu (însămânțare) și momentul în care ele încep să se multiplice. Această fază apare ca o perioadă de adaptare la condițiile noi de cultură, în care bacteriile viabile din inocul își acumulează în celulă metaboliții esențiali și sistemele enzimatice necesare creșterii, în cazul în care aceste componente biochimice le lipseau datorită condițiilor de viață anterioare însămânțării.

Faza de multiplicare sau de creștere logaritmice este caracterizată prin aceea că după o scurtă perioadă (circa 2h) de accelerare a ritmului de creștere, în care multiplicarea se produce cu o viteză progresiv mărită, acest ritm devine

constant și caracteristic, pentru un organism dat, în anumite condiții de cultură, durata unei generații fiind minimă.

În condiții ideale de creștere și multiplicare, cantitatea de materie vie crește în funcție de timp după o progresie geometrică, adică se multiplică cu un factor constant la fiecare unitate de timp. Deși tipic pentru bacterii, capacitatea de creștere exponențială se manifestă ca atare numai o scurtă perioadă de timp, atât în natură cât și în condiții artificiale de laborator. După un timp relativ scurt, tendința de multiplicare scade progresiv, datorită epuizării substanțelor nutritive din mediu și a acumulării în el a produselor de dezasimilație în concentrații cu efect inhibitor.

Faza staționară urmează unei scurte perioade (de circa 2h) în care multiplicarea nu se mai produce în progresie geometrică, ci într-un ritm care scade progresiv. În această fază, numărul celulelor viabile este maxim și rămâne constant o perioadă de timp care durează de la câteva ore la câteva zile, în funcție de sensibilitatea bacteriilor la condițiile defavorabile de mediu.

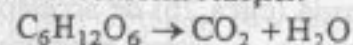
Faza de declin corespunde unei scăderi progresive a numărului celulelor viabile, mergând până la absența lor în cultură. La un moment dat, numărul bacteriilor viabile scade în progresie geometrică în raport cu timpul, datorită morții unui număr foarte mare de celule. Uneori, celulele viabile pot persista câteva luni, multiplicându-se lent, pe seama substanțelor nutritive eliberate ca urmare a distrugerii celulelor moarte.

Spre deosebire de organismele superioare, la care abolirea pentru o perioadă relativ scurtă a funcțiilor biologice și a capacității de reproducere a celulelor componente determină fenomene de degradare cu caracter ireversibil, care determină moartea, la bacterii activitățile biologice pot fi parțial sau total suspendate pentru perioade foarte îndelungate, fără ca aceasta să provoace moartea celulelor.

6.3. Epurarea biologică aerobă

Procesul de epurare aerobă are loc astfel (fig. 6.3): substanțele organice din apele uzate sunt adsorbite și concentrate la suprafața biomasei; aici, prin activitatea enzimelor eliberate de celulă (exoenzimele), substanțele organice sunt descompuse în unități mai mici, care pătrund în celula microorganismelor, unde sunt metabolizate: prin metabolizare se obțin produși de descompunere (CO_2 , H_2O etc.), energie și material celular nou.

Procese în mediu aerob conduc la oxidarea completă a substanțelor organice, până la CO_2 și H_2O , eliberându-se astfel importante cantități de energie. De exemplu, la oxidarea glucozei conform reacției:



se obțin 680 kcal.

Epurarea biologică aerobă se poate realiza atât în bazine cu nămol activ (bazine de aerare, iazuri biologice etc.) cât și în bazine cu film biologic (filtre biologice, biodiscuri etc.).

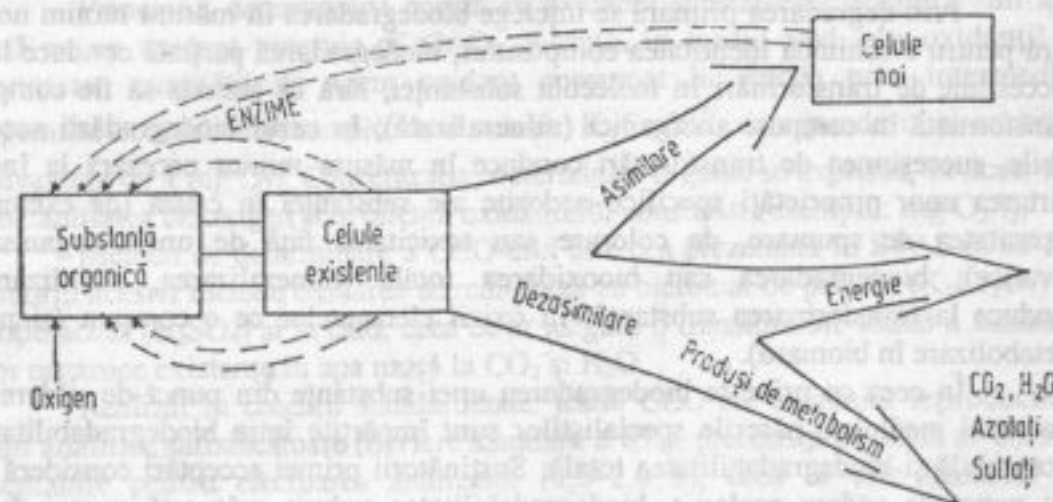


Fig. 6.3. Schema generală de metabolism în epurarea aerobă.

6.3.1. Biodegradabilitate și tratabilitate

Pentru ca impuritățile conținute într-o apă uzată să poată fi îndepărtate prin epurare biologică, acestea trebuie să fie biodegradabile. Apa uzată care conține impurități biodegradabile este tratabilă biologic.

Biodegradabilitatea unei substanțe este, deci, calitatea acesteia de a fi degradată prin procedee de oxidare biologică (biooxidare).

Apele uzate menajere conțin suficiente cantități de substanțe nutritive (glucide, proteine, lipide și derivați ai acestora), factori de creștere, săruri minerale, pentru a constitui un mediu adecvat dezvoltării și multiplicării microorganismelor nămolului activ și filmelor biologice.

Apele uzate industriale cu conținut de substanțe organice, de cele mai multe ori de sinteză, trebuie abordate cu multă atenție din acest punct de vedere; ele conțin, de cele mai multe ori, substanțe ce nu se degradează biologic, mai mult, chiar toxice pentru cultura de microorganisme.

Este interesant că în legătură cu calitatea unei substanțe de a fi biodegradată, în domeniul protecției apelor nu există o definiție unică, acceptată de toți specialiștii. Deși prin degradare biologică sau biodegradare se înțeleg procesele fizico-chimice și biochimice prin care o substanță este transformată de către organisme, în mediu și în condiții naturale sau în mediu și condiții artificiale, în așa fel încât își pierde identitatea, deci biodegradarea poate fi definită ca distrugere

a compușilor chimici prin acțiunea biologică a organismelor vii, în domeniul protecției și epurării apelor pot fi luate în considerare mai multe grade de degradare biologică: primară, parțială, acceptabilă și totală.

Prin degradarea primară se înțelege biodegradarea în măsura minim necesară pentru a schimba identitatea compusului; biodegradarea parțială conduce la o succesiune de transformări în molecula substanței, fără ca aceasta să fie complet transformată în compuși anorganici (mineralizată); în cazul biodegradării acceptabile, succesiunea de transformări conduce în măsura minim necesară la îndepărtarea unor proprietăți specifice nedorite ale substanței în cauză (de exemplu capacitatea de spumare, de colorare sau toxicitatea față de unele organisme acvatiche); biodegradarea sau biooxidarea totală (mineralizarea, stabilizarea) conduce la transformarea substanței în oxizii elementelor ce o compun (și prin metabolizare în biomasă).

În ceea ce privește biodegradarea unei substanțe din punct de vedere al protecției mediului, părerile specialiștilor sunt împărțite între biodegradabilitatea acceptabilă și biodegradabilitatea totală. Susținătorii primei acceptări consideră că din punct de vedere ecologic, biodegradabilitatea trebuie măsurată numai după efectele asupra mediului înconjurător. Îndepărtarea efectelor nocive poate cere mai mult decât biodegradarea primară și posibil mai puțin decât biodegradarea totală.

Tratabilitatea unei ape uzate reprezintă capacitatea acesteia de a-și micșora complexitatea și numărul componenților organici, datorită acțiunii microorganismelor prezente în instalațiile de epurare; în același timp, este necesar ca biomasa să se dezvolte ca urmare a proceselor de asimilare. Apele uzate care conțin compuși degradabili se numesc tratabile biologic.

Tratabilitatea apelor uzate poate fi exprimată prin îndepărtarea substanțelor organice totale din apă sau prin îndepărtarea substanțelor asimilabile; în același timp, concentrația materiilor în suspensie dă indicații asupra creșterii biomasei.

Pot fi considerate ape tratabile biologic, în sensul definiției de mai sus, apele uzate care în timpul trecerii prin instalațiile de epurare corect dimensionate permit îndepărtarea substanțelor organice totale (CCO) în procente de 60–90%, iar a substanțelor asimilabile (CBO₅) în procente de 80–98%.

6.3.2. Exprimarea cantitativă a conținutului de impurități din apele uzate

În general, pentru uzul curent al determinărilor cantitative de substanțe organice din apele naturale, apele uzate, efluenții epurați se folosesc următoarele metode: consumul chimic de oxigen (CCO), consumul biochimic de oxigen (CBO) și carbonul organic total (COT).

Consumul chimic de oxigen, CCO-ul, este un indicator care exprimă în mod indirect conținutul materialului organic al unei soluții (ape uzate), prin intermediul oxigenului echivalent necesar oxidării chimice al acestuia.

Principiul determinării constă în oxidarea substanțelor organice din apa uzată cu un oxidant puternic ($K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$ în mediu acid, alți oxidanți) și exprimarea cantității de agent oxidant consumat în reacție prin intermediul oxigenului echivalent (exemplu: 1 ml soluție $K_2Cr_2O_7^{1N}$ corespunde unei cantități echivalente de 8 mg O_2). Concentrația materialului organic se exprimă, în acest fel, prin cantitatea de oxigen echivalentă oxidantului consumat (exemplu: mg O_2/l).

Metoda de determinare a CCO-ului este cea prezentată în STAS 6952-84. Conform acestei metode oxidarea se realizează cu bicromat de potasiu ($K_2Cr_2O_7$) în soluție acidă (H_2SO_4) și la cald, ceea ce ar asigura o transformare totală a substanțelor organice existente în apa uzată la CO_2 și H_2O .

Realizat în condiții standardizate, testul CCO are avantajul reproductibilității analitice satisfăcătoare (deviere standard $\pm 8\%$), precum și pe acela ar duratei acceptabile pentru efectuarea analizelor (1,5–2,0 h), ceea ce este deosebit de important pentru controlul procesului de epurare într-o stație.

Unele substanțe organice, de exemplu hidrocarburi aromatice, piridină și derivații acesteia, amine alifaticе sunt oxidate parțial sau nu sunt oxidate prin această metodă; alte substanțe organice, ca de exemplu alcanii, acizii *n*-alchilici sunt oxidate numai în prezența catalizatorului sulfat de argint. Interferențele pozitive sunt date de substanțele anorganice reducătoare, precum și de cloruri. Datorită complicațiilor oxidării clorurilor, mai ales în prezența substanțelor conținând azot, precizia rezultatelor testului CCO în determinările cu soluții saline este scăzută. Interferența clorurilor se înlătură prin adaos de sulfat mercuric care complexează ionul clor.

Consumul biochimic de oxigen, CBO, este un indicator care exprimă, în mod indirect, cantitatea de material organic existent în apa uzată prin intermediul oxigenului necesar oxidării biochimice a acestuia.

Principiul metodei constă în punerea în contact, într-un vas închis ermetic, a soluției de analizat cu o cantitate mică de suspensie de microorganisme (inocul sau însămânțare) și determinarea consumului de oxigen în interiorul vasului într-un interval fix de timp (perioadă de incubare). CBO-ul evaluează cantitatea de oxigen consumată de către microorganismele introduse cu inoculul în reacțiile biochimice de transformare metabolică a impurităților. Concentrația impurităților se exprimă prin cantitatea de oxigen consumată raportată la volumul soluției (exemplu: mg/l O_2). Dacă CCO-ul este o măsură a concentrației substanței organice totale existente în apele uzate, CBO-ul este o măsură numai a concentrației substanțelor organice ce pot fi consumate de microorganisme pentru creștere și necesități energetice. CCO-ul este întotdeauna mai mare decât CBO-ul.

CBO-ul se poate determina prin metoda diluției (STAS 6560-82) și cu ajutorul aparatelor respirometrice (Hach, Saproamat etc.).

Determinarea CBO-ului prin metoda diluției este supusă criticilor, în special în situațiile în care se aplică unor soluții cu conținut mai ridicat de substanțe organice (concentrații de ordinul gramelor la litru). În aceste cazuri, probele de analizat trebuie mult diluate pentru a se putea asigura oxigenul necesar reacțiilor biochimice de către oxigenul dizolvat existent în proba diluată. Diluția se realizează cu o apă saturată în oxigen (v. metoda standardizată). Prin diluție se modifică însă condițiile de mediu create microorganismelor în diverse flacoane puse la incubat și se obțin, din acest motiv, abateri importante ale consumului de oxigen de la o diluție la alta, pentru aceeași probă.

Consumul biochimic de oxigen rezultă din diferența între concentrațiile oxigenului dizolvat în probele supuse testului la începutul și la sfârșitul perioadei de incubare, ținându-se seama de diluția probei și de consumul de oxigen datorat apei de diluție. Consumul biochimic de oxigen depinde de perioada de incubare. Determinările experimentale au arătat că după 5 zile de incubare se consumă circa 80-90% din substanța organică prezentă în apa uzată. Această valoare a consumului biochimic la 5 zile (CBO_5) a fost reținută și reprezintă, în mod convențional, parametrul cel mai folosit în aprecierea calității apelor de suprafață sau a conținutului de impurități organice biodegradabile în apele uzate.

Consumul biochimic de oxigen (CBO) este o însumare a oxigenului necesar următoarelor procese:

- oxidarea carbonului și a hidrogenului din substanțele organice folosite ca sursă de hrană de către microorganismele aerobe ($CBO-C$);

- oxidarea azotului din azoțiți, amoniac și substanțe organice cu azot, care servește ca sursă de hrană pentru bacterii specifice, de exemplu pentru *Nitrosomonas* și *Nitrobacter* ($CBO-N$);

- oxidarea unor substanțe reducătoare (ioni feroși, sulfiți, sulfuri etc.), care reacționează chimic cu oxigenul molecular dizolvat.

În general, la apele uzate brute, procesul de nitrificare (oxidarea biochimică a azotului din diferite surse conținând acest element) începe între a cincea și a șaptea zi de la incubarea probelor, astfel că pentru CBO_5 , nitrificarea nu pune, de obicei, probleme la evaluarea rezultatului. Testul a fost făcut mai reproductibil și mai precis prin suprimarea nitrificării datorită adaosului de alitiorice, ceea ce permite determinarea numai a CBO -carbon.

Pentru perioadele de incubare, în afară de cinci zile, mai există un termen cu semnificație, și anume valoarea consumului biochimic de oxigen la a douăzecea zi de la incubare, respectiv CBO_{20} . Această valoare este folosită în multe cazuri convențional pentru aprecierea CBO final; ea ar indica un consum de circa 98,9% al substanțelor organice din apele uzate.

De o mare importanță în determinarea CBO-ului este însămânțarea (inoculul). Problema însămânțării se pune atât calitativ cât și cantitativ. Astfel, dacă se însămânțează proba cu o cantitate prea mică de bacterii, creșterea acestora este mult încetinită și valoarea obținută pentru CBO este mai mică. Determinările experimentale au arătat că valori ale concentrațiilor de bacterii superioare la 10^3 /ml nu au un efect semnificativ asupra determinării. Bacteriile utilizate în cazul testului trebuie să fie aclimatizate, deci apte să metabolizeze impuritățile care se găsesc în apa uzată. Utilizarea bacteriilor neadaptate la impuritățile din apa uzată conduce la valori mici ale CBO-ului, deoarece este mult întârziată creșterea. Problema adaptării bacteriilor se pune cu deosebită pregnanță în condițiile în care se analizează apele uzate industriale. Microorganisme adaptate pentru apele uzate industrial se pot obține din: efluentul stațiilor de epurare biologică; apa râului în aval, la o distanță relativ mică de gura de evacuare a efluentului industrial; efluentul unei instalații de laborator cu nămol activ, care prelucrează apa uzată dată.

Conținutul total de carbon organic (COT) este alt indicator pentru impuritățile din apele uzate. Pentru realizarea acestei determinări sunt necesare însă tehnici analitice mai deosebite sau aparate speciale. În acest caz, impuritățile sunt exprimate tot cu ajutorul unui parametru global (COT), care ilustrează conținutul total în carbon a tuturor moleculelor organice aflate ca impurități în apele uzate.

6.3.3. Microorganismele în procesul de epurare

Compoziția biomasei. Pentru a putea stabili performanțele procesului de epurare biologică este necesară cunoașterea calitativă și cantitativă a biomasei care se găsește în instalație. În cazul în care biomasa este depusă pe un suport inert (film biologic), cantitatea acesteia, în proces, se consideră proporțională cu suprafața specifică a umpluturii sau cu aria pe care crește. În cazul nămolului activ, este necesară stabilirea concentrației de biomasă.

În bazinele cu nămol activ, biomasa se prezintă sub forma unor flocoane a căror culoare variază de la galben-brun la aproape negru, în funcție de calitatea apei uzate. Floconul reprezintă unitatea structurală a nămolului activ, privit la microscop, el reprezintă o imagine complexă, caracterizată printr-o masă gelatinoasă secretată de bacterii (masă zoogelală), în care sunt cuprinse bacteriile, dar și substanțe organice și anorganice inerte; printre flocoane trăiesc metazoare și protozoare. Ca structură, flocoanele de nămol activ variază în funcție de condițiile de mediu și de principalele microorganisme existente. În acest sens, pot exista de la flocoane dense formate din îngrămădiri de bacterii la flocoane laxo, formate din împăslituri de bacterii filamentoase sau din ciuperci.

Speciile de microorganisme care formează nămolul activ sunt considerate întâmplătoare, în sensul că nu sunt adăugate în mod deliberat în sistem. Populația de microorganisme ce alcătuiesc nămolul activ suferă variații calitative și cantitative, în funcție de diferiți factori de mediu, ceea ce conduce la predominanța temporară a anumitor specii de microorganisme.

Bacteriile din nămolul activ sunt organisme monocelulare, care utilizează pentru creștere și în scop energetic hrana solubilă; fiecare celulă este un organism independent, capabil să execute toate funcțiile necesare vieții. Mărimea unei bacterii variază în timpul creșterii între 0,3 și 50 μ . Bacteriile comune nămolului activ au limitele cuprinse între 0,5 și 3 μ . Bacteriile sunt formate din 80% apă și 20% substanță uscată, din care 90% reprezintă substanțe organice. Frația organică are compoziția medie 53% C, 29% O, 12% N, 6% H, ceea ce conduce la o formulă empirică aproximativă $C_5H_7O_2N$. Frația anorganică este formată din 50% P_2O_5 , 6% K_2O , 11% Na_2O , 8% MgO , 9% CaO , 15% SO_4^{2-} , 1% Fe_2O_3 . Aceste elemente de bază trebuie luate din mediu. Din punct de vedere cantitativ au fost raportate valori de $10^8 - 10^{10}$ bacterii/ml de suspensie de nămol activ; în bazinul cu nămol activ se consideră $10^{11} - 10^{12}$ bacterii/l de suspensie (în care, în mod obișnuit, se găsesc 2000 - 5000 mg suspensii uscate).

În strânsă asociere cu bacteriile trăiesc bacteriofagii, protozoare (flagelate, ciliate), metazoare (rotiferi, nematode) și uneori alge, actinomicete, ciuperci, crustacee. Densitatea membrilor acestui grup secundar este reglată prin interdependență directă cu membrii grupului de bacterii.

Determinarea cantitativă a biomasei (nămolul activ). Determinarea concentrației de biomasă într-o instalație de epurare se face prin cântărire, în mod similar cu stabilirea conținutului de suspensii dintr-o apă uzată. Proba de nămol activ se ia, se centrifughează sau filtrează și se usucă la 103...105 °C sau la 179...181 °C. STAS 6953-81 indică uscarea la 105 °C. Reziduul uscat (SU) obținut la această temperatură mai scăzută poate reține însă apă de hidratare sau apă internă, care se îndepărtează greu, ceea ce necesită timp mai îndelungat pentru atingerea greutății constante. Reziduul uscat la temperatură mai mare pierde cu mai multă ușurință apa reținută mecanic, dar poate pierde prin volatilizare și unele substanțe organice și săruri anorganice. Unii specialiști preferă totuși uscarea la 179...181 °C.

Materiile în suspensie ce alcătuiesc biomasa sunt amestecuri de substanțe organice și anorganice ce intră atât în compoziția materiei vii cât și nevii. Substanțele organice din biomasă se determină, în ansamblu, din reziduul uscat, deci din materiile în suspensie, prin calcinare la 600 °C. Pierderea la calcinare este considerată ca partea organică a biomasei (materii în suspensie volatilă sau

substanță volatilă - SV). Substanța organică vie, deci partea viabilă, activă a biomasei, încă nu se determină printr-o metodă unitară. Se apreciază ca parte vie a biomasei un procent destul de scăzut al suspensiilor volatile, și anume de 25-30% sau chiar 10-15%.

Concentrația de organisme vii variază în funcție de calitatea apei uzate și de condițiile din instalație.

6.4. Epurarea biologică cu nămol activ

Schema tipică a epurării biologice aerobe cu nămol activ este prezentată în fig. 6.4. Influentul cu conținutul de impurități organice, dizolvate și/sau dispersate coloidal, este pus în contact într-un bazin de aerare cu cultura mixtă de microorganisme - nămol activ - care consumă impuritățile degradabile biologic din apa uzată. Apa epurată se separă apoi gravitațional de nămolul activ în decantorul secundar. O parte din nămolul activ, separat în decantorul secundar, este recirculată în bazinul de aerare, iar altă parte este evacuată ca nămol în exces în decantorul primar în așa fel încât în bazinele de aerare se menține o concentrație relativ constantă de nămol activ; în bazinul de aerare cultura de microorganisme este menținută în condiții de aerare, printr-un aport permanent de aer sau oxigen.

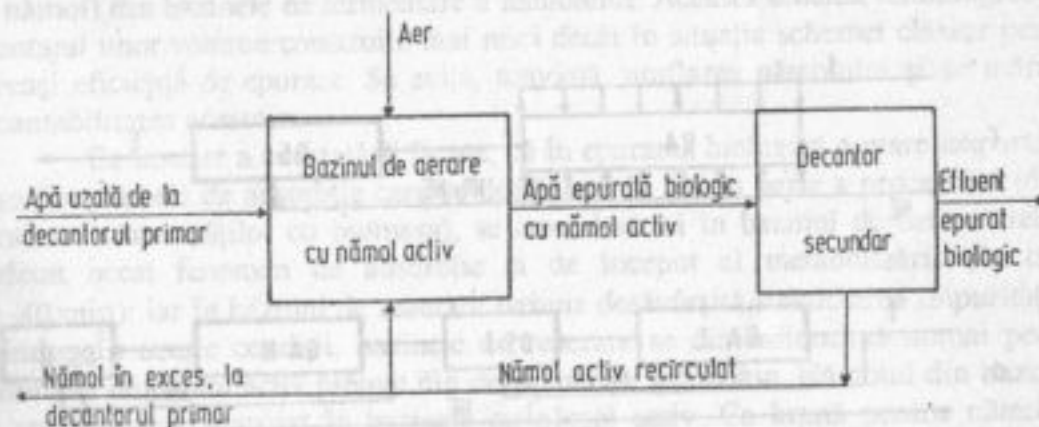


Fig. 6.4. Schema tipică a unei instalații de epurare biologică cu nămol activ.

6.4.1. Variante ale procesului cu nămol activ

Modul în care se realizează curgerea apei prin bazinul de aerare, recircularea nămolului activ, aportul oxigenului depind de tipul instalației utilizate în operațiile de epurare. În acest sens, se cunosc mai multe scheme tehnologice ale procesului cu nămol activ.

Schema epurării clasice – convenționale (fig. 6.5, a) este prima schemă folosită pentru epurarea apei cu nămol activ. Ea a fost adaptată și încercată la Manchester, în anul 1916, unde a fost pus în funcțiune primul bazin cu nămol activ.

Schema distribuției în etape a încărcării organice din apă (fig. 6.5, b) se caracterizează prin alimentarea apei în mai multe puncte de-a lungul bazinului, ceea ce conduce la anularea în parte a efectului variației concentrației impurităților din apa uzată asupra nămolului activ. Alimentarea biomasei este mai echilibrată, devenind aproape egală în lungul bazinului.

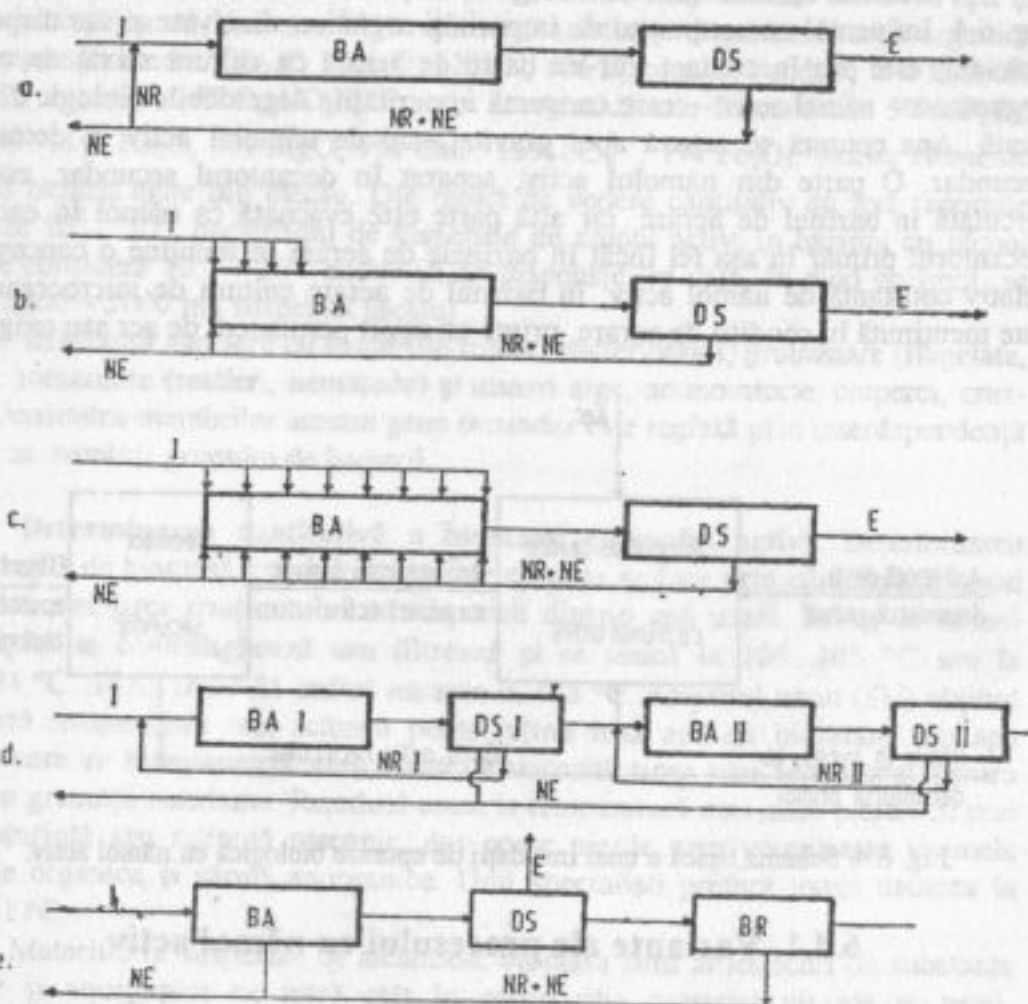


Fig. 6.5. Scheme uzuale pentru epurarea apelor uzate cu nămol activ:
I – influent; E – efluent; BA – bazin de aerare; DS – decantor secundar; NR – nămol recirculat; NE – nămol în exces.

Schema distribuției uniforme a încărcării organice și a nămolului activ recirculat (fig. 6.5, c) realizează o distribuție aproape egală a impurităților din apă și a nămolului în întregul volum al bazinului de aerare. Accesul influentului și al nămolului activ în bazin se poate face la suprafața apei, ceea ce conduce la o aerare suplimentară a acestora. Acest mod de a introduce apa și nămolul în bazin contribuie și la combaterea fenomenului de spumare produs de detergenți sau alte substanțe tensioactive.

Schema epurării în două trepte (fig. 6.5, d) corespunde la trecerea apei printr-o pereche de bazine de aerare și de decantare secundare. Nămolul rezultat din decantarea secundară este fie înapoiat (nămol de recirculare) sau îndepărtat (nămol în exces) în cadrul fiecărei trepte, fie că numai nămolul în exces dintr-o treaptă este recirculat în cealaltă, de unde este apoi îndepărtat cu nămolul în exces al acestei trepte. În acest sens, cele două feluri de nămol pot fi mai bine folosite printr-o distribuție mai rațională în cadrul instalației.

Schema de epurare cu regenerarea (reaerarea) nămolului sau a stabilizării de contact (fig. 6.5, e). Reaerarea nămolului din decantarele secundare a fost prevăzută inițial pentru îmbunătățirea calității lui, în vederea recirculării; în acest scop, nămolul este reținut în bazine de reaerare un timp mai îndelungat, pentru a-și micșora volumul și a fi mai ușor de pompat. La reaerarea nămolului a trebuit însă să se adauge și hrana corespunzătoare, în care scop s-a introdus supernatantul (apa de nămol) din bazinele de fermentare a nămolului. Această schemă tehnologică are avantajul unor volume construite mai mici decât în situația schemei clasice pentru aceeași eficiență de epurare. Se evită, totodată, umflarea nămolului și se mărește decantabilitatea acestuia.

Ca urmare a constatării făcute, că în epurarea biologică o mare importanță o au fenomenele de adsorbție care se desfășoară în prima parte a procesului (după contactul impurităților cu biomasa), se consideră că în bazinul de aerare trebuie realizat acest fenomen de adsorbție și de început al metabolizării (în circa 30–40 min), iar în bazinul de reaerare trebuie desăvârșită stabilizarea impurităților reținute. În aceste condiții, bazinele de reaerare se dimensionează numai pentru cantitatea de nămol activ preluat din decantarele secundare. Nămolul din bazinele de reaerare este înapoiat în bazinele cu nămol activ. Ca hrană pentru nămol în bazinul de reaerare se adaugă apă epurată din decantorul secundar. Această schemă de epurare poate fi utilizată în cazul apelor cu încărcare organică mare. Dintre dezavantajele procedurii, se menționează numărul mai mare de conducte suplimentare și de pompe care se cer instalate.

Schema epurării apei în bazine cu nămol activ de mare încărcare este asemănătoare cu a epurării clasice (fig. 6.5, a), însă aici se obține numai o epurare parțială a apei (60–80% eficiență din punct de vedere al CBO-ului) prin practicarea unei scurte perioade de aerare (circa 2 h).

Schema de epurare cu aerare prelungită – oxidare totală, stabilizarea nămolului, bioaerarea prelungită, fermentarea aerobă a nămolului etc. – (fig. 6.5, f) presupune o aerare de durată a apelor uzate. Procedul conduce la cantități mici de nămol excedentar și la o stabilizare totală a acestuia.

6.4.2. Parametrii procesului de epurare cu nămol activ (definiții și relații)

Procesul de epurare biologică cu nămol activ este caracterizat prin următorii parametri:

Raportul de recirculare a nămolului activ r este raportul dintre debitul de nămol recirculat q și debitul influent Q :

$$r = q/Q \quad (6.1)$$

Raportul de evacuare a nămolului în exces (excedentar) w este raportul dintre debitul de evacuare a nămolului activ excedentar Q_w și debitul influent instalației Q :

$$w = Q_w/Q \quad (6.2)$$

Atât raportul de recirculare r cât și cel de evacuare w sunt mărimi adimensionale, care se exprimă în procente.

Concentrația impurităților în influentul treptei de epurare biologică C_0 și effluentul acesteia C reprezintă cantitatea de CCO sau CBO₅ existentă într-un volum dat de apă uzată sau epurată (exemplu: kg CCO sau CBO₅/m³ apă uzată).

Concentrația nămolului activ în bazinul de aerare C_N reprezintă cantitatea de nămol activ exprimat ca substanță uscată (SU) sau volatilă (SV) existentă într-un volum dat de bazin de aerare (exemplu: kg SU sau SV/m³ bazin de aerare).

Concentrația nămolului activ în sistemul de recirculare C_{NR} și în sistemul de evacuare reprezintă cantitatea de nămol activ exprimat ca substanță uscată (SU) sau volatilă (SV) existentă într-un volum dat de suspensie recirculată sau evacuată (exemplu: kg SU/m³ suspensie).

Încărcarea organică a nămolului activ I_{ON} , sau raportul hrană/micro-organisme este raportul dintre cantitatea totală de impurități organice, exprimată sub formă de CCO sau CBO₅, influentă zilnic treptei de epurare și cantitatea totală de nămol activ din bazinul de aerare. Încărcarea organică se calculează cu relația:

$$I_{ON} = QC_0/VC_N, \quad (6.3)$$

în care V este volumul total al bazinului. Încărcarea organică I_{ON} se exprimă în kg CCO sau CBO₅ raportate la kilogramul de substanță uscată sau volatilă și zi (kg/kg·zi).

Încărcarea organică a bazinului de aerare I_{ob} este raportul dintre cantitatea de impurități organice, exprimate sub formă de CCO și CBO₅, influentă zilnic

treptei de epurare și volumul total al bazinelor de aerare. I_{ob} se calculează cu relația:

$$I_{ob} = QC_0/V. \quad (6.4)$$

Acest parametru se exprimă în kg de CCO sau CBO₅ raportate la metru cub de volum de aerare și zi (kg/m³·zi).

Indicele de nămol I_n , numit și indicele Mohlman, reprezintă raportul dintre volumul de nămol (V_n) depus, după o decantare de 30 min, dintr-o probă prelevată din bazinul de aerare și masa suspensiilor exprimate ca substanță uscată la 105 °C (C_n) existentă în acea probă:

$$I_n = V_n/C_n. \quad (6.5)$$

Se exprimă în ml/g.

Vârsta nămolului θ_n este considerată ca timpul mediu în care o particulă de nămol activ rămâne sub aerare. Se determină acest timp, împărțind la cantitatea de nămol evacuată ca excedentar zilnic, cantitatea de nămol care se găsește în bazinul de aerare, conform relației:

$$\theta_n = \frac{VC_N}{Q_w C_{NR}}. \quad (6.6)$$

Vârsta nămolului se exprimă, în mod obișnuit, în zile.

Nămolul în exces N_{ex} reprezintă nămolul care trebuie eliminat din proces pentru a păstra în bazinele de aerare o concentrație a acestuia cât mai constantă. Acest nămol excedentar reprezintă, de fapt, cantitativ materialul biologic care apare ca urmare a convertirii impurităților în biomasă. Cu cât apa uzată este mai concentrată, cu atât este mai mare cantitatea de nămol care trebuie evacuată ca excedentar.

Necesarul de oxigen reprezintă cantitatea de oxigen cerută pentru ca procesul să se desfășoare în condiții optime. Oxigenul în proces este utilizat, pe de o parte, pentru oxidarea impurităților, iar pe de altă parte, pentru menținerea viabilității microorganismelor (consumul de oxigen endogen). Necesarul de oxigen trebuie să asigure cantitatea totală de oxigen cerută de proces.

Timpul de retenție hidraulic t sau durata de staționare este raportul dintre volumul bazinelor de aerare V și debitul influent Q conform relației:

$$t = \frac{V}{Q}. \quad (6.7)$$

Se exprimă, în mod obișnuit, în ore.

6.4.3. Construcții și instalații

Bazinele de aerare cu nămol activ. Bazinele de aerare sunt construcții a căror formă în plan poate fi radială, dreptunghiulară sau pătrată. În cazul stațiilor

de mari dimensiuni se folosesc, de regulă, bazinele dreptunghiulare sau pătrate, întrucât în aceste situații se realizează economie de teren constructibil.

Apa uzată decantată primar este alimentată în bazinul de aerare în conformitate cu schema de epurare adoptată în cadrul stației (v. § 6.4.1).

Bazinele de aerare pot fi cu aerare pneumatică sau mecanică.

Atât aerarea pneumatică cât și cea mecanică trebuie să îndeplinească următoarele funcțiuni de bază:

- să asigure un transfer cât mai intens al oxigenului din aer în apa uzată și să contribuie astfel la realizarea în jurul floconului și în interiorul acestuia a condițiilor aerobe;

- să realizeze un amestec cât mai bun între apa uzată și nămolul activ;

- să împiedice flocoanele nămolului să se depună pe radierul bazinului, unde, în absența oxigenului, acestea ar intra în fermentare anaerobă.

Bazinele de aerare pneumatică. Aerarea pneumatică se caracterizează prin introducerea de bule de aer în apă. Acestea sunt, ținând seama de mărimea lor, de trei categorii: bule fine (cu diametrul cuprins între 1,0 și 1,5 mm); bule mijlocii (1,5–3,0 mm); bule mari. Bulele fine sunt obținute prin distribuția aerului prin difuzori poroși. Bulele mijlocii rezultă din distribuția aerului prin conducte prevăzute cu orificii al căror diametru este cuprins între 1 și 5 mm, fiind așezate la distanțe mai mici de 5 mm unele de altele. Bulele mari sunt rezultatul distribuției aerului prin conducte sau plăci găurite, cu deschiderea găurii de peste 5 mm.

Deci, după modul de obținere a bulelor, bazinele de aerare pot fi cu difuzori poroși și cu conducte găurite. Difuzorii poroși pot fi montați uniform distribuiți pe întreaga suprafață a radierului bazinului (fig. 6.6, a), sau lângă perețele acestuia (fig. 6.6, b). În primul caz, aerul ce părăsește difuzorii se îndreaptă spre suprafața lichidului, producând turbulența care favorizează transferul gazelor și menținerea nămolului în suspensie. În al doilea caz, aerul induce în lichidul bazinului curenți în formă de spirală, care au și ei rolul de agitator și de îmbunătățire a transferului.

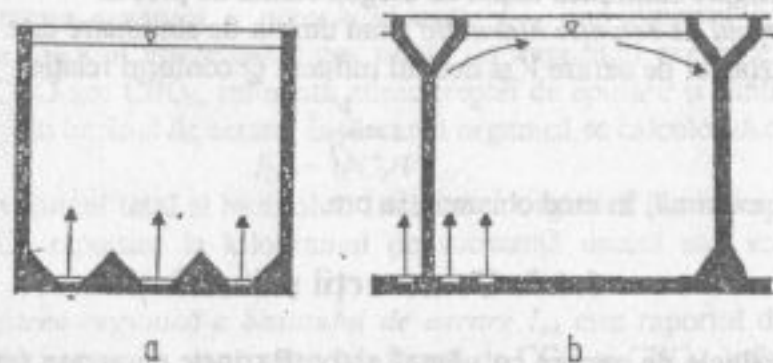


Fig. 6.6. Bazine de aerare pneumatică.

Suprafața ocupată de difuzorii poroși reprezintă circa 15–25% din suprafața bazinelor de aerare. Difuzorii poroși pot fi de formă diferită: plăci, tuburi, discuri, domuri etc. Pentru construirea lor pot fi utilizate betoane speciale, materiale ceramice, materiale plastice, metale poroase etc. Toate acestea trebuie să fie rezistente la uzură și coroziune.

Dimensiunea medie a porilor variază de la 5 la 100 de microni.

Pierderea de sarcină trebuie să fie cât mai mică posibil, ea fiind în mod normal de ordinul 10–200 mm H₂O. Debitul de aer necesar este în funcție de încărcarea cu materii organice a apei uzate și de eficiența de epurare care trebuie realizată.

Cu toate că difuzorii poroși au o bună capacitate de transfer al oxigenului și asigură o agitare corespunzătoare, au marele dezavantaj că se colmatează cu deosebită ușurință.

Pentru a micșora gradul de colmatare, aerul utilizat este filtrat înainte de a fi trecut prin difuzorii poroși.

Conform practicii curente, concentrația în impurități a aerului insuflat nu trebuie să depășească 0,05 mg/m³, optimul fiind 0,03 mg/m³. Există trei tipuri de echipament pentru filtrarea aerului: filtre vâscoase, filtre uscate, electrofiltre.

Filtrele vâscoase constau în perdele de site metalice, de sticlă, de lână sau de alte materiale, îmbibate cu ulei sau cu alt material vâscos adeziv. Ele au capacitatea de a reține particulele de praf cu diametrul mai mare de 10 μ.

Filtrele uscate folosesc pentru reținerea suspensiilor țesături din: fibre de sticlă, bumbac, lână sau alte materiale. Rețin particule mai fine de 10 μ. Pierderea de presiune la aceste filtre este de circa 10–15 mm H₂O, față de pierderea de presiune de 1–10 mm la filtrele vâscoase. Filtrele uscate se schimbă în condițiile în care pierderea de presiune (la traversarea aerului prin ele) depășește de 2–3 ori presiunea inițială.

De multe ori, așezarea în fața fitrelor uscate a unor filtre vâscoase mărește durata de funcționare a primelor.

Electrofiltrele rețin particule până la 0,5 μ. Sunt deosebit de eficiente și au o mare productivitate, întrucât opun o rezistență mică la trecerea aerului.

Bazinele cu aerare pneumatică cu conducte pot avea și ele dispozitive de aerare fie pe tot radierul, fie numai lângă unul dintre pereții verticali.

În fig. 6.7, este arătat sistemul de aerare INKA.

Distribuția aerului se realizează prin conducte găurite așezate perpendicular pe pereți, la o distanță medie de nivelul apei de 0,8 m. La mijlocul bazinului și în lungul acestuia se așază pereți transversali (deflectoare), care ajută la realizarea unui bun amestec în bazin.

Pentru obținerea aerului se pot folosi: ventilatoare, turbosuflante și turbocompressoare.

Ventilatoarele se caracterizează prin furnizarea unor debite mari la presiuni mici ($\max 1,2 \text{ m H}_2\text{O}$); turbosuflantele ating debite ridicate ($5000-10000 \text{ m}^3/\text{h}$) și presiuni de $7 \text{ m H}_2\text{O}$; turbocompresoarele pot realiza presiuni de $100 \text{ m H}_2\text{O}$ și debite foarte mari.

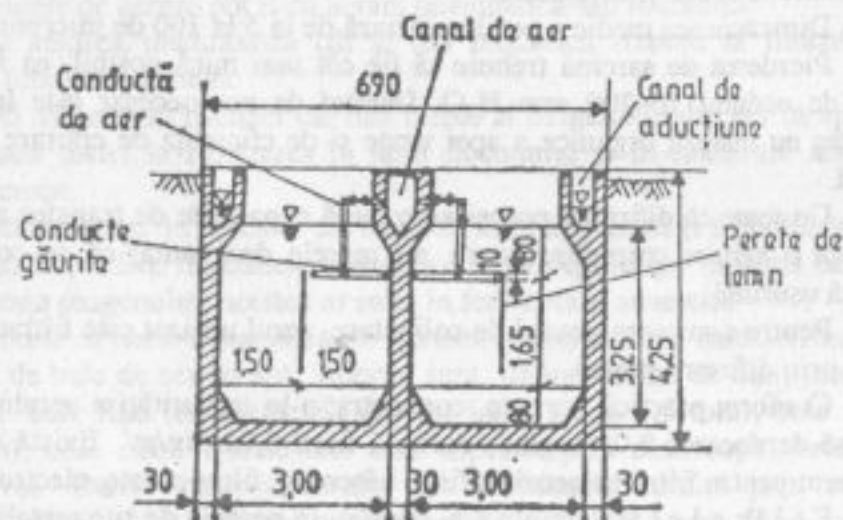


Fig. 6.7. Bazin de aerare de tip INKA.

Bazinele cu aerare mecanică. Aerarea mecanică este un procedeu tehnic prin care se pune în contact apa uzată, nămolul activ și aerul atmosferic în urma unei amestecări mecanice intense.

După felul în care se introduce aerul în conținutul bazinului de aerare, aeratoarele mecanice sunt de trei categorii: cu perii sau palete (cu ax orizontal); cu aspirație; cu rotor (cu ax vertical).

Aeratoarele mecanice cu perii sau palete sunt folosite în prezent, în multe stații de epurare, fiind cunoscute sub numele de perii Kessener, rotoare Mammuth sau aeratoare cu ax orizontal. Bazinele de aerare în care ele sunt montate pot fi de mai multe feluri: canale de formă circulară sau eliptică (fig. 6.8), bazine rectangulare (fig. 6.9).

Principiul de acționare este următorul: prin învârtirea periei se creează, în bazinul de aerare, curenți longitudinali care contribuie la aducerea, în permanență, a straturilor inferioare la suprafață, favorizând astfel contactul cu atmosfera, respectiv cu oxigenul.

Aeratoarele mecanice cu aspirație se bazează pe următorul principiu: la rotirea unui corp cu un anumit profil în apă se creează, datorită curenților de fluid, în unele zone de contact ale corpului cu fluidul, depresiuni sau suprapresiuni. Efectul este întrucâtva similar cu ceea ce se întâmplă

la curgerea unui fluid printr-o conductă pe care este montată o diafragmă. Datorită curentului de fluid, în zona dinaintea diafragmei se creează o suprapresiune, iar în zona din spatele diafragmei o depresiune. La aeratoarele cu aspirație, însă, lichidul „rămâne pe loc” și se mișcă agitatorul.

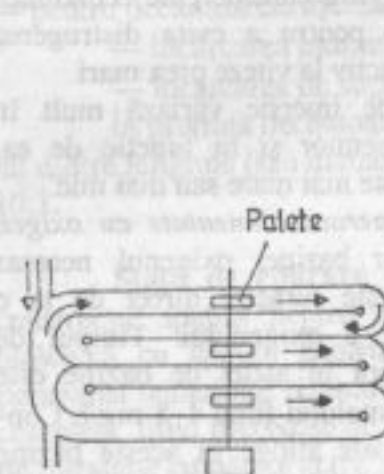


Fig. 6.8. Bazin de aerare cu ax orizontal.

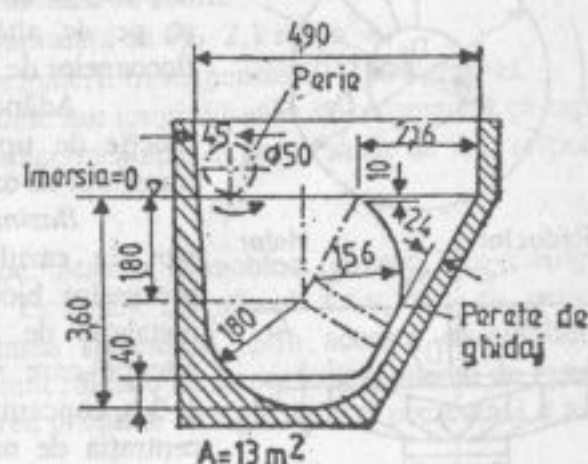


Fig. 6.9. Profil de bazin de aerare cu aerator cu ax orizontal.

Dacă zonele în care apare depresiunea sunt orificii care comunică cu aerul atmosferic, acesta este aspirat și amestecat cu conținutul bazinului de aerare. Acest tip de aerator se folosește în prezent destul de rar.

Tot în cadrul aeratoarelor mecanice cu aspirație, un interes tot mai mare îl reprezintă ejectoarele.

Aeratoarele cu rotor (cu ax vertical) sunt utilaje de aerare cu o mare răspândire în prezent. Există și brevete românești referitoare la aceste sisteme de aerare.

Aeratoarele mecanice sunt compuse din două elemente principale: grupul de acționare format din motor și reductor și rotorul propriu-zis. Acest ansamblu se montează în bazinul de aerare pe un sistem fix, pe o pasarelă, sau mobil, pe plutitori. Grupul de acționare nu prezintă caracteristici deosebite.

Rotorul constituie partea principală a sistemelor de aerare. El este constituit dintr-un disc de intrare inferior D_1 și dintr-unul de ieșire superior D_2 (fig. 6.10). Discul de intrare poate lipsi de multe ori. Între cele două discuri sunt montate paletele. Eficiența de aerare depinde de mulți factori, ca: numărul paletelor, forma acestora, turația imprimată rotorului, adâncimea de imersie etc. Numărul paletelor depinde de diametrele D_1 și D_2 . Cu cât D_2 este mai mare se pot monta mai multe palete. De fapt D_2 constituie caracteristica nominală de identificare a

unui aerator mecanic cu rotor, respectiv de alegerea tipului de aerator. D_1 este o fracțiune din D_2 , ca rezultând constructiv.

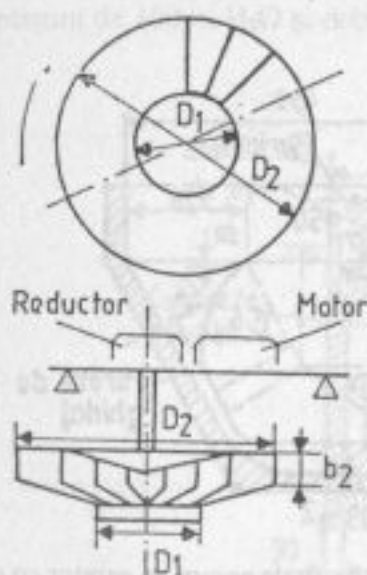


Fig. 6.10. Aerator mecanic cu rotor.

Viteza periferică maximă recomandată acestor tipuri de aeratoare este de 5 m/s, valoare impusă, pe de o parte, din considerente economice și, pe de altă parte, pentru a evita distrugerea flocoanelor de nămol activ la viteze prea mari.

Adâncimea de imersie variază mult în funcție de tipul de aerator și în funcție de ea, transferul de oxigen este mai mare sau mai mic.

Bazinele de aerare alimentate cu oxigen pur. În cazul acestor bazine, oxigenul necesar proceselor biologice este furnizat direct de la o instalație de obținere a oxigenului. Timpul de retenție care se asigură în astfel de bazine este 1-3 h, concentrația nămolului fiind 4-8 mg/l. Concentrația de nămol poate atinge în aceste bazine valori de 4000-5000 mg/l. Pentru o bună utilizare a oxigenului, aceste bazine sunt închise.

Principalul avantaj al bazinelor alimentate cu oxigen pur constă în faptul că oxigenul necesar procesului de epurare este mai ieftin decât cel furnizat prin procedee clasice. În țara noastră se proiectează deja asemenea bazine.

Decantoarele secundare. Decantoarele secundare fac parte integrantă din treapta de epurare biologică; ele au drept scop să rețină nămolul - materiile solide în suspensie separabile prin decantare (pelicula biologică sau flocoanele de nămol activ).

Atât pelicula biologică separată din efluentul filtrelor biologice cât și nămolul activ sunt materiale care intră în fermentare cu deosebită rapiditate. Din acest motiv, evacuarea nămolului activ din decantoarele secundare trebuie realizată în mod continuu.

Pentru separarea nămolului activ, cele mai recomandate decantoare ar fi cele verticale. La stațiile mari de epurare se recurge însă la decantoare radiale sau longitudinale. Constructiv, aceste tipuri de decantoare sunt similare cu cele primare (v. cap. 5).

În ceea ce privește proiectarea, se recomandă conform STAS 4162/2-82 următorii parametri:

— pentru decantoarele așezate după filtrele biologice:

— încărcarea hidraulică de suprafață de circa $1,7 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$, pentru cele așezate după filtrele de mică încărcare biologică și de circa $1,3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$, pentru cele așezate după filtrele biologice de mare încărcare;

— încărcarea deversorului, circa $200 \text{ m}^3/\text{zi} \cdot \text{m}$;

— pentru decantoarele așezate după bazinele de aerare:

— încărcarea hidraulică de suprafață de $0,6-2,1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$;

— încărcarea de suprafață cu materii în suspensie $60-180 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{zi}$.

În privința decantoarelor radiale sau longitudinale, se recomandă ca raportul dintre lungime (sau diametru) și adâncimea apei la pereți să fie de 7:1, respectiv 10:1.

Stații de epurare monobloc. Stațiile monobloc reunesc într-o singură construcție spațiul pentru epurarea biologică cu nămol activ, sau cu pelicula biologică cu spațiul pentru decantarea secundară, prin aceasta eliminându-se pomparea nămolului recirculat. Ele sunt folosite ca trepte independente de epurare completă, fiind precedate de decantarea primară. În fig. 6.11 este prezentată o astfel de instalație cu nămol activ.

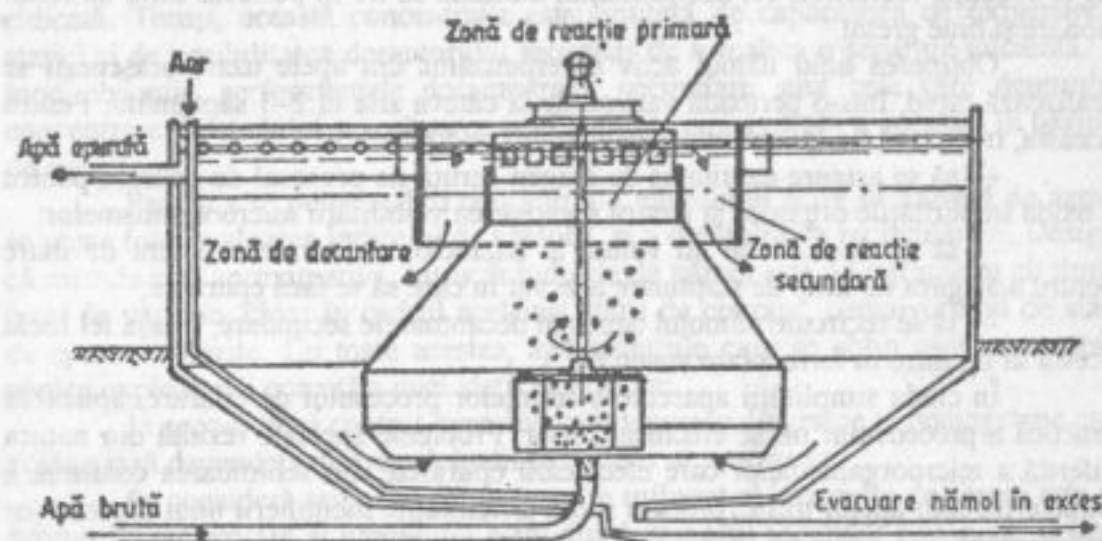


Fig. 6.11. Stație de epurare biologică monobloc.

Este construită dintr-un bazin cilindric cu fund plat. Apa brută sau predecantată, amestecată cu aerul, este introdusă într-un compartiment central, pe la partea inferioară. În această zonă, o turbină cu ax vertical creează o agitație intensă, asigurând un contact strâns între apa brută și nămolul activ. Apoi, apa capătă o mișcare ascensională, ceea ce produce o depresiune la periferia cilindrului central și facilitează accesul în această zonă al nămolului activ depus în zona

exterioră. Apa brută în amestec cu nămolul și aerul insuflat ajung în partea superioară a instalației, unde are loc o primă etapă în îndepărtarea impurităților (zona de reacție primară). Apa și nămolul (aerul se evacuează) trec apoi în zona de reacție secundară, unde are loc o a doua etapă de îndepărtare a impurităților. De aici, apa și nămolul debusează în spațiul exterior de decantare, de unde este evacuată printr-un deversor periferic radial sau prin orificii uniform repartizate.

Circulația lichidului între zona de reacție primară (în care apa circulă de jos în sus) și zona de reacție secundară (în care apa circulă de sus în jos) poate fi reglată prin intermediul unor ferestre care pot fi obstruite în diferite proporții.

Între cilindrul central și pereții exterior pot fi concentratoarele de nămol, dispuse în câteva sectoare de cerc, de unde nămolul excedentar este evacuat.

6.4.4. Exploatarea bazinelor cu nămol activ

Exploatarea normală. În cadrul acesteia se disting o serie de operații.

Pornirea unei instalații noi. Înainte de a se da în funcțiune o stație nouă, trebuie ca toate bazinele și conductele să fie curățate de nisip și de resturile rămase de la execuția lucrărilor, tot echipamentul mecanic să fie în perfectă stare de funcționare și bine gresat.

Obținerea unui nămol activ corespunzător din apele uzate orășenești se realizează rapid, într-o perioadă variind de la câteva zile la 2-3 săptămâni. Pentru aceasta, trebuie să fie îndeplinite următoarele condiții:

- să se asigure cantitatea de oxigen cerută de procesul de epurare pentru a oxida impuritățile organice și pentru menținerea viabilității microorganismelor;
- să se dispună de un volum al bazinelor de aerare suficient de mare pentru a asigura un timp de staționare adecvat în care să se facă epurarea;
- să se recircule nămolul depus în decantoarele secundare, în așa fel încât acesta să nu intre în fermentare anaerobă.

În ciuda simplității aparente a cerințelor procesului de epurare, aplicarea practică a procedurii nu se efectuează ușor. Probleme speciale rezultă din natura diferită a microorganismelor care efectuează epurarea, din schimbarea continuă a caracteristicilor apelor uzate, precum și din dificultățile menținerii unui nămol ușor sedimentabil.

Se poate începe epurarea unei porțiuni până la o treime din debitul de ape uzate influent stației, folosind numai acele părți din stație care sunt necesare prelucrării acestui debit. De exemplu, se pot pune în funcțiune un decantor primar, unul sau două bazine de aerare și un decantor secundar. Debitul efluentului decantorului primar va fi mărit treptat, întregul debit de apă brută putând fi introdus prin stație atunci când concentrația solidelor în suspensie din bazinul de aerare ajunge la 500-800 mg/l. Tot nămolul care sedimentează în decantorul secundar trebuie recirculat imediat în bazinele de aerare, fără să se evacueze nămol în exces.

Cantitatea de aer folosită trebuie să fie suficient de mare pentru a menține în bazinul de aerare o concentrație satisfăcătoare oxigenului. O concentrație de circa 2 mg/l se consideră suficientă. Este important să se asigure o agitare permanentă și de calitate. Nerealizarea unei agitări corespunzătoare conduce la sedimentarea nămolului la fundul sau colțurile bazinelor de aerare, unde va intra în descompunere.

Formarea nămolului activ depinde într-o măsură foarte mare de temperatură. Creșterea masei biologice întârzie în perioadele mai reci și se accelerează în perioadele cu timp mai cald. Rezultă că temperaturile predominante ale aerului și apelor uzate au o influență directă asupra timpului în care se dezvoltă flocoanele de nămol activ.

Controlul și menținerea concentrației de nămol. Despre originea, natura și felul în care nămolul activ acționează pentru îndepărtarea materiilor organice din apă s-a vorbit anterior. Sunt trei categorii de nămoluri care intervin în funcționarea bazinelor de aerare: nămolul activ din bazinul de aerare, nămolul de recirculare (recirculat) și nămolul în exces (excedentar). Stația trebuie exploatată în așa fel, prin reglarea cantităților de nămol recirculat și evacuat ca excedentar, încât în bazinul de aerare să se păstreze o concentrație aproximativ constantă și cât mai ridicată. Totuși, această concentrație este limitată de capacitatea de oxigenare a stației și de posibilitatea decantorului secundar de a realiza o separare eficientă. În mod obișnuit, performanțele decantoarelor secundare sunt cele care determină concentrarea nămolului și realizarea unei anumite concentrații a acestuia în bazinul de aerare.

Pentru a se putea stabili concentrația nămolului activ în bazinul de aerare se poate folosi valoarea indicelui de nămol I_n și a debitului de recirculare q . Desigur că metoda este aproximativă, întrucât indicele de nămol este un parametru cu limite largi de variație, chiar în cadrul aceleiași stații de epurare, nemaivorbind de stații de epurare diferite. Cu toate acestea, aproximațiile care se obțin sunt acceptabile pentru exploatarea corectă a unei stații de epurare.

În scopul unui control operativ, se întocmesc diagrame și nomograme care evidențiază dependența dintre principalii parametri ai procesului.

Se consideră inițial că debitul mediu influent al bazinului de aerare este Q , debitul de recirculare al nămolului activ din decantorul secundar este q , iar debitul de nămol în exces Q_w este nul (nu se evacuează nămol). Volumul maxim ocupat de nămol, exprimat în ml raportat la un litru de suspensie din bazinul de aerare, se poate calcula cu relația:

$$\text{Volum de nămol}^1 = \frac{q}{Q+q} 1000 = V_N \text{ [ml]}. \quad (6.8)$$

¹ Acest volum poate fi comparat cu volumul ocupat de nămolul care sedimentează timp de 30 min în cadrul testelor de determinare a indicelui de nămol.

Pentru apele uzate orășenești, acest raport variază între 10 și 25%, cu o medie de 12%, volumul de nămol depus V_N reprezentând, deci, 100–250 ml/l.

Pentru o anumită stație de epurare se poate construi o nomogramă cu ajutorul căreia se determină valoarea V_N , cunoscându-se debitele Q și q (fig. 6.12).

Obținându-se V_N în modul arătat mai sus, se stabilește în continuare debitul de evacuare a nămolului în exces Q_w .

Cum se procedează?

Se consideră, pentru simplificare, următorul exemplu: debitul de alimentare $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{zi}$ și debitul de recirculare $q = 300 \text{ m}^3/\text{zi}$. Conform relației (6.8) se obține, pentru V_N , în absența evacuării nămolului în exces:

$$V_N = \frac{300}{1000 + 300} 1000 = 230 \text{ ml/l.}$$

În cazul evacuării nămolului excedentar, debitul de recirculare trebuie să fie mai mic de $300 \text{ m}^3/\text{zi}$, dar astfel ales încât înlocuită, noua valoare a acestui q în relația de mai sus, să nu conducă pentru V_N la o valoare mai mică de 200 ml/l (o diferență de 30 de unități).

Astfel, dacă vechea valoare a lui V_N a fost de 230 ml/l , atunci în situația înlăturării nămolului în exces, V_N va trebui cuprins între 200 ml/l și 230 ml/l .

Deci, se poate scrie:

$$V'_N = \frac{q'}{1000 + q'} 1000 = 220 \text{ ml/l} > 200 \text{ ml/l}$$

Din relația de mai sus se obține pentru noul raport de recirculare q' , o valoare de $282 \text{ m}^3/\text{zi}$. Diferența dintre $300 \text{ m}^3/\text{zi}$, vechea valoare a debitului de recirculare și $282 \text{ m}^3/\text{zi}$, noua valoare, o reprezintă debitul de nămol în exces ($Q_w = 18 \text{ m}^3/\text{zi}$). Deci stația se exploatează recirculând în mod continuu un debit de $282 \text{ m}^3/\text{zi}$ și evacuând $18 \text{ m}^3/\text{zi}$ ca excedentar.

În situațiile în care acest control nu se poate realiza, se poate folosi ca indicator pentru nămolul în exces, nivelul stratului acestuia din decantoarele secundare. În general, acest nivel nu trebuie să depășească $0,3 \text{ m}$ de la fundul bazinului.

În continuare, folosind valoarea indicelui volumetric de nămol I_m , se determină și concentrația nămolului activ din bazinul de aerare exprimat ca substanță uscată. Indicele de nămol I_m reprezintă volumul ocupat de un gram de substanță uscată după o sedimentare de 30 min.

Se construiește și în acest caz o nomogramă care exprimă relația dintre volumul nămolului sedimentat la 30 min V_N , indicele volumului de nămol I_m și concentrația nămolului exprimat ca substanță uscată C_N . O astfel de diagramă construită cu date ce caracterizează o stație de epurare a apelor uzate orășenești este prezentată în fig. 6.13.

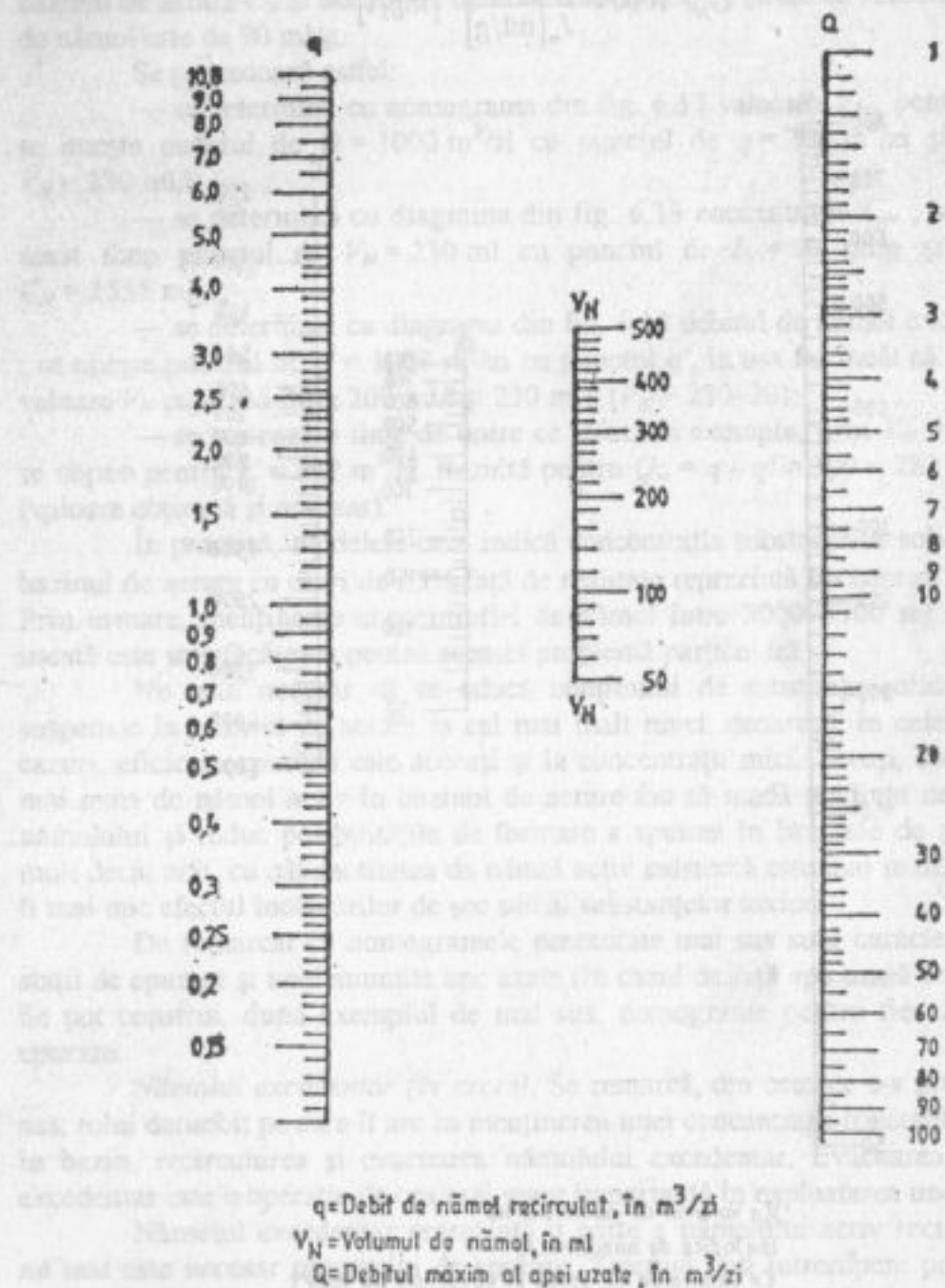
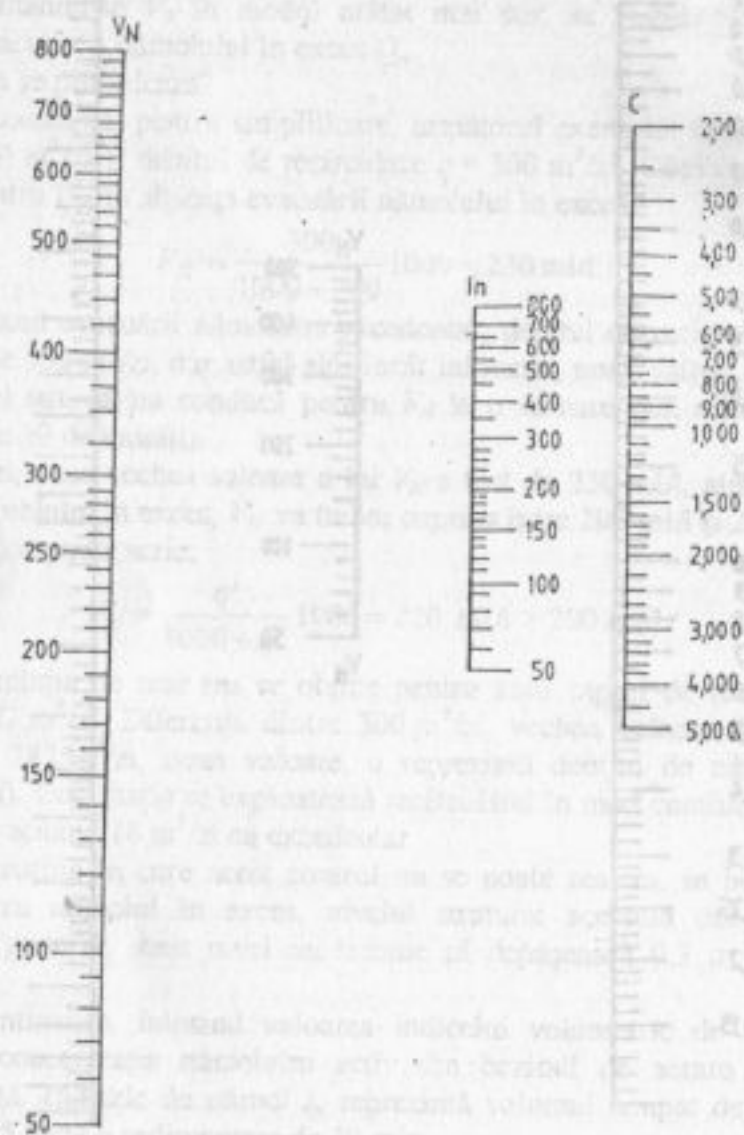


Fig. 6.12. Nomogramă pentru determinarea volumului de nămol sedimentat.

Nomograma din fig. 6.13 se bazează pe relația următoare:

$$C_N \cdot 1000 = \frac{V_N [\text{ml/l}]}{I_n [\text{ml/g}]} [\text{mg/l}]$$



V_N = Volumul de nămol, în ml

I_n = Indice de nămol, ml/g

C = Cantitatea de solide în suspensie, în mg/l

Fig. 6.13. Nomogramă pentru determinarea concentrației de nămol.

Utilizând datele exemplului de mai sus ($Q = 1000 \text{ m}^3/\text{zi}$, $q = 300 \text{ m}^3/\text{zi}$), cu nomogramele din fig. 6.12. și 6.13 se determină concentrația de nămol din bazinul de aerare C_N și debitul de nămol excedentar Q_w , știind că valoarea indicelui de nămol este de 90 ml/g.

Se procedează astfel:

— se determină cu nomograma din fig. 6.12 valoarea V_N ; pentru aceasta, se unește punctul de $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{zi}$ cu punctul de $q = 300 \text{ m}^3/\text{zi}$ și se obține $V_N = 230 \text{ ml/l}$;

— se determină cu diagrama din fig. 6.13 concentrația C_N ; se unește în acest scop punctul de $V_N = 230 \text{ ml}$ cu punctul de $I_n = 90 \text{ ml/g}$ și se obține $C_N = 2555 \text{ mg/l}$;

— se determină cu diagrama din fig. 6.12 debitul de nămol excedentar Q_w ; se unește punctul de $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{zi}$ cu punctul q' , în așa fel încât să se obțină o valoare V_N cuprinsă între 200 ml/l și 230 ml/l ($V_N > 230 - 30$);

— se trasează o linie de unire ce trece, de exemplu, prin $V_N = 220 \text{ ml/l}$ și se obține pentru $q' = 282 \text{ m}^3/\text{zi}$. Rezultă pentru $Q_w = q - q' = 300 - 282 = 18 \text{ m}^3/\text{zi}$ (valoare obținută și mai sus).

În practică, modelele care indică concentrația substanțelor solide aflate în bazinul de aerare cu erori de $\pm 5\%$ față de realitate reprezintă un control foarte bun. Prin urmare, menținerea concentrației de nămol între 3000–3300 mg/l substanță uscată este satisfăcătoare pentru această problemă particulară.

Nu este necesar să se aducă conținutul de substanțe solide aflate în suspensie în bazinul de aerare la cel mai înalt nivel, deoarece, în cele mai multe cazuri, eficiența epurării este aceeași și la concentrații mici. Totuși, concentrațiile mai mari de nămol activ în bazinul de aerare fac să scadă tendința de umflare a nămolului și reduc posibilitățile de formare a spumei în bazinele de aerare. Mai mult decât atât, cu cât cantitatea de nămol activ existentă este mai mare, cu atât va fi mai mic efectul încărcărilor de șoc sau al substanțelor toxice.

De remarcat că nomogramele prezentate mai sus sunt caracteristice unei stații de epurare și unei anumite ape uzate (în cazul de față apă uzată orășenească). Se pot construi, după exemplul de mai sus, nomograme pentru fiecare stație de epurare.

Nămolul excedentar (în exces). Se remarcă, din ceea ce s-a prezentat mai sus, rolul deosebit pe care îl are în menținerea unei concentrații constante de nămol în bazin, recircularea și evacuarea nămolului excedentar. Evacuarea nămolului excedentar este o operație de cea mai mare importanță în exploatarea unei stații.

Nămolul excedentar reprezintă o parte a nămolului activ recirculat, care nu mai este necesar procesului de epurare. Trecând fără întrerupere prin bazinele de aerare, impuritățile din apa uzată se transformă în nămol activ, iar concentrația acestuia în bazine s-ar mări neconținut prin recirculare, dacă nu s-ar evacua. Din

materia organică adusă cu apa uzată, circa 10% este distrusă în cadrul proceselor biologice pentru obținerea de energie, restul este utilizată pentru formarea unui nămol activ nou; de exemplu, dacă nu se elimină nămolul în exces într-o stație orășenească timp de 12 h, se constată că volumul nămolului s-a mărit cu 4%. Debitul de nămol în exces care trebuie evacuat, pentru a menține constantă cantitatea de nămol de recirculare, este, de obicei, cuprins între 1,5 și 3,0% din debitul influent.

Astfel, cu cât apa este mai concentrată, cu atât cantitatea de nămol este mai mare și, respectiv, este mai mare și procentul de nămol în exces.

Evacuarea nămolului în exces permite controlul a încă doi parametri foarte importanți pentru exploatarea stațiilor de epurare: vârsta nămolului și încărcarea organică a acestuia.

S-a arătat anterior [v. relația (6.6)] că vârsta nămolului exprimă durata în care o particulă de nămol activ rămâne sub aerare și că se poate obține prin împărțirea cantității totale de nămol din bazinul de aerare la cantitatea de nămol evacuată în exces zilnic. Se consideră exemplul discutat mai sus, în care $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{zi}$; $q = 282 \text{ m}^3/\text{zi}$; $Q_w = 18 \text{ m}^3/\text{zi}$; $C_N = 2,55 \text{ g/l}$ și în care se mai presupune că timpul de retenție este $t = 0,166$ zile (4 h) și concentrația de nămol în debitul recirculat $C_{NR} = 12 \text{ g/l}$.

În aceste condiții, volumul bazinului de aerare este:

$$V = Q \cdot t = 1000 \text{ m}^3/\text{zi} \cdot 0,166 \text{ zile} = 166 \text{ m}^3.$$

Cantitatea totală de nămol exprimat ca substanță uscată din bazinul de aerare este:

$$V \cdot C_N = 166 \text{ m}^3 \cdot 2,55 \text{ kg/m}^3 = 423,3 \text{ kg SU}.$$

Cantitatea totală de nămol în exces evacuată zilnic, exprimat ca substanță uscată este:

$$Q_w \cdot C_{NR} = 18 \text{ m}^3/\text{zi} \cdot 12 \text{ kg/m}^3 = 216 \text{ kg/zi}.$$

Vârsta nămolului activ este dată de:

$$\frac{V_{CN}}{Q_w C_{NR}} = \frac{423,3}{216} = 1,96 \text{ zile}.$$

Capacitatea nămolului activ, raportată la masa acestuia, de a metaboliza impuritățile din apele uzate, scade cu creșterea vârstei nămolului. Cu alte cuvinte, cu cât un nămol este mai bătrân (are o vârstă mai mare), cu atât este mai redusă cantitatea de impurități îndepărtată de unitatea de masă de nămol. Astfel: 1 gram de nămol activ (exprimat ca substanță volatilă) care are vârsta de 2 zile îndepărtează circa 1 gram de CBO_5 într-o zi, iar 1 gram de nămol cu o vârstă de 4 zile îndepărtează în același interval de o zi numai 0,5 grame de CBO_5 . Cu toate că îndepărtează o cantitate mai mică de CBO_5 , totuși, în bazinele în care nămolul este mai în vârstă, se obțin eficiențe mai mari de epurare. În acest sens, eficiența de

epurare care se obține cu un nămol care are o vârstă de două zile poate fi de 90%, iar eficiența obținută cu un nămol de 4 zile poate fi de 96%. Cu toate acestea, într-o instalație nu trebuie menținut un nămol prea în vârstă, întrucât sunt necesare cantități prea mari de aer pentru întreținerea viabilității acestuia și se intensifică foarte mult procesele prin care nămolul activ se autoconsumă (consumul endogen). Nămolul activ cu vârstă mai mare suportă mult mai bine șocurile de concentrație și de debit care pot să apară în stațiile de epurare. Pentru o stație de epurare a apelor uzate orășenești, un nămol cu o vârstă cuprinsă între 4 și 6 zile poate să asigure o eficiență de epurare de 94–96%.

Încărcarea organică a nămolului activ [v. relația (6.3)] reprezintă raportul dintre cantitatea de impurități introduse zilnic în bazinele de aerare și cantitatea totală de nămol din bazine. Dacă se consideră aceleași exemple de mai sus, în care se mai presupune că în influentul bazinului de aerare concentrația de CBO_5 este de $C_0 = 0,3 \text{ g/l}$, iar de CCO de $C_0 = 0,4 \text{ g/l}$, se poate calcula încărcarea în modul următor:

Cantitatea de impurități introdusă zilnic în bazinele de aerare este de:

$$Q \cdot C_0 = 1000 \text{ m}^3/\text{zi} \cdot 0,3 \text{ kg/m}^3 \text{ CBO}_5 = 300 \text{ kg/zi CBO}_5$$

și

$$Q \cdot C_0 = 1000 \text{ m}^3/\text{zi} \cdot 0,4 \text{ kg/m}^3 \text{ CCO} = 400 \text{ kg/zi CCO}.$$

Cantitatea de nămol activ din bazinele de aerare este de 423 kg SU (v. mai sus).

Încărcarea organică a nămolului activ este:

$$I_{ON}(\text{CBO}_5) = \frac{300 \text{ kg/zi CBO}_5}{423 \text{ kg SU}} = 0,71 \text{ kg/kg} \cdot \text{zi CBO}_5;$$

$$I_{ON}(\text{CCO}) = \frac{400 \text{ kg/zi CCO}}{423 \text{ kg SU}} = 0,95 \text{ kg/kg} \cdot \text{zi CCO}.$$

Cantitatea de impurități introdusă în bazinele de aerare se poate raporta și la volumul acestora și atunci se obține încărcarea organică a bazinului I_{ob} [v. relația (6.4)]. Folosind datele exemplurilor de mai sus, se obțin următoarele valori:

$$I_{ob}(\text{CBO}_5) = \frac{300 \text{ kg/zi CBO}_5}{166 \text{ m}^3} = 1,81 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{zi CBO}_5;$$

$$I_{ob}(\text{CCO}) = \frac{400 \text{ kg/zi CCO}}{166 \text{ m}^3} = 2,41 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{zi CCO}.$$

Oxygenul necesar procesului. În stațiile de epurare prevăzute cu aerare pneumatică, aerul, respectiv oxygenul este alimentat prin difuzoare, care sunt așezate sub nivelul apei, realizându-se așa-numita aerare prin bule; în stațiile de

epurare prevăzute cu aerare mecanică, oxigenul din atmosferă este introdus în apă prin acționarea aeratoarelor, realizându-se așa-numita aerare de suprafață. În ambele tipuri de aerare trebuie asigurată o cantitate de circa 2 mg/l oxigen în tot volumul bazinului de aerare. Valori de peste 2 mg/l nu pot fi justificate de necesități practice.

La orice bazin de aerare, indiferent de modul de aerare (pneumatic sau mecanic), există două căi prin care se transferă oxigenul în volumul bazinului de aerare:

- transferul prin intermediul bulelor de aer, care sunt introduse în volumul bazinului de aerare;
- transferul prin suprafața apei, expusă direct aerului atmosferic.

Pentru un anumit sistem de aerare cantitatea de oxigen transferată de la bulele introduse în conținutul bazinului depinde în mare măsură de timpul de contact dintre aceste bule și apa bazinului și de turbulența din lichid. Pentru a mări acest timp de contact, viteza de curgere a apei prin bazin trebuie să fie redusă, iar traiectoria bulelor să fie cât mai lungă.

Absorbția oxigenului prin stratul de apă de la suprafața bazinelor este proporțională cu suprafața apei în contact cu aerul și cu viteza cu care acest strat de la suprafață este amestecat cu restul volumului de lichid. Este evident că suprafața liniștită a unui curs de apă domol dă posibilitatea dizolvării unei cantități mici de oxigen, deoarece atât suprafața cât și turbulența sunt mici. Prin comparație, un volum de apă supus agitației valorilor expune o suprafață mai mare aerului, se amestecă mai bine și cantitatea de oxigen dizolvat va fi mai mare.

Mentținerea unei anumite concentrații de oxigen dizolvat într-un bazin de aerare depinde de următorii factori:

- cantitatea de oxigen transferată lichidului bazinului de aerare prin sistemele de aerare;
- timpul de staționare a apei în bazinele de aerare;
- concentrația apelor uzate în impurități oxidabile;
- concentrația și caracteristicile nămolului activ din bazinul de aerare.

În urma cercetărilor și ca urmare a datelor culese din exploatare, s-a stabilit că la intrarea în bazinul de aerare, consumul de oxigen este mai mare decât la ieșire; de aceea, se recurge la aerarea mai intensă a capătului amonte al bazinului și mai puțin intensă al celui din aval, dacă nu s-a adoptat schema de distribuție în etape (fig. 6.5, *b* și *c*). Procedeu de a introduce aerul în cantități variabile de-a lungul bazinului este cunoscut sub numele de aerare treptată. Acest tip de aerare poate conduce, uneori, în exploatare, la economie de energie.

Inițial, cantitatea de aer necesar se stabilea pornind de la consumul biochimic de oxigen al apelor influente stației; se admite că este necesar un consum de 1 kg oxigen pentru a îndepărta 1 kg CBO₅. Între timp, s-a

arătat că există o relație între oxigenul necesar și cantitatea de CBO₅ îndepărtat. Astfel, pentru un randament de epurare a CBO₅-ului de 80%, este necesar un consum de 0,5 kg oxigen/kg CBO₅ îndepărtat, iar pentru un randament de 98% acest consum ajunge la 1,5 kg/kg. Pentru un randament de 95% a CBO₅-ului, consumul de oxigen este de 0,9 kg/kg.

Sistemele de aerare trebuie să introducă în bazinele de aerare o cantitate de oxigen mai mare decât cea necesară. Aceasta întrucât se au în vedere o serie de factori care influențează transferul, ca: difuzia oxigenului prin apă, temperatura, presiunea atmosferică, prezența nămolului activ etc.

În acest sens, sistemele de aerare trebuie să aibă o anumită capacitate de aerare, care să asigure necesarul. De obicei, această capacitate de aerare se calculează cu relații mai complicate, în care se ține seama de influența factorilor prezentați mai sus. Se poate considera pentru simplificare, în cazul general, că între capacitatea de oxigenare și necesarul de oxigen există un raport 2:1.

Într-o stație de epurare se pot folosi următoarele mijloacele prin care să se realizeze controlul concentrației de oxigen:

În cazul aerării pneumatice:

— se mărește debitul de aer, prin: mărirea vitezei suflantei; pornirea unor suflante suplimentare;

— se micșorează debitul de ape uzate, prin: punerea în funcțiune a mai multor bazine de aerare, în situația în care există în cadrul stației; creșterea debitului în anumite bazine, astfel încât debitul în alte bazine să fie suficient de scăzut pentru a menține concentrația de oxigen dizolvat la nivel convenabil; by-pasarea unei părți a efluentului bazinului de aerare în receptor. Acest procedeu nu este recomandabil și ar trebui folosit numai ca o ultimă măsură.

În cazul aerării cu dispozitive mecanice:

— se mărește viteza aeratorului mecanic, dacă este posibil;

— se pun în funcțiune mai multe echipamente de aerare;

— se by-pasează o parte din influentul bazinului de aerare în receptor.

Acest procedeu, așa cum s-a arătat mai sus, nu este recomandabil și ar trebui folosit numai ca ultimă măsură.

Eficiența treptei de epurare cu nămol activ. Toate operațiile care se execută în cadrul exploatării normale a unei trepte biologice urmăresc obținerea unor eficiențe de epurare cât mai ridicate. Eficiența de epurare depinde de toți parametrii procesului de epurare cu nămol activ, cum ar fi:

— concentrația impurităților în influentul bazinului de aerare C_0 (CCO), C_0 (CBO₅);

— debitul influentului Q ;

— timpul de retenție hidraulică t ;

- încărcarea organică a nămolului activ I_{ON} ;
- încărcarea organică a bazinului de aerare I_{ob} ;
- concentrația nămolului activ în bazinul de aerare C_N ;
- debitul nămolului activ recirculat q ;
- debitul nămolului activ în exces Q_w ;
- concentrația nămolului în debitul recirculat C_{NR} ;
- oxigenul introdus în bazinele de aerare.

Între toate aceste elemente, parametrul care influențează eficiența procesului de epurare biologică, în mod deosebit, este încărcarea organică a nămolului activ. Aceasta întrucât încărcarea organică a nămolului activ, I_{ON} , este o mărime care înglobează influențele celor mai mulți parametri ai procesului cu nămol activ.

Cum se manifestă această influență a diversilor parametri?

Se consideră relația de definiție a încărcării organice I_{ON} :

$$I_{ON(CCO)} = \frac{QC_{(CCO)}}{VC_N}; \quad I_{ON(CBO_5)} = \frac{QC'_{(CBO_5)}}{VC_N}.$$

Se urmărește, în continuare, cum parametri enumerați mai sus influențează încărcarea:

- creșterea debitului influent Q și concentrația influentului în impurități C_0 sau C_0' măresc încărcarea organică;
- creșterea volumului V scade încărcarea organică;
- raportul Q/V care are semnificația inversului timpului de retenție hidraulică conține, deci, influența lui t asupra încărcării;
- mărirea concentrației C_N a nămolului în bazinul de aerare scade încărcarea organică a nămolului; dar mărirea concentrației C_N se poate realiza prin creșterea debitului de recirculare q , sau scăderea debitului de nămol în exces Q_w ; în același timp, se poate crește valoarea C_N , deci se scade încărcarea dacă se mărește concentrația nămolului activ C_{NR} , la baza decantorului secundar (în recirculat); creșterea lui C_{NR} depinde de performanțele decantorului;
- oxigenul introdus poate influența încărcarea în modul următor: lipsa de oxigen contribuie la umflarea nămolului; un nămol umflat nu sedimentează bine, deci se obține o concentrație mică C_{NR} în debitul recirculat; reiese clar că o cantitate de oxigen insuficientă în bazinele de aerare are ca efect o creștere a încărcării.

Experiența a dovedit că de cele mai multe ori creșterea încărcării organice este asociată cu scăderea eficienței de epurare, iar scăderea acesteia cu creșterea eficienței.

De fapt, influența încărcării organice poate fi stabilită cu atâta siguranță doar pentru apele uzate menajere și orășenești, în care ponderea apelor industriale este mică și care au o compoziție destul de asemănătoare.

Pentru apele uzate orășenești, a căror epurare se studiază încă de la începutul secolului, au fost întocmite diagrame și tabele în care este prezentată relația dintre încărcarea organică a nămolului activ și eficiența de epurare (tabelul 6.1 și fig. 6.14).

Tabelul 6.1

Parametrii de proiectare ai bazinelor cu nămol activ pentru epurarea apelor uzate orășenești

Specificații	Simbol	UM	Epurarea cu stabilizarea nămolului	Epurarea cu nitrificare	Epurarea pt. evacuarea în emisar a unui CBO ₅	
					20 mg/l	30 mg/l
Încărcarea organică a bazinului	I_{ob}	kg CBO ₅ /m ³ bazin-zi	0,25	0,50	1,00	2,00
Încărcarea organică a nămolului	I_{ON}	kg CBO ₅ /kg SU-zi	0,05	0,15	0,30	0,60
Încărcarea hidraulică a bazinului	I_h	m ³ apă uzată/m ³ bazin	0,83	2,50	5,10	10,80
Concentrația nămolului activ în bazin	X	kg SU/m ³ bazin	5,00	3,30	3,30	3,30
Indicele de nămol	I_n	ml/g	100	150	150	150
Raportul de recirculare	r	%	100	100	100	100
Nămol în exces	N_{ex}	kg SU/m ³ bazin-zi	0,20	0,37	0,85	1,80
Oxigenul necesar	O_n	kg O ₂ /m ³ bazin-zi	0,47	0,79	1,12	1,44
Capacitatea de oxigenare	CO	kg O ₂ /kg CBO ₅ îndepărtat	2,00	2,00	1,43	0,9
Timpul de aerare	t	h	—	4	2	1
Vârsta nămolului	θ_n	zile	25	9	4	2

Pentru celelalte ape uzate, în special cele provenite din industrie și agricultură, și chiar pentru apele uzate orășenești cu o pondere însemnată de ape

uzate industriale, se impune studierea lor separată în scopul stabilirii relațiilor dintre eficiență și ceilalți parametri ai procesului.

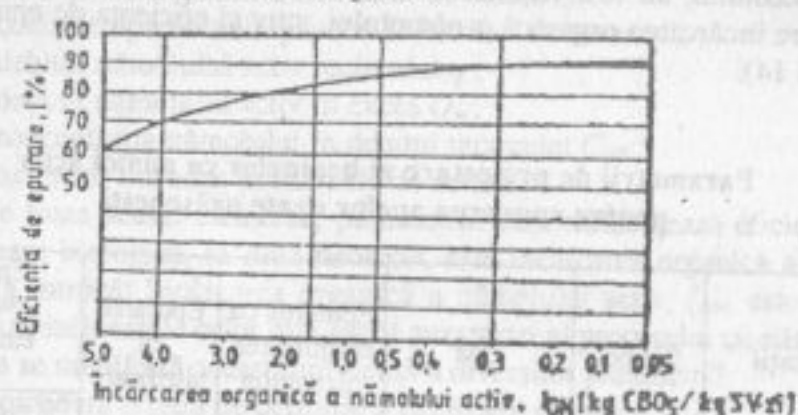


Fig. 6.14. Variația eficienței de epurare în funcție de încărcarea organică.

Deranjamente în exploatare. Pot să fie de mai multe feluri.

Schimbări ale indicelui de nămol. Cauza: nămolul activ este o cultură de microorganisme, eterogenă, formată dintr-un număr de specii și genuri, ale cărei proprietăți specifice se modifică datorită variației caracteristicilor apelor uzate și a condițiilor de exploatare; ca urmare a acestor variații, indicele de nămol se schimbă din timp în timp.

Indicele de nămol se modifică atunci când:

— apele uzate conțin materii inerte, cu densitate mare, cum ar fi argilele, cenușa, particulele fine de nisip etc.; în aceste condiții, indicele de nămol scade; scăderea arată că nămolul sedimentează cu ușurință și că nu sunt probleme deosebite în exploatarea decantoarelor secundare;

— apele uzate conțin mari cantități de substanțe organice, care contribuie la creșterea încărcării nămolului activ: atunci, indicele de nămol crește. Condițiile care provoacă creșterea indicelui de nămol pot crea probleme deosebite la separarea, concentrarea și recircularea nămolului din decantoarele secundare în bazinele de aerare. Dacă indicele de nămol crește în asemenea măsură încât este afectat procesul de epurare biologică, se spune că nămolul se „umflă“;

— concentrația de oxigen în bazinul de aerare scade sub anumite limite. Se pare că microorganismele care „populează nămolul umflat“ se dezvoltă mai bine la concentrații scăzute de oxigen.

Prevenirea și remedierea se realizează prin:

— creșterea concentrațiilor de nămol activ în bazinul de aerare și menținerea acestora la valori ridicate cât mai mult posibil. S-a demonstrat practic că tendința spre „umflare“ a nămolului este dată de unele microorganisme filamentoase sau cu aspect gelatinos, a căror creștere este încetinită de concentrațiile

mari de biomasă (nămol activ). Menținerea unor concentrații ridicate de biomasă în bazinul de aerare depinde de capacitatea sistemului de aerare de a asigura cu oxigen procesul în asemenea condiții și de cea a instalațiilor de recirculare și evacuare a nămolului excedentar;

— creșterea cantității de aer introduse în bazinele de aerare; s-a dovedit, uneori, a avea un efect pozitiv asupra umflării nămolului;

— administrarea nămolului recirculat, a unor doze de clor alese judicios. Dozele considerate, în general, eficiente sunt de 10–20 mg/l (valori raportate la volumul nămolului recirculat). Dozele de clor se pot raporta și la conținutul de suspensii exprimate ca substanță uscată; în acest sens, se recomandă doze de clor de 0,3–0,6% din substanța uscată. Efectul clorului asupra umflării s-a atribuit mai multor cauze. Printre altele, el ar scoate apa strâns legată de materia gelatinoasă din nămolul activ. Aplicarea clorului pentru controlul umflării nu înlătură cauzele fenomenului, așa încât tratamentul este eficace atât timp cât se aplică;

— amestecarea nămolului fermentat anaerob cu nămolul activ. Procedul presupune amestecarea de nămol fermentat cu nămol activ recirculat în raport de 1:1, aerarea amestecului un anumit interval de timp și introducerea nămolului activ astfel obținut în bazinele de aerare. Scăderea indicelui de nămol este cu atât mai pronunțată cu cât cantitatea de nămol fermentat adăugat, exprimată sub formă de substanță uscată, este mai mare.

Aceste intervenții în exploatare sunt recomandate, de obicei, pentru combaterea umflării nămolului în stațiile de epurare a apelor uzate orășenești. Aplicarea lor conduce mai mult sau mai puțin la scăderea indicelui de nămol.

Problema umflării nămolului este însă deosebit de importantă, atât pentru stațiile de epurare mecano-biologice orășenești, cât și pentru unele stații de epurare biologică industriale, iar combaterea acestui fenomen nu este deloc simplă, întrucât „umflarea“ apare ca rezultatul influenței unui foarte mare număr de factori.

Ridicarea nămolului activ la suprafață. Cauza: nitrificarea excesivă. Nitrificarea, de fapt, provoacă două dezavantaje majore:

— flotarea nămolului separat în decantor, la suprafața acestuia. Acțiunea se datorește gazelor produse de unele bacterii anaerobe, care în absența oxigenului descompun azotații din apă, producând, printre altele, azot și bioxid de carbon. Bulele de gaz în drumul lor ascendent antrenează și nămolul activ. Aceste fenomene de nitrificare și flotare a nămolului au loc dacă se lasă să se acumuleze la baza decantorului (pe radier) un strat considerabil de nămol. Când nămolul plutește la suprafața decantorului, în efluentul acestuia se înregistrează o creștere semnificativă a concentrației de suspensii;

— accentuarea fenomenelor de eutrofizare (degradare) a receptorilor, din cauza conținutului mare de săruri de azot (azotați și azotiți). Aceste săruri au rolul de fertilizanti pentru flora acvatică, care se va dezvolta excesiv, iar după moarte,

materia organică pe care o conțin contribuie la o scădere pronunțată a concentrației de oxigen, ceea ce pune în pericol existența vieții în receptor.

Prevenirea și remedierea: când apare nămolul plutitor la suprafața apei în decantoarele secundare, se pot lua următoarele măsuri:

- se mărește debitul de nămol activ recirculat, care se pompează din decantorul secundar; acesta reduce timpul de staționare a nămolului pe radierul decantorului și crește perioada de timp în care nămolul este sub aerare;

- se reduce încărcarea cu ape uzate a bazinului de aerare, prin punerea în funcțiune a unor unități de rezervă;

- se mărește viteza de mișcare a mecanismelor de colectare a nămolului;

- se reduce aerarea prin scoaterea din funcțiune a unor echipamente de aerare; micșorarea aerării are ca efect o reducere a nitrificării.

Formarea spumei. Cauza: concentrații mari de detergenți sau alte produse tensioactive în apele uzate.

Spuma tinde să se formeze pe laturile bazinelor de aerare opuse acelor pe care sunt amplasate dispozitivele de aerare. În cazul turbinelor de aerare cu ax vertical, spuma se strânge la periferia bazinelor. Spuma se adună în cantitate mare, se revarsă peste pasarele și scări de acces, făcându-le alunecoase și periculoase, mai ales în porțiunile în care sunt murdare. Vântul poate împrăști spuma în incinta stației, murdărind construcțiile și constituind un pericol pentru sănătatea muncitorilor.

Cantitatea spumei formate crește în funcție de:

- scăderea concentrației de materii solide (nămol activ) în lichidul aerat;

- creșterea aerării și a gradului de amestec;

- creșterea eficienței de epurare a apelor uzate;

- creșterea temperaturilor atmosferice.

Prevenirea și remedierea se realizează astfel:

- se stropesc suprafețele acoperite cu spumă cu apă curată, efluent epurat, apă decantată etc.;

- se aplică pe suprafața bazinului cantități mici de substanțe anti-spumante. Antispumanții sunt substanțe active care îndepărtează rapid spuma, dar care nu sunt eficiente decât pe perioade scurte; este de multe ori necesară aplicarea lor de câteva ori pe oră;

- se mărește concentrația de nămol activ din bazinul de aerare, prin creșterea gradului de recirculare și reducerea evacuării de nămol excedentar. Acest mod de combatere a spumei s-a dovedit cel mai eficient. Pentru a putea fi aplicat cu rezultate bune, este necesar ca nămolul activ să aibă un indice al nămolului mic.

Determinări și înregistrări. În scopul exploatarei și realizării unei eficiențe cât mai ridicate, se determină și se înregistrează:

- debitul de apă uzată influent bazinului de aerare;

- concentrația oxigenului dizolvat din bazinele de aerare, decantoarele secundare și sistemul de recirculare a nămolului, cel puțin o dată pe zi;

- concentrația substanțelor organice exprimate sub forma de CCO și CBO, în influentul bazinului de aerare și în efluentul decantorului secundar. Pe baza acestor determinări se calculează eficiența de epurare a treptei biologice, încărcarea organică a acesteia, necesarul de oxigen. Determinările trebuie făcute zilnic pentru stațiile mari și nu mai puțin de două ori pe săptămână pentru stațiile mici;

- concentrația nămolului activ exprimat ca substanță uscată și volatilă din bazinele de aerare, efluentul decantorului secundar și din nămolul recirculat;

- cantitatea de nămol recirculat și evacuat ca excedentar;

- cantitatea de aer introdus în bazinele de aerare;

- consumul de curent electric necesar funcționării utilajelor și aparatelor de măsură și control;

- timpul necesar deservirii curente a bazinelor cu nămol activ, cel necesar reparațiilor și remedierilor de funcționare.

6.5. Epurarea în filtre biologice (biofiltre)

În cazul filtrelor biologice, cultura de microorganisme este depusă pe un suport inert din punct de vedere biologic. Astfel, filtrele biologice sunt construcții de epurare care conțin un material granular de umplutură (pietriș, zgură, cocs, material ceramic, material plastic etc.), pe care se formează pelicula biologică care contribuie la biooxidarea impurităților din apa uzată. Procesele prin care impuritățile sunt transformate în biomasă sunt similare celor ce au loc la epurarea cu nămol activ.

Schematic, epurarea apelor uzate în filtrele biologice este reprezentată în fig. 6.15. Apa cu conținut de impurități este introdusă pe la partea superioară a filtrului biologic, străbate materialul granular de umplutură pe care crește pelicula biologică și părăsește instalația pe la partea inferioară. Întrucât o singură parcurgere a materialului de umplutură nu este, uneori, suficientă pentru asigurarea eficienței de epurare dorite, efluentul se recirculă. Ca urmare a îndepărtării impurităților de către pelicula biologică, aceasta crește și se desprinde de pe umplutură la numite intervale de timp (fenomen de „năpârlire”). Pelicula desprinsă se înlătură din efluentul epurat prin decantare. Fitrul biologic este urmat, deci, de un decantor secundar.

Similar epurării biologice cu nămol activ, și în cazul filtrului biologic rolul esențial în epurare este deținut de bacterii. Pe lângă acestea, filtrele biologice adăpostesc un număr mare de microorganisme și organisme: protozoare, viermi,

crustacee, larve de insecte etc. Filtrele biologice sunt deseori infestate de musca *Psychoda*. Ea nu „înțeapă”, însă pătrunde în ochii, urechile, nările oamenilor și animalelor. Raza ei de zbor este mică, 50–100 m, dar vântul o poate transporta la mari distanțe.

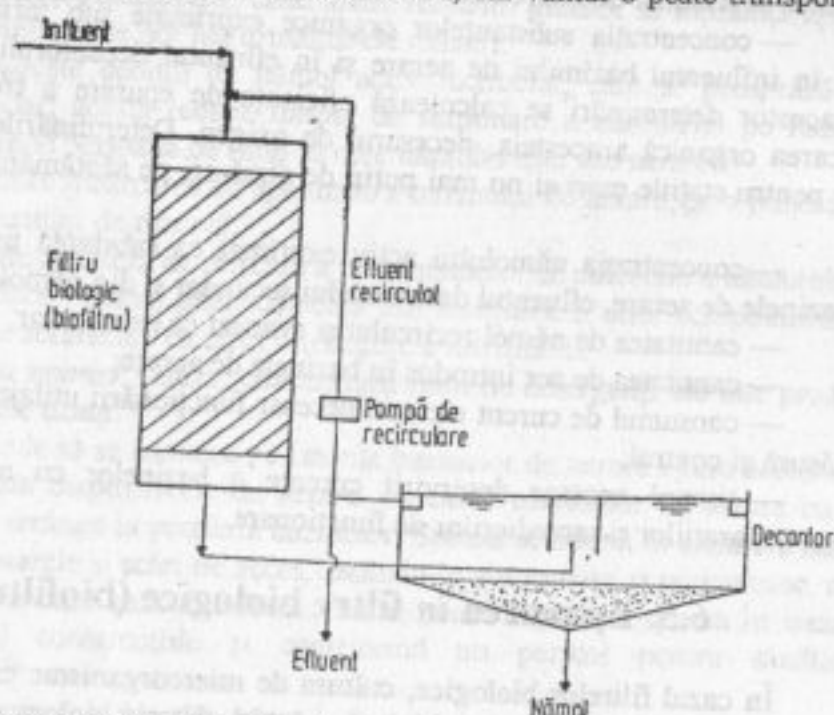


Fig. 6.15. Schema epurării apelor uzate într-un filtru biologic.

În filtrele biologice mai trăiește o mică insectă, *Achorutes*, care ajunge în mod natural în filtrul biologic sau se poate introduce artificial, contribuind și ea la distrugerea materiilor organice, deoarece se hrănește cu acestea, existente în principal pe pelicula biologică. *Psychoda* și *Achorutes* se găsesc rareori împreună în filtrele biologice.

În filtrele biologice nu se creează un mediu acvatic propriu-zis sau un mediu uniform. Condițiile pe care le oferă biofiltrul variază odată cu înălțimea acestuia. Astfel, formele de viață mai evoluate – viermi, insecte, hidracarieni etc. – împreună cu algele se dezvoltă mai mult în partea superioară sau numai pe partea superioară, la lumină (vezi algele). Pe măsură ce apa uzată pătrunde în adâncime, respectiv este mai curată, apar schimbări în conținutul și felul organismelor prezente la diferite niveluri.

6.5.1. Parametrii filtrului biologic

Epurarea apelor uzate în filtrele biologice este caracterizată de următorii parametri:

Raportul de recirculare, n_r , este raportul dintre debitul effluentului recirculat Q_r și debitul influent Q (vezi recircularea nămolului activ):

$$n_r = \frac{Q_r}{Q} \quad (6.9)$$

Factorul hidraulic al recirculării F_h este raportul dintre debitul influent filtrului biologic la care se adaugă debitul de recirculare Q_r și debitul influent:

$$F_h = \frac{Q + Q_r}{Q} = 1 + \frac{Q_r}{Q} \quad (6.10)$$

Factorul biologic al recirculării F este dat de expresia:

$$F = 1 + \frac{fQ_r}{Q} \quad (6.11)$$

în care f este proporția de materie organică îndepărtată (exprimată ca CBO) la fiecare trecere a apei prin filtru.

În tabelul 6.2 sunt date câteva valori ale acestor parametri. Rezultă din acest tabel că factorul hidraulic al recirculării crește paralel cu creșterea raportului de recirculare, în timp ce factorul biologic al recirculării nu crește substanțial pentru valori ale raportului de recirculare mai mari de 2–3.

Tabelul 6.2

Raportul de recirculare, factorul hidraulic și biologic al recirculării

Raportul de recirculare $n_r = Q_r/Q$	0,5	1	2	4	8	16
Factorul hidraulic al recirculării F_h	1,5	2	3	5	9	17
Factorul biologic al recirculării F	1,4	1,7	2,1	2,6	2,8	2,5

Încărcarea organică I_o este raportul dintre cantitatea de poluant organic introdus în filtru într-un anumit interval de timp (de obicei zilnic) și volumul acestuia. Expresia este similară cu aceea cu care se calculează încărcarea organică a bazinului de aerare [v. relația (6.4)].

Încărcarea hidraulică I_h este raportul dintre cantitatea de poluant introdus în filtru într-un anumit interval de timp (de obicei zilnic) și suprafața ariei transversale a acestuia, conform relației:

$$I_h = \frac{QC_0}{A} \quad (6.12)$$

în care A este suprafața și C_0 concentrația impurităților în influent.

În tabelul 6.3 sunt prezentate valori uzuale pentru încărcarea organică a filtrelor biologice.

Tabelul 6.3

Parametrii de proiectare ai filtrelor biologice (biofiltre)

Parametrul filtrului biologic	Tipul filtrului biologic			
	de mică încărcare	de medie încărcare	de încărcare normală	de mare încărcare
Încărcare organică, I_o , g/m ³ ·zi (CBO ₅)	200	200-450	450-750	750-1100
Încărcare hidraulică, I_h , m ³ /m ² ·h	0,2	0,4-0,8	0,6-1,2	0,7-1,5
Eficiența în CBO ₅ , %	85%	80%	75%	70%
Concentrația în CBO ₅ a efluentului, mg/l CBO ₅	20	25	30	45

6.5.2. Tipuri de filtre biologice

Filtrele biologice se pot clasifica după mai multe criterii:

După încărcarea organică pot fi filtre de mică încărcare, de încărcare medie, încărcare normală și de mare încărcare (v. tabelul 6.3).

Filtrele biologice de mare încărcare produc un efluent biologic aproape stabilizat cu conținut de nitrați. Eficiența medie de îndepărtare a CBO₅-ului în aceste filtre este de circa 90%.

Efluentul filtrului de mare încărcare este mai puțin stabil; eficiența de epurare realizată de aceste filtre este mai mică (circa 75% în îndepărtarea CBO₅-ului). Epurarea în acest caz se cheamă și epurare parțială.

Între cele două extreme, filtrele biologice pot fi exploatate și la încărcări medii și normale (v. tabelul 6.3).

După numărul de trepte de epurare pot fi: filtre biologice cu o singură treaptă și filtre cu două trepte de epurare.

În filtrul biologic cu o singură treaptă, apa uzată parcurge instalația de sus în jos, o parte din efluent se recirculă, iar cealaltă este evacuată.

Prima treaptă de epurare poate fi urmată de a doua, care contribuie la creșterea eficienței de îndepărtare a impurităților. Posibilitățile de amplasare a filtrului în cadrul unei stații de epurare sunt prezentate schematic în fig. 6.16.

După modul în care se face alimentarea și realizarea contactului dintre apa uzată și pelicula biologică pot fi filtre biologice de contact, obișnuite și scufundate.

Filtrele biologice de contact au fost primele instalații care au folosit procesul de epurare biologică, construcția lor începând chiar înainte de anul 1900. Constau dintr-un bazin etanș, puțin adânc (≈ 1 m), umplut cu material inert (de

obicei piatră spartă). În acesta apa uzată era introdusă o dată sau de două ori pe zi; după 2-3 h apa era evacuată. În restul timpului, filtrul rămânea fără apă pentru aerare, formarea membranei biologice etc.

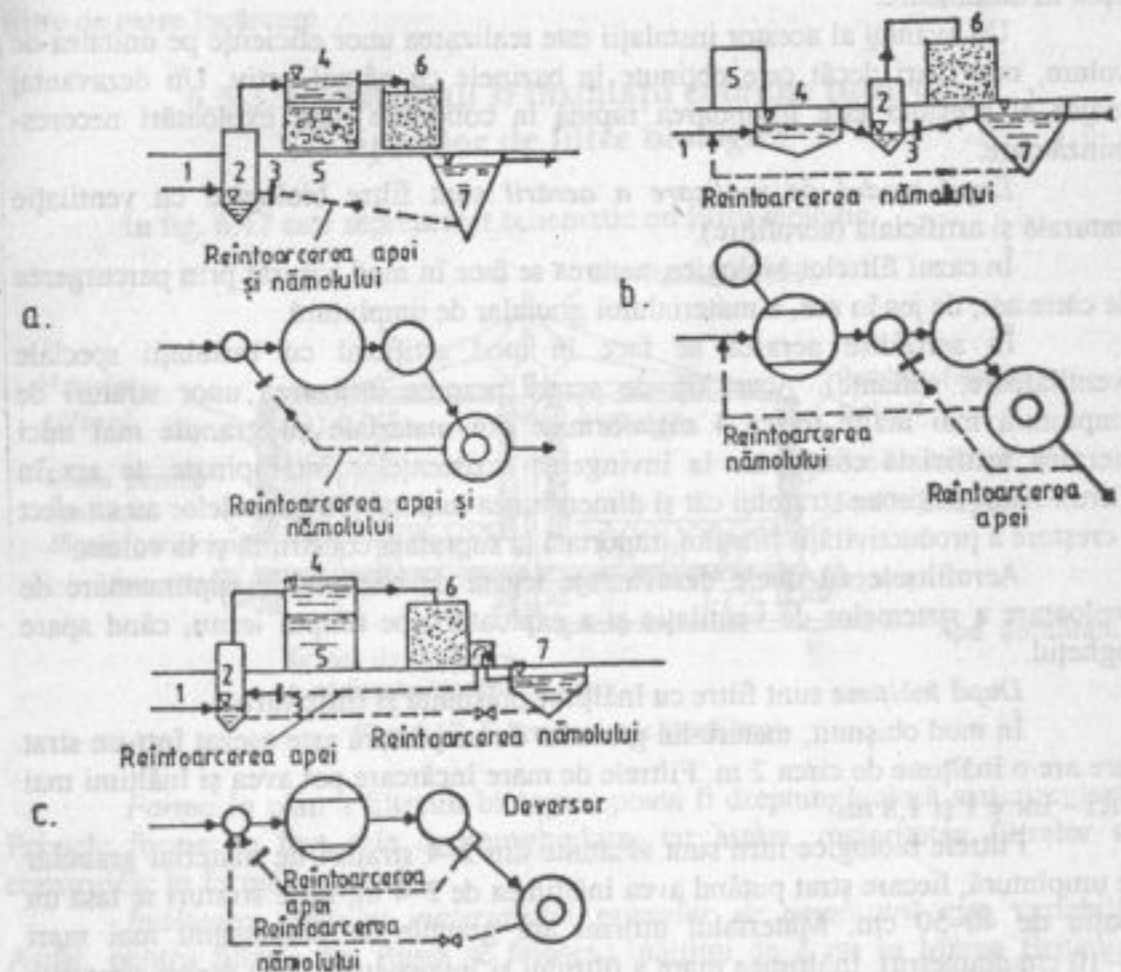


Fig. 6.16. Schema de amplasare a biofiltrelor în cadrul stațiilor de epurare:
1 - apă brută; 2 - stație de pompare; 3 - vană cu flotor; 4 - decantor primar;
5 - bazin de fermentare; 6 - biofiltru; 7 - decantor secundar.

La filtrele biologice obișnuite, alimentarea se face în mod continuu, pe la partea superioară; apa uzată în drumul ei descendent udă materialul granular de umplură pe care se află pelicula biologică, iar printre spațiile acestuia circulă de jos în sus aer în convecție naturală.

Filtrele biologice scufundate sunt instalații în care materialul granular de umplură este menținut în permanență sub apă. Aceste filtre funcționează numai cu aerare artificială. Aerul comprimat este insuflat permanent pe la partea infe-

rioară a materialului granular, prin tuburi găurite așezate la distanțe egale între ele. Pelicula biologică ce se formează pe suprafața materialului granular de umplutură se desprinde și este antrenată în mod continuu pe la partea superioară și se reține apoi în decantoare.

Un avantaj al acestor instalații este realizarea unor eficiențe pe unitatea de volum, mai mari decât cele obținute în bazinele cu nămol activ. Un dezavantaj major al acestora este înfundarea rapidă în condițiile unei exploatare necorespunzătoare.

După modul de realizare a aerării sunt filtre biologice cu ventilație naturală și artificială (aerofiltre).

În cazul filtrelor biologice, aerarea se face în mod natural prin parcurgerea de către aer, de jos în sus, a materialului granular de umplutură.

În aerofiltre aerarea se face în mod artificial cu instalații speciale (ventilatoare, suflante). Acest tip de aerare permite utilizarea unor straturi de umplutură mai înalte (circa 4 m), formate din materiale cu granule mai mici (aerarea artificială contribuie la învingerea rezistențelor întâmpinate de aer în filtru). Atât înălțimea stratului cât și dimensiunea mai mică a granulelor au ca efect o creștere a productivității filtrului, raportată la suprafața construită și la volum.

Aerofiltrele au unele dezavantaje legate de cheltuielile suplimentare de exploatare a sistemelor de ventilație și a exploatarei pe timpul iernii, când apare înghețul.

După înălțime sunt filtre cu înălțime obișnuită și filtre turn.

În mod obișnuit, materialul granular de umplutură este așezat într-un strat care are o înălțime de circa 2 m. Filtrele de mare încărcare pot avea și înălțimi mai mici – între 1 și 1,8 m.

Filtrele biologice turn sunt alcătuite din 2–4 straturi de material granular de umplutură, fiecare strat putând avea înălțimea de 2–4 m; între straturi se lasă un spațiu de 40–50 cm. Materialul utilizat are granule cu dimensiuni mai mari (4–10 cm diametru). Înălțimea mare a filtrului și interspațiile mari dintre straturile de material creează un tiraj natural foarte puternic, ce contribuie la o aerare pronunțată, în întreaga instalație.

Filtrele biologice turn se folosesc pentru epurarea apelor uzate orășenești și cu încărcare organică mare.

Din punct de vedere al materialului granular de umplutură, filtrele biologice pot folosi materiale de formă neregulată (piatră, cocs, zgură etc.) sau de formă regulată (grătare, piese cu o anumită geometrie). Între filtrele cu material de formă regulată a căpătat o utilizare largă cel din material plastic, acesta oferind o serie de avantaje față de cel clasic, printre care: greutate specifică mai mică, suprafață specifică mai mare, sensibilitate mai mică la colmatare.

În aceste condiții, filtrele biologice ocupă suprafețe mai mici decât cele clasice și realizează producții mai mari pe unitatea de volum de instalație. Aceste filtre biologice s-au dovedit foarte avantajoase, în situația în care au fost utilizate ca filtre de mare încărcare.

6.5.3. Construcții și instalații comune tuturor tipurilor de filtre biologice

În fig. 6.17 este reprezentat schematic un filtru biologic.

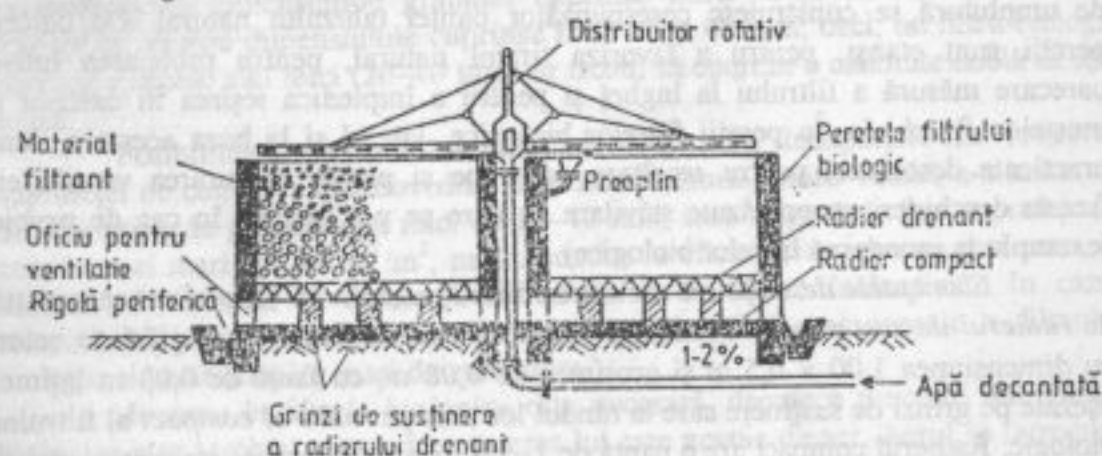


Fig. 6.17. Filtru biologic (biofiltru).

Forma în plan a filtrelor biologice poate fi dreptunghiulară sau circulară. Primele forme au fost cele dreptunghiulare, iar astăzi, majoritatea filtrelor se construiesc în formă circulară.

Înălțimea stratului materialului granular de umplutură este variabilă. Astfel, pentru filtrele din Rusia se folosesc înălțimi de 2 m; în Marea Britanie, 1,8 m; în S.U.A. 1,5–4 m. După cum se observă, înălțimea variază în limite largi, întrucât ea depinde de mulți factori, cum ar fi: concentrația impurităților în apele uzate, tratabilitatea biologică a apelor uzate, dimensiunea granulelor materialului, modul de aerare, gradul de epurare urmărit etc. Astfel, dacă o apă este mai concentrată în impurități, timpul de trecere al acesteia prin materialul de umplutură trebuie să fie mai mare, deci și înălțimea mai mare. În situația unor ape uzate foarte ușor tratabile biologic, dar cu concentrație scăzută în impurități, pe măsură ce se înaintează în filtrul biologic, din cauza îndepărtării cu ușurință a CBO₅-ului, pelicula biologică dispune de tot mai puțină hrană. În aceste cazuri, se fac filtre biologice cu înălțimea mică și cu grad mai mare de recirculare a apei.

Filtrele de mare încărcare au înălțimi ale stratului de material de umplutură cuprinse între 1,0 și 1,8 m, uneori chiar mai mult. Așa-numitele filtre

turn au 3-4 straturi de material, separate între ele prin straturi de aer, fiecare strat având 4-5 m înălțime.

În ceea ce privește înălțimea filtrelor biologice în două trepte, datorită faptului că acestea, în final, egalează efectul unei singure trepte, înălțimea însumată a celor două trepte trebuie să fie, în principiu, egală cu cea a unei singure trepte.

Pereții de susținere ai filtrului biologic sunt construiți, în general, din beton armat cu grosimi ce variază între 20 și 30 cm. În cazul filtrelor biologice de dimensiuni mai mici, se pot folosi și alte materiale: piatra, betonul, cărămida. Sunt situații în care se poate renunța la pereți, iar atunci taluzurile materialului granular de umplutură se construiesc corespunzător pantei taluzului natural. De obicei, pereții sunt etanși, pentru a favoriza tirajul natural, pentru protejarea într-o oarecare măsură a filtrului la îngheț și pentru a împiedica ieșirea în exterior a muștelor *Psychoda*. În pereții filtrelor biologice, lateral și la baza acestora, sunt practicate deschideri pentru recoltare de probe și pentru asigurarea ventilației. Aceste deschideri au prevăzute stăvilare cu care se pot închide în caz de nevoie (exemplu la inundarea filtrelor biologice).

Elementele de susținere ale materialului granular de umplutură se suportă de *radierul de susținere*, executat, de obicei, din prefabricate. Sunt plăci de beton cu dimensiunea $1,00 \times 0,5$ m și grosimea de 0,08 m, cu fante de 0,03 m lățime, așezate pe grinzi de susținere care la rândul lor stau pe *radierul compact* al filtrului biologic. Radierul compact are o pantă de 1-5%, pentru a permite scurgerea apei și a peliculei de nămol la rigola periferică. Radierul compact se execută din beton sau beton armat și se așază pe o fundație de nisip și pietriș.

Caracteristicile materialului granular de umplutură sunt în funcție de natura și dimensiunile granulelor. Ca materiale de umplutură pentru filtre biologice se pot folosi: zgura provenită de la cazane, cocsul, roca spartă de natură diferită, cărămida, inelele Rashing, materialele plastice etc. Se preferă materialele locale, întrucât natura acestora nu influențează semnificativ performanțele procedurii.

Materialul de umplutură trebuie să îndeplinească o serie de condiții:

- să aibă rezistență mecanică;
- să reziste la variațiile de temperatură și la cele de compoziție a apei uzate;
- să aibă o suprafață cât mai poroasă și mai rugoasă, pentru a oferi peliculei biologice suprafețe de contact cât mai mari;
- să nu conțină substanțe inhibitoare pentru procesul de epurare biologică;
- să aibă o constituție uniformă, să nu conțină părți fine care ar putea duce la colmatare;
- să fie curat.

În ceea ce privește dimensiunile părților constitutive ale materialului de umplutură, se recomandă diverse valori: astfel, în Anglia, dimensiunile uzuale ale granulelor sunt 20-50 mm; în S.U.A. se preferă dimensiuni mai mari, 60-100 mm; în Rusia se recomandă alcătuirea unor straturi cu granule cu dimensiuni variabile; la partea superioară se așază un strat filtrant de repartiție având o înălțime de circa 0,20 m și granule de 20-30 mm; la mijloc un strat de lucru de 1,60 m înălțime și cu granule de 30-50 mm; la partea inferioară se așază un strat de 0,20 m cu granule de 50-70 mm.

Suprafața de contact este de circa $95 \text{ m}^2/\text{m}^3$ pentru materialul granular de umplutură, cu dimensiunile granulei cuprinse între 40 și 80 mm și de circa $190 \text{ m}^2/\text{m}^3$ pentru dimensiunile cuprinse între 25 și 40 mm; deci, un filtru biologic care are granule mai mici (20-40 mm) ar trebui să epureze o cantitate dublă de apă uzată.

Posibilitatea creșterii cantității de impurități îndepărtate cu creșterea suprafeței de contact a fost dovedită, dar între anumite limite. Astfel, s-a arătat că dimensiunile de granule mai mici de 20-40 mm, care asigură de fapt suprafețe de contact mai mari de $200 \text{ m}^2/\text{m}^3$, nu au condus la eficiențe de epurare mai mari, ci dimpotrivă. Aceasta se datorește dificultăților de aerare întâmpinate în cazul materialelor cu granule de dimensiuni mici, formării mai greoaie a filmului biologic și posibilităților mari de colmatare.

Aerarea în filtrele biologice este necesară, deoarece procesul din filtrele biologice este aerob și pentru întreținerea lui este nevoie de aer. Aerul se introduce prin *ventilație naturală sau artificială*.

Ventilația naturală se obține ca urmare a diferenței de temperatură dintre aerul din interiorul filtrului și exteriorul acestuia. Aerul din interiorul filtrului este iarna mai cald decât cel din exterior; acest aer mai cald se ridică, iar pe la baza filtrului intră aer rece. Vara, aerul din interiorul biofiltrului este mai rece decât cel din exterior, deci părăsește filtrul pe la partea inferioară. În funcție de anotimp, deci ventilația are loc de jos în sus (iarna) și de sus în jos (vara). Cu toate acestea, în unele perioade, curentul de aer se inversează chiar de câteva ori pe zi, deoarece temperatura apei, deci a interiorului filtrului, rămâne constantă, pe când a aerului poate avea variații mari. În unele perioade, ventilația poate chiar stagna.

Ventilația naturală este influențată și de vânt.

Deschiderile dintre cele două radiere trebuie să fie suficiente pentru a lăsa să treacă curentul de aer cu debitul necesar, de asemenea, pe de altă parte, rigolele de colectare a apei uzate trebuie să aibă un grad de umplere de maximum 0,5 pentru ca pe deasupra apei să poată trece curentul de aer. Normele americane prevăd ca deschiderile dintre radiere să reprezinte 15% din suprafața orizontală a filtrului biologic.

Ventilația artificială este mai rar practică în prezent, ea utilizându-se, în general, la filtrele biologice închise.

Distribuția apei uzate la suprafața filtrului biologic se poate face în mod continuu sau intermitent. În ambele situații, pentru distribuția apei sunt necesare distribuitoare. În situația distribuției intermitente, pe lângă distribuitoare sunt necesare și rezervoare de dozare.

Distribuitorii pot fi fixe și mobile, iar la rândul lor, cele mobile sunt rotative sau „du-te-vino”.

Distribuitorii fixe pot consta din: strat de repartitie de 0,2 m înălțime (vezi mai sus); jgheaburi sau conducte găurite; instalație cu duze (sprinklere).

Jgheaburile și conductele găurite sunt folosite pentru filtre biologice mici.

Instalația cu duze este cea mai răspândită dintre distribuitorii fixe, deși aceste tipuri de distribuitoare se folosesc tot mai puțin. Duzele sunt construite dintr-un ajutoraj (cap) fixat pe conducta de distribuție și dintr-o pâlnie deflector care are posibilitatea de reglare. Apele uzate țâșnesc în sus prin duză și sunt împrăștiate de către deflector. Duzele se instalează la circa 15–30 cm deasupra suprafeței filtrului. Ele sunt astfel repartizate prin montaj pe țevile de distribuție, încât, de la începerea alimentării zonele stropite de diferite duze să aibă părți suprapuse pentru a se obține o repartitie cât mai uniformă a apei.

Distribuitorul rotativ constă dintr-o parte fixă și una mobilă, pe care sunt montate conductele de distribuție (2–3 buc.), care sunt prevăzute cu orificii în care sunt montate uneori duze. Apa uzată intră în conductele de distribuție și prin intermediul orificiilor sau al duzelor se răspândește pe suprafața filtrului biologic. Rotirea distribuitorului se poate face prin autopropulsare, când este necesară o diferență de nivel de 30–75 cm, sau cu ajutorul unui motor electric.

Distribuitorii „du-te-vino” sunt folosiți pentru filtre biologice cu secțiune dreptunghiulară. Constă dintr-un cilindru gol pe dinăuntru, în interiorul căruia sunt fixate niște jgheaburi cu secțiune dreptunghiulară asemănătoare celor de la roțile hidraulice. Distribuitorul este montat pe două perechi de roți care rulează pe o șină. Apa cade în jgheaburile distribuitorului dintr-o conductă așezată deasupra acestuia și pune în mișcare tot sistemul de distribuție. Distribuitorii de acest tip funcționează prin intermediul unui rezervor de dozare.

Rezervoarele de dozare se utilizează la distribuția intermitentă a apei uzate. Ele se prevăd, în general, la:

- filtre biologice de mică încărcare cu distribuitori fixe;
- filtre biologice de mică și mare încărcare, prevăzute cu distribuitori autopropulsați, deosebi la stații mici, pentru a asigura noaptea, la debite mici care ajung în stație gravitațional, înălțimea minimă de propulsare;
- filtre de mare încărcare cu recirculare, în special în perioade de debite mici.

Un rezervor de dozare de tip obișnuit constă dintr-un bazin în formă de trunchi de piramidă și dintr-un sifon care este dimensionat să se amorseze și să se dezamorseze la atingerea nivelului maxim, respectiv minim.

6.5.4. Exploatare și întreținere

Exploatarea normală. Exploatarea filtrelor biologice începe cu *amorsarea* lor, prin care se urmărește formarea pe umplutura filtrului a peliculei biologice active, care are rolul esențial în îndepărtarea impurităților din apele uzate.

Amorsarea se face, de obicei, în perioadele calde ale anului, când această operație se poate realiza cu mai multă ușurință și în timp mai scurt (circa 3 săptămâni); în perioadele mai reci, timpul necesar amorsării este mai lung.

Pentru amorsarea filtrului biologic se execută următoarele:

- verificarea deschiderilor de aerare naturală, respectiv punerea în funcțiune a instalațiilor de aerare artificială;
- punerea în funcțiune a sistemului de distribuție a apei uzate, prin pornirea pompelor sau prin deschiderea vanelor la instalațiile alimentate gravitațional;
- amorsarea sifoanelor la filtrele biologice cu alimentare intermitentă;
- începerea alimentării gradate a filtrului biologic, începând cu circa 25% din debitul influent, urmând a se crește acest debit până la limita normală într-un interval de circa 3 săptămâni;
- reglarea distribuitorilor, în special a duzelor de apă brută, atât la începutul amorsării cât și după fiecare creștere a debitului de alimentare.

Fiecare mărire a debitului se face numai după ce, prin analize fizico-chimice efectuate asupra probelor de apă uzată recoltată de la intrarea și ieșirea din filtru și teste asupra peliculei biologice prelevate din diferitele puncte de recoltare (fixate dinainte), se constată că s-au atins condițiile de funcționare normală prevăzute în proiect.

Dacă în timpul amorsării se constată o înrăutățire a condițiilor de funcționare, prin scăderea concentrației oxigenului dizolvat în efluentul epurat, apariția mirosurilor neplăcute caracteristice unor zone de fermentare anaerobă, băltirea apei la suprafața filtrului, dispariția microorganismelor caracteristice și apariția altora, se va proceda la reducerea debitului de alimentare sau se vor aplica măsurile recomandate în paragraful următor.

Amorsarea se consideră terminată dacă, după ajungerea la debitul proiectat la care trebuie să funcționeze filtrul, se constată prin determinările efectuate zilnic asupra influentului, efluentului și peliculei biologice că timp de 10 zile la rând se ating parametrii recomandați prin proiect.

După amorsarea filtrului biologic se poate trece la exploatarea curentă.

Bazinele de dozare cu sifon trebuie să distribuie apa la filtru în mod uniform. Dacă ele trimit apa în mod continuu, probabil că este înfundată conducta de ieșire a sifonului. Pentru a asigura o bună funcționare a bazinului de dozare, acesta trebuie curățat periodic, iar conductele corodate sau neetanșabile trebuie înlocuite. Pereții și conductele trebuie să fie curățate zilnic, iar radierul bazinului –

săptămănal. Dacă bazinele de dozare sunt utilizate și cu aparate de măsurat debitul, care au dispozitiv cu plutitor, acestea trebuie curățate și gresate săptămănal. Aceleași măsuri se iau și pentru jgheburile basculante sau ale instalației de dozare. Iarna, bazinul de dozare trebuie acoperit pentru a preveni formarea gheții în bazin; în acest scop, se pot folosi scânduri de lemn, tratate special pentru a nu se degrada, sau material plastic.

Distribuitoii fixe trebuie verificați zilnic, curățându-se toate duzele înfundate total sau parțial. Pentru a desfunda o duză se scoate pulverizatorul și conul și se curăță cu o sârmă sau cu o vergea. La interval de o săptămână se scot duzele de la capătul conductelor de distribuție și se spală aceste conducte cu apă sub presiune. Conductele principale care distribuie apa uzată la conductele secundare trebuie, de asemenea, spălate cu un curent de apă sub presiune prin deschiderea unor vane de evacuare prevăzute în acest scop.

Distribuitoii rotativi. Duzele, ajutoarele sau găurile de pe brațele rotative trebuie inspectate zilnic, pentru a constata dacă sunt sau nu înfundate, curățându-le dacă este necesar. Lagărele se întrețin în conformitate cu indicațiile uzinei furnizoare. Tirații de susținere a brațelor trebuie reglați în funcție de temperatură (de fapt de anotimp), pentru a păstra o distanță constantă față de stratul de umplutură (circa 15 cm). Dacă biofiltrul trebuie scos din funcțiune, vor fi golite de apă conductele orizontale, precum și conducta centrală, verticală prin deschiderea robinetului de golire de pe aceasta. Golirea de apă a distribuitorului este de mare importanță în anotimpul rece, datorită pericolului de îngheț. Dacă în anotimpul rece filtrul este alimentat intermitent, vanele de la capătul brațelor rotative trebuie lăsate întredeschise, pentru a permite apelor uzate care sunt în braț să se scurgă.

Mențiunile de mai înainte sunt valabile și pentru distribuitorul rulant (du-te-vino).

Stratul filtrant trebuie să fie rezistent la compresie, uniform ca mărime și să nu fie influențat de variațiile de temperatură.

Frunzele și alte materiale aduse de vânt, care se adună la suprafața filtrului trebuie îndepărtate rapid, pentru a nu provoca înfundarea acestuia. Zăpada trebuie îndepărtată, dacă nu se topește la contactul cu apa uzată influentă.

Sistemul de drenaj trebuie inspectat periodic, pentru a fi siguri că drenurile nu se vor colmata. Dacă drenurile sunt înfundate din cauza dezvoltării excesive a microorganismelor trebuie spălate cu un curent de apă. Din când în când și în special după punerea în funcțiune a unor biofiltre noi, se antrenează fragmente mici din umplutura biofiltrelor. Aceste particule se acumulează în canalele de drenaj, pe care le pot înfunda. Materialul depus trebuie îndepărtat, dar nu trebuie descărcat în decantoarele secundare, de unde ar putea ajunge în bazinele de fermentare anaerobă sau pe conductele de legătură dintre acestea și decantoarele secundare, provocând multe neajunsuri. Dacă este posibil, este recomandabil ca acest material să fie depozitat împreună cu nisipul de la deznisipatoare.

În cazul în care conductele de drenaj sunt obturate dintr-un motiv oarecare și din această cauză se produce o ridicare a nivelului apelor uzate, trebuie eliminată cât mai urgent cauza.

Instalația de aerare (filtre biologice și aerofiltre) trebuie controlată zilnic, în vederea eliminării pierderilor de aer și furnizării unei presiuni constante. Ventilatoarele de rezervă trebuie întotdeauna ținute în stare normală de funcționare, pentru a putea fi utilizate în situațiile necesare.

Decantoarele secundare trebuie exploatate și întreținute în aceleași condiții ca și decantoarele primare (v. cap. 12).

Eficiența îndepărtării substanțelor organice în biofiltre este influențată, în mare măsură de buna funcționare a decantoarelor secundare.

Nămolul depus în decantoarele secundare trebuie îndepărtat din acestea înainte de a intra în fermentare anaerobă, să se ridice la suprafață și să fie antrenat în efluentul stației. Nămolul este, în mod normal, repompă în bazinele de decantare primară. Pomparea directă în bazinele de fermentare a nămolului se practică numai când există concentratoare de nămol.

Nămolul provenit din bazinele de decantare finală, ce urmează după biofiltrele de mică încărcare, trebuie pompat des (de 1-3 ori pe zi), pentru a se împiedica ridicarea lui la suprafață. Aceasta se face o dată pe zi sau uneori mult mai des (din trei în trei ore), în perioadele de desprindere a peliculei de pe umplutură (năpărlire), ori atunci când vremea este călduroasă.

Nămolul provenit din bazinul de decantare secundară, care urmează după filtrele biologice de mare încărcare, trebuie menținut în condiții aerobe, întrucât el intră în fermentație mult mai repede decât cel provenit de la filtrele biologice de mică încărcare și de aceea trebuie pompat mult mai des, chiar continuu.

Recircularea efluentului filtrului biologic practică aproape la toate filtrele biologice de mare încărcare contribuie la:

- reducerea concentrației de impurități în influentul filtrului biologic;
- înlăturarea cu mai multă ușurință a materialului solid care se desprinde de pe materialul de umplutură, ca urmare a proceselor de creștere biologică, prevenindu-se în acest fel fenomenele de băltire;
- reducerea posibilităților de dezvoltare a muștelor;
- creșterea încărcării hidraulice a decantoarelor primare (dacă recircularea se face la nivelul acestora), în scopul menținerii unui mediu aerob, în aceste filtre, care previne apariția mirosurilor neplăcute;
- însămânțarea cu microorganisme active a apei uzate influentă filtrului biologic.

Debitul de recirculare în orice proces de epurare în filtre biologice depinde de mai mulți factori: eficiența de epurare care trebuie realizată, capacitatea pompelor, a bazinelor de decantare și a distribuitorilor, costul pomparii. Cel mai

avantajos, tehnic și economic, mod de recirculare este acela prin care se obțin rezultatele dorite cu un debit minim recirculat.

Schemele folosite, de obicei, cuprind recircularea:

- unui debit continuu din efluentul filtrului biologic sau a decantorului secundar în influentul acestuia, pentru creșterea încărcării hidraulice, în scopul realizării unei distribuții mai uniforme a apei uzate pe umplutură;

- unei părți din efluentul decantorului secundar sau a filtrului biologic în perioadele în care debitul influent are o valoare scăzută, pentru a împiedica uscarea coloniilor de microorganisme sau a evita înghețarea acestora;

- efluentului decantorului secundar sau a filtrului biologic, în decantorul primar pentru a împiedica apariția condițiilor anaerobe în perioadele de debit scăzut al apelor uzate brute;

- efluentului decantorului secundar sau al filtrului biologic în influentul acestuia, pentru a menține un debit de alimenatre constant în orice perioadă;

- nămolului din decantorul secundar sau intermediar în decantorul primar.

Prin aceste scheme de recirculare se asigură o cât mai bună exploatare a stațiilor de epurare cu filtre biologice.

Întreținerea filtrelor biologice. Această întreținere, ca de altfel a întregii stații de epurare, se asigură prin realizarea mai multor operații.

Inspekția preventivă, care constă din observarea zilnică de către personalul stației a tuturor părților componente ale instalației, notarea defecțiunilor găsite și, eventual, repararea pe loc a unora dintre ele. În acest sens, se fac diferite verificări.

Pentru filtrul biologic, verificările se referă la:

- respectarea parametrilor tehnologici de exploatare;
- funcționarea sifonului dispozitivului de dozare, a conductelor, a duzelor, a orificiilor de distribuție și a pompelor;

- starea de curățenie a pereților dispozitivelor de dozare, a dispozitivelor de distribuție a apei uzate, a sistemelor de susținere a acestora, precum și a canalelor de colectare a apei;

- permeabilitatea materialului, în vederea prevenirii fenomenului de băltire;

- presiunea și debitul de aer, etanșeitatea canalelor, a conductelor de distribuție și a închiderii hidraulice în cazul aerofiltrelor.

Pentru decantoarele secundare, verificările se referă la:

- respectarea parametrilor tehnologici de exploatare;
- starea de curățenie a sistemelor de distribuție a apei la decantoare;
- nivelul nămolului și respectarea programului de evacuare a acestuia;
- funcționarea normală a sistemelor de colectare și evacuare a nămolului.

Revizia preventivă, care se face la intervale mai mari, în scopul prevenirii unor defecțiuni și luării unor măsuri cum sunt acelea pentru perioada friguroasă. Se efectuează, ca și în cazul inspecției preventive, unele reparații care nu necesită un volum prea mare de lucru. În cadrul acestei revizii, se fac diferite operații.

Pentru filtrul biologic:

- protejarea instalației de dozare prin montarea de panouri apărătoare de vânt, în vederea împiedicării răcirii rapide a apei distribuite pe filtru, precum și ajustarea deschiderilor de ventilație, în scopul evitării răcirii accentuate a interiorului biofiltrului;

- curățirea canalelor de colectare a apei și, eventual, acoperirea lor.

Pentru decantorul secundar:

- verificarea etanșeității vanelor și stavilelor de pe conductele și canalele de distribuție și colectare a apei, a pereților și radierului bazinelor de decantare;

- verificarea stării căii de rulare și a podului raclor la decantoarele dotate cu astfel de sisteme de colectare a nămolului.

Reparațiile curente se referă la lucrări de mai mare importanță, se execută după un plan și se efectuează o dată pe an sau la doi ani și constau din diferite operații.

Pentru filtrul biologic:

- refaceri de tencuieli, înlocuire de conducte, duze de distribuție, armături etc.;

- repararea și revizia utilajului mecanic (compresoare, pompe, stăvilare, vane etc.);

- repararea canalelor de colectare a apei uzate.

Pentru decantorul secundar:

- refacerea tencuielilor și asigurarea etanșărilor;

- repararea, eventual înlocuirea vanelor defecte;

- refacerea izolațiilor anticorisive la piesele metalice care vin în contact cu apa uzată și aerul;

- repararea racloarelor și a instalațiilor electrice aferente, conform normelor și instrucțiunilor date de uzina furnizoare.

Deranjamente în exploatare. Acestea pot fi diferite.

Băltirea apei pe filtrul biologic. Cauza: micșorarea substanțială a volumului de goluri din umplutura biofiltrului, ca urmare a creșterii peliculei biologice. Această situație se poate întâmpla atunci când:

- granulele materialului de umplutură au dimensiunile prea mici și nu sunt uniforme ca mărime;

- încărcarea organică a filtrului biologic este prea mare în comparație cu încărcarea hidraulică.

Prevenirea și remedierea se pot face astfel:

- se greblează sau se împrăștie pietrele de pe suprafața filtrului biologic; această operație nu trebuie făcută cu utilaje grele;

- se spală suprafața filtrului biologic cu ajutorul unui curent puternic de apă;

- se opresc distribuitorii, la filtrele cu distribuitori rotativi, în afara porțiunii în care apa „bălțește”, pentru a se permite scurgerea acesteia din zona respectivă; se îndepărtează coloniile de microorganisme de pe materialul suport în zona în care apa a „băltit”;

- se aplică în apele uzate care se distribuie pe filtrul biologic doze de clor (maximum 5 mg/l clor), timp de câteva ore săptămânal; această aplicare trebuie făcută în perioadele cu debit scăzut (eventual noaptea), pentru a se micșora cantitatea de clor necesară. Clorul este deosebit de eficace și pentru controlul creșterii ciupercilor (exemplu *Leptomit*), când se folosește o doză de circa 1 mg/l;

- se scoate filtrul biologic din funcțiune pe o perioadă de o zi sau mai multe, pentru a face posibilă uscarea lui. Această operație trebuie realizată numai atunci când există posibilitatea de epurare a apelor uzate în alte instalații, sau când este permisă by-pasarea lor;

- se inundă filtrul biologic și se lasă în această stare cel puțin 24 h; procedeul se poate realiza numai la biofiltrele cu pereți etanși și care au posibilitatea de etanșare a drenurilor;

- se înlocuiește parțial sau total materialul suport, în cazul în care metodele expuse mai sus nu dau rezultate. De obicei, înlocuirea vechiului material cu unul nou costă mai puțin decât curățirea celui vechi.

Apariția muștelor în jurul filtrului. Cauza: mediul din biofiltru creează condiții prielnice pentru dezvoltarea muștelor *Psychoda*. Apariția lor constituie un neajuns frecvent în funcționarea filtrelor. Ciclul lor biologic (ouă, larvă, organism adult) variază de la 22 zile la temperatura de 20 °C, până la 7 zile la 30 °C. În stadiul de larvă, ea ajută la acțiunea de epurare care are loc în filtrul biologic, prin consumul de peliculă biologică. Muștele de biofiltru se dezvoltă cel mai bine într-un mediu în care alternează umezeala cu aerul uscat.

Prevenirea și remedierea se fac astfel:

- se asigură o alimentare a filtrului biologic în mod continuu, nu intermitent;

- se controlează dezvoltarea în exces a peliculei biologice (microorganismelor), prin metode similare celor prezentate la combaterea bălțirii;

- se inundă filtrul biologic timp de 24 h pe săptămână sau la două săptămâni. Pentru a avea o eficacitate bună și de durată, filtrul biologic trebuie inundat la intervale destul de dese, spre a împiedica încheierea ciclului de înmulțire a muștelor între două inundații;

- se păstrează curată partea interioară a pereților descoperiți ai filtrului biologic;

- se tratează cu clor apele uzate (doze de 0,5 până la 1 mg/l clor) timp de câteva ore, la intervale destul de dese (circa una, două săptămâni), pentru a împiedica încheierea ciclului de înmulțire a muștelor între două clorări;

- se aplică la intervale de 4-5 săptămâni, o soluție cu insecticide (circa 5% DDT în petrol sau alte insecticide) pe suprafața și pe pereții biofiltrului. Procedeul va conduce la dispariția muștelor adulte. Adeseori, muștele pot deveni rezistente la un anumit insecticid, caz în care se schimbă insecticidul și se urmărește în timp și efectul acestuia, pentru a stabili când devine inefficient;

- se plantează perdele de arbuști sau arbori în jurul stației, care pot atrage păsările care se hrănesc cu muște.

Apariția mirosului neplăcut. Cauze: descompunerea anaerobă a apelor uzate, a nămolului sau a coloniilor de microorganisme.

Prevenirea și remedierea se fac în modul următor:

- se mențin condiții aerobe în toate instalațiile, inclusiv decantoarele secundare și sistemul de recirculare;

- se folosește tratarea cu clor, pe perioade scurte, a apelor uzate influente filtrului biologic, de preferință în situațiile în care debitul acestora este scăzut;

- se reduc acumulările de nămol și coloniile de microorganisme;

- se recirculă efluentul filtrului sau al decantorului secundar;

- se întrețin construcțiile și instalațiile stației în condiții bune;

- se reduc încărcările organice deosebit de mari, cum ar fi cele produse de apele uzate provenite din industria de prelucrare a laptelui sau industriile de conserve, abatoare etc., care provoacă creșteri masive ale peliculei biologice.

Apariția gheții la suprafața biofiltrului și în anexele acestuia. Cauze: scăderea temperaturii sub limita de îngheț. Reacțiile de degradare biologică a impurităților din apele uzate sunt exoterme, dar prin recircularea apei în condițiile unor temperaturi scăzute, temperatura poate scădea sub limita de zero grade. Distribuția inegală a apelor uzate pe filtrul biologic poate, de asemenea, conduce la înghețarea apei pe suprafața acestora.

Prevenirea și remedierile se fac astfel:

- se micșorează raportul de recirculare a efluentului epurat; poate fi necesară chiar oprirea recirculării, până când timpul se ameliorează;

- se exploatează filtrele în paralel, în situația în care epurarea se realizează în două trepte, cu recircularea redusă sau chiar fără recirculare, până când vremea devine mai caldă;

- se reglează distribuția apei pe suprafața biofiltrului în așa fel încât aceasta să fie cât mai uniformă; distribuția neuniformă poate avea ca rezultat aplicarea apei uzate în benzi concentrice, cu zone relativ uscate între benzi, ceea ce favorizează apariția gheții la marginea dintre zonele uscate și umede;

— se reglează deschiderile orificiilor și ale duzelor de distribuție, pentru a evita o dispersare prea fină a apei uzate;

— se protejează biofiltrul cu un paravan de vânt, în direcția vânturilor dominante;

— se sparge și se înlătură în mod frecvent gheața formată.

Apariția gheții în decantorul secundar. Cauze: motivele apariției gheții sunt similare celor prezentate mai sus.

Prevenirea și remedierea se fac astfel:

— se micșorează raportul de recirculare a efluentului epurat;

— se exploatează biofiltrele mai mult în paralel decât în serie și cu recirculare redusă sau chiar fără recirculare;

— se asigură acoperirea bazinelor de decantare;

— se sparge și se înlătură gheața, de îndată ce se formează.

Determinări și înregistrări. Întrucât epurarea biologică a apelor uzate în biofiltre este mult asemănătoare cu epurarea în bazinele cu nămol activ, determinările care se fac în mod curent pentru a urmări funcționarea acestor bazine trebuie efectuate și în cazul filtrelor. Astfel, se fac zilnic determinări de: CCO, CBO₅, materii în suspensie (SU) și (SV), oxigen dizolvat, pH, azotați, azotiți, amoniac total etc. Aceste determinări trebuie efectuate pentru influenții și efluenții treptei de epurare, pentru a stabili eficiența de îndepărtare a impurităților.

În stațiile în care se recirculă efluentul se fac determinări referitoare și la recirculare.

Toate rezultatele determinărilor și măsurărilor se trec în registre, care mai trebuie să cuprindă și date privind:

— debitele normale și cele de recirculare;

— întreținerea și reparațiile;

— deranjamentele în exploatare (băltire, prezența muștelor, mirosuri etc.) și măsurile luate.

6.6. Epurarea biologică naturală

Epurarea biologică naturală se realizează, îndeosebi, pe câmpuri de irigare și filtrare, filtre de nisip, iazuri de stabilizare (iazuri biologice) etc. Din punct de vedere al îndepărtării substanțelor organice în suspensie, al bacteriilor etc., aceste instalații au o mare eficacitate (90–95%).

Folosirea unor astfel de instalații este indicată ori de câte ori este necesar să se evacueze în receptor o apă cu un grad mare de epurare; necesită însă suprafețe mari, fiind dificilă.

Pe plan mondial se constată tendința de a evita folosirea apelor uzate la irigații, pe motive de igienă și protecția mediului.

6.6.1. Câmpuri de irigare și filtrare

Câmpurile de irigare și filtrare sunt suprafețe de teren folosite fie pentru epurare și irigare în scopuri agricole – cazul câmpurilor de irigare – fie numai pentru epurare – cazul câmpurilor de filtrare. De obicei, câmpurile de irigare sunt asociate cu câmpurile de filtrare, ultimele fiind îndeosebi folosite în perioadele cu ploi abundente, când nu este nevoie de apă pentru culturi, în perioadele de îngheț etc.

Câmpurile de irigare și filtrare se recomandă a fi folosite în zonele cu precipitații mai slabe, sub 600 mm/an și acolo unde întrebuințarea substanțelor fertile din apa uzată este avantajoasă din punct de vedere economic, în comparație cu cele artificiale. Executarea câmpurilor de irigare și filtrare pentru localitățile ce depășesc 10 000 de locuitori, în cele mai multe cazuri este neeconomică. Folosirea la irigații a unor ape uzate industriale – a celor cu conținut mare de substanțe organice – este recomandată, îndeosebi când substanțele fertile sunt în cantități mari.

Apele uzate folosite la irigații trebuie să poată furniza la 1 hectar circa: 120 kg azot, 40 kg fosfor, 170 kg potasiu.

Culturile care se preferă pentru irigare sunt, în general, plantele tehnice (in, cânepă, sfeclă de zahăr etc.) sau cerealele (grâu, porumb); de asemenea apele uzate sunt des folosite la irigarea pășunilor, pădurilor și livezilor. Nu sunt recomandate a se iriga cu ape uzate culturile de plante care se consumă crude (roșii, ridichi, salată, castraveți etc.). Din punct de vedere agrotehnic, se preferă la irigații plante care folosesc bine atât apa, cât și substanțele dizolvate în apele uzate și pot suporta excese trecătoare provocate de o umiditate suplimentară; asemenea plante sunt: trifoiul și sfecla, mai puțin cartoful, porumbul și cânepa.

Construcții și instalații. Apele uzate brute sunt în prealabil epurate în decantoare, în care timpul de retenție se recomandă a fi cuprins între 1,5 și 2,0 h. Nămolul depus este trimis la bazinele de fermentare, de unde este răspândit apoi pe câmp.

După decantare apele sunt trimise la bazinele de egalizare a debitelor, care au și scop de înmagazinare a apelor uzate în timpul iernii sau a ploilor abundente, aici producându-se o decantare suplimentară.

În continuare urmează rețeaua de distribuție, care are drept scop să transporte și să răspândească apele uzate pe parcele; se compune dintr-un canal principal și din canale de distribuție și de irigație. Canalul principal, precum și

canalele de distribuție și irigație se execută închise sau deschise, ele având un caracter permanent; canalele de irigație sunt, în general, deschise și au caracter sezonier.

Pe parcele apa se răspândește ca și în cazul apelor naturale: prin brazde, pe la suprafață, prin inundare și prin aspersiune. Alegerea unui sistem sau a altuia depinde de natura solului, de panta terenurilor, de felul culturii etc.

În cazul solurilor impermeabile se execută o *rețea de desecare*, care constă din drenuri, canale secundare, canale principale și guri de vărsare în emisar.

La răspândirea apei uzate prin brazde și inundare este nevoie de drenaj; la răspândirea la suprafața terenului și la aspersiune nu este nevoie de drenaj, deoarece se trimite apa pe măsura necesarului.

Pe lângă aceste construcții mai sunt necesare și o serie de anexe, care constau din: stăvilare, vane, cămine de vizitare, drumuri de acces, diguri pentru separarea parcelelor, plantații pentru a reduce aria de acțiune a muștelor și a mirosului etc.

Exploatare și întreținere. În ceea ce privește exploatarea câmpurilor de irigare și filtrare, aceasta, în general, este asemănătoare câmpurilor cu ape naturale.

Primăvara, înainte de începerea cultivării parcelelor, acestea trebuie arate, grăpate, curățate de buruieni, în care scop pe parcelele care vor intra mai întâi în acest proces pregătitor trebuie să se întrerupă irigarea cu cel puțin 15 zile înainte. În același timp cu operațiile de mai înainte, trebuie să se verifice conductele și canalele de aducțiune și drenaj, aspersoarele etc.

Normele de irigare și udare sunt cele stabilite de tehnologiile agricole și de experiența anilor trecuți.

Recoltarea culturilor trebuie efectuată la cel puțin 15 zile de la prima udare, pentru a elimina în cea mai mare măsură pericolul infectării.

Una dintre problemele dificile ale exploatării este irigarea pe timpul iernii și în timp de precipitații. În acest scop, se recomandă:

— înmagazinarea apelor uzate în bazinele de egalizare, dacă volumul acestora permite;

— irigarea sub gheață, care se face astfel: se lasă să se acumuleze o cantitate mai mare de apă pe câmp (50–60 cm), care înghețând, formează un strat de gheață de circa 10–15 cm, sub care irigarea se poate continua în toată perioada rece; procedeul se poate aplica numai pe o parte din parcele;

— trimiterea apelor uzate la câmpurile de infiltrare care, datorită permeabilității lor mari, permit debite mari de infiltrare.

Uneori, când precipitațiile sunt mai abundente în toată perioada anului, iar receptorul nu poate suporta încărcări suplimentare nici chiar pentru mici perioade de timp, este necesară construirea unei stații de epurare artificiale.

Datorită dificultăților de exploatare și funcționare din timpul iernii și a ploilor, irigarea cu ape uzate este de multe ori mai neeconomică decât epurarea artificială.

Muncitorii care lucrează pe câmpurile de irigare și filtrare trebuie să fie bine instruiți în ceea ce privește pericolul infectării cu diferiți agenți patogeni din apele uzate. În afară de echipamentul de protecție și măsurile speciale care se iau pentru cei care lucrează în stațiile de epurare, aceștia trebuie supuși la vizite medicale periodice.

Deranjamente în exploatare. Acestea pot fi diferite.

Răspândirea neuniformă a apelor uzate pe parcele este unul dintre deranjamentele cel mai des întâlnite în exploatarea câmpurilor de irigare și filtrare. Aceasta se datorește dereglării stăvilarelor și vanelor sau înfundării canalelor de aducțiune. Repararea, respectiv desfundarea canalelor conduce nemijlocit la înlăturarea acestei defecțiuni.

Apele uzate *nu trebuie să bălțească* pe câmpurile de irigare; după câteva ore de la udare, orice urmă de baltă trebuie să dispară, excepție făcând de la aceasta parcelele irigate prin inundare, unde apa poate rămâne mai mult timp. Dacă apa nu se infiltrează cu ușurință, rezultă că sistemul de drenaj nu funcționează corespunzător și trebuie luate măsurile necesare de remediere a situației.

Defecțiunile la aspersoare trebuie reparate la un atelier de specialitate, micile reparații putând fi efectuate și în stații.

Degradarea digurilor dintre parcele, din cauza ierburilor cu rădăcini adânci, găurilor de rozătoare și chiar ploilor abundente, poate, de asemenea, provoca deranjamente în exploatare.

Determinări și înregistrări. Pentru a stabili eficiența de epurare a câmpurilor de irigare, trebuie efectuate determinări referitoare la materiile în suspensie (SU) și (SV), conținutul de substanțe organice (CCO și CBO₅), conținutul de bacterii etc. în apa care intră și cea care iese din câmpurile de irigare.

Trebuie, de asemenea, înregistrate: defecțiunile de orice natură și modul de remediere a acestora, consumurile de energie electrică, mecanică și umană etc.

În sfârșit, o importanță cu totul aparte o constituie înregistrările referitoare la morbiditatea personalului.

6.6.2. Filtre de nisip

Filtrele de nisip sunt construcții destinate epurării apelor uzate și au fost realizate pentru prima dată acum 70–80 de ani, în S.U.A. Pentru construirea unor asemenea filtre este necesar să se dispună de un sol constituit din nisip. Apele uzate

traversează nisipul la diferite intervale de timp, lăsând astfel terenului timpul necesar pentru aerarea naturală. În interiorul acestui strat de nisip se petrec procese similare cu cele dintr-un filtru, în timpul cărora impuritățile din apele uzate sunt îndepărtate. Filtrele de nisip pot fi utilizate pentru epurarea unor efluenți proveniți fie de la decantoarele primare, fie de la treapta de epurare biologică.

Evacuarea apei epurate se face cu ajutorul unor drenuri realizate la baza filtrelor.

Elemente constructive. În scopul construirii unor asemenea filtre, terenul este împărțit în *parcele*, cu o suprafață sub 0,4 ha. Se îndepărtează apoi solul natural de la suprafață, până se ajunge la nisip, construindu-se din solul excavat *diguri* împrejurul parcelor. Pe digurile care înconjoară parcelele se instalează *conducele de aducere* a apei uzate; din conducte, prin *rigole de lemn*, apa este distribuită pe parcele. Pentru evacuarea apei epurate la adâncimea de 1 m de la suprafața nisipului, se așază *drenuri*, cu diametrul de maximum 10 cm, la distanțe de 5–10 m unele de altele. Tuburile de drenaj sunt îmbrăcate în pietriș și sunt prevăzute cu mijloace de protecție împotriva înfundării rosturilor cu nisipul filtrant antrenat de apa uzată.

Pentru a obține rezultate bune, *nisipul* stratului filtrant trebuie să fie curat și uniform. Pământul nu trebuie să umple spațiile libere dintre granulele de nisip, deoarece împiedică filtrarea. Un efect similar de îngreunare a filtrării rezultă și dacă nisipul nu are o granulație uniformă. Ideal este ca nisipul să fie spălat și să aibă dimensiunile granulelor de 0,3–0,5 mm. În timpul exploatării se îndepărtează din stratul superficial de nisip anumite cantități; este recomandabil ca nisipul care se adaugă pentru completarea stratului filtrant să fie asemănător cu cel rămas în strat.

Pentru alimentarea apei uzate se pot folosi sifoanele (v. § 6.5.3 – filtre biologice), care se descarcă intermitent la înălțimi de apă prestabilită și diverse tipuri de *distribuitori*. Cerința de bază a distribuitorilor este de a asigura o repartizare uniformă a apei uzate pe întreaga suprafață a filtrului. În ultima perioadă, se folosesc tot mai des distribuitori rotativi, asemănători celor utilizați la filtrele biologice.

Întotdeauna sunt necesare două sau mai multe filtre, chiar în situația unor stații mici, așa încât unul să fie lăsat să se usuce în timp ce celălalt este în stare de funcționare. În cele mai multe stații, este necesar și un al treilea filtru, pentru a asigura timp suficient pentru uscarea și curățirea primului filtru. Pe timp ploios, când se întârzie uscarea și curățirea filtrelor, poate fi necesar un al patrulea filtru sau unul de rezervă, în scopul obținerii în permanență a unor rezultate bune.

Forma filtrelor (parcelor) poate fi diferită (dreptunghiulară, pătrată sau circulară), depinzând în cea mai mare măsură de suprafața de teren disponibilă, ea impunând în ultimă instanță și sistemul de distribuție a apei uzate.

Exploatarea filtrelor de nisip. Pentru realizarea unei exploatări eficiente a unui filtru cu nisip, se recomandă ca:

- încărcarea filtrului să fie intermitentă și programată astfel încât să se asigure timpul de repaus necesar între două alimentări;

- debitul apei uzate să fie distribuit uniform pe toată suprafața filtrului;

- încărcarea zilnică cu impurități organice să nu depășească limitele medii;

- suprafața nisipului să fie ferită de murdării, gunoaie, semințe, iar materialele care se acumulează trebuie să fie îndepărtate în mod regulat;

- stratul de nisip să fie completat înainte ca acesta să devină prea subțire și să scadă eficiența epurării.

Se recomandă ca un filtru în funcțiune să nu fie alimentat mai mult de 3 ori pe zi, preferându-se, de obicei, două alimentări zilnice. Cantitatea de apă uzată alimentată depinde de:

- volumul apelor uzate acumulate în bazinul de alimentare sau în bazinul de aspirație a pompei înainte de evacuare precum și de debitul de ape uzate influent stației pe perioada alimentării. Aceste volume pot fi reglate de operator în limitele necesare;

- încărcarea cu substanță organică recomandată a se aplica pe filtru. Această încărcare variază între 1,5 l/m²·h pentru efluentul unui decantor Imhoff și 15–20 l/m²·h pentru efluentul unei stații de epurare biologică. Încărcările referitoare la efluentul unui decantor primar variază între 3,5 l/m²·h și 7 l/m²·h. În cadrul exploatării se umple rapid fiecare filtru, în 5–15 min, cu apa uzată, până se atinge o grosime de apă de 5–12 cm. Sunt de preferat două alimentări de 6 cm fiecare, în locul uneia singură de 12 cm.

După drenarea stratului de nisip și uscarea suficientă a solidelor depuse pe suprafața filtrelor, acestea se îndepărtează cu furca, grebla sau lopata. După această operație se greblează sau se afânează cu o grăpă cu dinți stratul de nisip, până la adâncimea de 2,5–10 cm; această operație asigură drenarea șarjei următoare de apă uzată și o circulație mai bună a aerului prin stratul filtrant.

Pe măsură ce scade grosimea stratului de nisip, ca urmare a îndepărtării acestuia cu materialele reținute la suprafața filtrului, se completează cu nisip proaspăt. Între două completări, stratul de nisip nu trebuie să scadă cu mai mult de 10 cm.

Deranjamente în exploatare. Acestea pot fi diferite.

Distribuția neuniformă a apelor uzate. Cauza: lipsa de uniformitate a distribuției se poate datora: opririi distribuitorului sau înfundării complete a orificiilor de distribuție; evacuării continue a apei uzate prin sifonul de dozare, producând scurgerea apei din sistemul de distribuție, pe suprafețe mici, situate lângă punctele de descărcare; debitelor de alimentare prea mici.

Prevenirea și remedierea se fac astfel:

— se verifică modul de funcționare a sifonului și a distribuitorilor, cel puțin o dată pe zi;

— se remediază defecțiunile de funcționare ale sifonului;

— se analizează modul de funcționare a pompei de alimentare, pentru a detecta eventualele deranjamente în funcționare.

Degradarea calității suprafeței filtrului. Cauze: murdărirea suprafeței filtrului cu pământ antrenat de pe digurile înconjurătoare; creșterea buruienilor pe nisipul filtrului.

Prevenirea și remedierea se fac astfel:

— se întrețin într-o bună stare digurile, iar dacă este necesar se pot acoperi cu iarbă;

— se evită depozitarea materialelor îndepărtate de pe suprafața filtrului pe digurile înconjurătoare;

— se îndepărtează regulat buruienile sau se combate creșterea lor prin: plivirea înainte de a face semințe; aplicarea de erbicide pe suprafețele învecinate și chiar pe suprafața filtrului; folosirea unui nisip cât mai curat.

Apariția mirosurilor neplăcute. Cauza: supraîncălzirea unui filtru pe perioade lungi de timp cu substanțe organice greu biodegradabile, în special cu grăsimi. Se remarcă, în general, apariția mirosurilor la alimentarea filtrului cu apă uzată de la decantoarele primare sau Imhoff.

Prevenirea și remedierea se fac prin tratarea cu clor a apelor uzate. Se utilizează doze de clor de circa 10 mg/l. Totuși, doza de clor se aplică în funcție de caracteristicile apelor uzate.

Determinări și înregistrări. Pentru urmărirea eficienței de epurare a filtrelor cu nisip se fac, în general, aceleași determinări cu cele efectuate pentru urmărirea modului de funcționare a câmpurilor de irigare.

6.6.3. Iazuri biologice (iazuri de stabilizare)

Iazurile biologice sunt bazine puțin adânci, care folosesc procesele naturale de îndepărtare din apele uzate a substanțelor organice și a suspensiilor sub control parțial al omului. Iazurile biologice se amenajează, de cele mai multe ori, în depresiuni naturale. Un iaz biologic poate avea funcție multiplă: ca instalație unică de epurare a apelor uzate, ca instalație de epurare secundară sau terțiară, ca bazin de egalizare, ca bazin de sedimentare suplimentară etc.

După procedeul biologic care predomină în iaz, se pot distinge:

— iazuri anaerobe cu fermentare metanică predominantă, întregul volum al bazinului fiind în stare de anaerobie. O variantă a acestui tip este iazul anaerob

cu strat aerob la suprafață, în care stratul superficial este periodic în stare de aerobie, restul volumului fiind anaerob;

— iazuri facultativ anaerobe – aerobe, în care au loc procese de oxidare anaerobă, oxidare aerobă și fotosinteză în diferite proporții. Oxigenul necesar proceselor aerobe este furnizat de alge, prin fotosinteză și este produs numai până la adâncimea la care pătrund razele solare. La fundul iazurilor depunerile de material organic sunt stabilizate prin fenomene de anaerobie;

— iazuri aerobe de mare eficiență sau de mare încărcare, în care oxidarea și fotosinteza sunt în echilibru, realizând o stabilizare completă. Variante ale iazurilor aerobe, și anume iazuri cu recirculare, iazuri aerate în mod artificial, implică sisteme constructive suplimentare.

Printre tipurile enumerate, acela care va fi util într-o anumită situație se stabilește, în mare măsură, în funcție de natura terenului, de amplasarea lui și de performanțele pe care trebuie să le realizeze. În zonele îndepărtate de localități pot fi folosite iazurile anaerobe. În cazul în care trebuie îndepărtate mirosurile fetide, este indicată folosirea iazurilor facultativ anaerobe sau de mare încărcare.

Când într-un iaz biologic se descarcă continuu un debit de apă uzată, o parte din substanțele organice se pot depune ca suspensii pe fundul iazului, sub formă de nămol, iar altele rămân în soluție. În iazurile anaerobe și facultativ aerobe, substanțele organice din lichid sunt descompuse de către bacterii parțial în CO_2 , NH_3 , fosfați și alți produși. Dacă se dispune de oxigen, nămolul este descompus de către bacteriile aerobe, cu formarea unora dintre compușii de mai sus; dacă se dispune de puțin oxigen sau deloc, nămolul suferă o descompunere anaerobă, eliminând gaze în funcție de tipul de descompunere (metan, CO_2 , NH_3 , H_2S , H_2 și compuși solubili – în general acizi volatili).

Elemente constructive. În tabelul 6.4 sunt prezentate câteva date constructive ale iazurilor biologice după experiența S.U.A.; aici, iazurile au adâncimi cuprinse între 0,6 și 1,5 m. Pentru zone cu variații sezoniere de temperatură mari (cum este și cazul țării noastre) și pentru ape uzate decantate se admit adâncimi de 2–3 m.

Tabelul 6.4

Parametrii de dimensionare ai iazurilor biologice

Adâncimea iazului, (m)	Încărcarea în locuitori, (nr. locuitori/ha)	Încărcarea organică (g $\text{CBO}_5/\text{zi} \cdot \text{m}^3$)	Timpul de staționare a apei
1,5–1,2	250	0,6–1,0	luni
1,2–0,6	1 000	5,5	30 zile
sub 0,6	2 000–5 000	11 iarna 25 vara	2–10 zile

Pentru menținerea condițiilor aerobe în iazuri, de multe ori sunt prevăzute posibilități de recirculare a apei (de până la 1,5 ori debitul influent), iar alteori de aerare cu aeratoare mecanice cu rotor, asemănătoare celor din bazinele cu nămol activ.

Activ. Accesul apei în iaz se recomandă a se face prin mai multe puncte, pentru a evita formarea de zone moarte.

Construcțiile pentru evacuarea apei din iaz sunt astfel concepute încât să poată fi reglate pentru a capta apa de la diferite adâncimi. Iazurile sunt prevăzute cu conducte de golire.

De multe ori, iazurile sunt construite în serie, două până la patru iazuri aşezate unul după altul. Ultimele iazuri, în situaţiile iazurilor acrobe, sunt populate cu peşte; în acestea, concentraţia oxigenului nu trebuie să fie mai mică de 3 mg/l.

Pentru compartimentarea iazurilor se construiesc diguri de separare care au lățimi corespunzătoare circulației pe ele, taluzurile fiind acoperite cu pereuri din piatră, asfalt sau sunt înierbate. Radierul iazului, în anumite condiții hidrogeologice, se impermeabilizează.

Exploatare și întreținere. Modul de exploatare a iazurilor biologice depinde, în principal, de tipul iazului. În tabelul 6.4 sunt date câteva elemente referitoare la încărcările organice recomandate pentru unele iazuri aerobe. În situațiile în care iazurile sunt aerate artificial, o atenție deosebită trebuie acordată menținerii într-o stare bună de funcționare a sistemelor de aerare. În același timp, trebuie întreținute conductele și canalele de admisie a apei uzate în iaz și de evacuare a apei epurate, vanele, stăvilarele etc.

Digurile despărțitoare se mențin curate, îndepărtându-se, prin cosire, buruienile care cresc pe taluzurile lor.

În cazurile în care în ultimele iazuri se crește pește, acestea trebuie prevăzute cu o conductă de by-pass a apelor uzate, întrucât în perioadele în care încărcarea organică este superioară celei normale, acestea trebuie să ocolească iazul.

7

EPURAREA TERTIARĂ

Chiar dacă procedeele de epurare mecanice, mecano-chimice sau mecano-biologice ating performanțe notabile, în ultimul timp exigențele impuse eficiențelor reclamă utilizarea unor procedee suplimentare de epurare, cunoscute sub numele de epurare terțiară.

Epurării terțiare îi revine rolul de a reduce conținutul de substanțe în suspensie, CBO_5 , azot și fosfor, la un nivel care să nu afecteze în nici un fel, nici pe moment nici pe termen lung, emisarul.

Se menționează că procedeele de epurare terțiară sunt eficiente în măsura în care treptele anterioare de epurare au fost eficiente și au asigurat un influent de bună calitate. Epurarea terțiară nu este destinată să transforme un efluent de slabă calitate într-un efluent de bună calitate.

În practica epurării apelor uzate din țara noastră nu este aplicată încă epurarea terțiară. Au fost încercări, dar ele nu au depășit faza de instalație-pilot sau studiu de fezabilitate.

În aceste condiții, procedeele respective li se va face o prezentare generală, fără a se insista pe elemente de exploatare, acestea nefiind de actualitate.

În prezent, în literatura tehnică de specialitate precum și în practica din țările cu tehnică avansată în acest domeniu, sunt cunoscute următoarele procedee:

- filtrarea rapidă prin nisip;
- filtrarea lentă;
- microfiltrarea;
- clarificator ascensional;
- teren înierbat;
- lagune.

7.1. Filtrarea rapidă

Filtrarea rapidă prin nisip este considerată ca metoda cel mai larg utilizată în stațiile mari de epurare.

La proiectarea, realizarea și exploatarea acestor instalații s-a preluat experiența bogată privind filtrele rapide din domeniul alimentărilor cu apă.

În cele mai multe cazuri au fost adoptate filtrele gravitaționale, având ca încărcătură nisip. S-au mai încercat și variante de filtre ascensionale sau filtre cu strat mixt.

În dimensionarea acestor instalații pentru epurarea terțiară se acceptă o încărcare hidraulică de $200 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{zi}$.

La o astfel de încărcare se poate conta pe o reducere de 65–85% a substanțelor în suspensie și 20–35% a CBO_5 .

Dimensiunile nisipului se recomandă a fi în domeniul 1,0–2,0 mm.

Având în vedere că se aplică tehnica de spălare a filtrelor cu contracurent de apă o dată la 24–48 de ore, nu se poate conta pe o activitate biologică în aceste filtre.

Detalii sunt prezentate în capitolul 6.6.2.

7.2. Filtrarea lentă

Pentru stațiile mici de epurare, filtrarea lentă ca procedeu de epurare terțiară poate fi de asemenea utilizată. Dimensionarea acestor instalații se face pentru o încărcare de $2\text{--}5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{zi}$.

Filtrarea lentă se remarcă printr-un cost redus de exploatare și întreținere, dar presupune ocuparea unei suprafețe de teren destul de mari.

Performanțele care se pot obține la aceste instalații în ceea ce privește eficiența epurării sunt:

- 60–80% la reducerea substanțelor în suspensie;
- 30–50% la CBO_5 .

Având în vedere modul de funcționare a acestor instalații (cu o anumită similitudine cu instalațiile cunoscute de la tratarea apelor de alimentare), filtrele lente se remarcă printr-o activitate biologică semnificativă, ceea ce asigură reducerea CBO_5 și, totodată, obținerea unui anumit grad de nitrificare.

7.3. Microfiltrarea

Micrositarea a fost utilizată ca procedeu de epurare terțiară încă din 1948 și există în prezent un număr considerabil de instalații aflate în funcțiune.

Aceste instalații au numeroase avantaje din punct de vedere constructiv, dintre care se menționează dimensiunile reduse și plasarea lesnicioasă în construcții acoperite.

Eficiența în reducerea substanțelor în suspensie și a CBO_5 depinde de dimensiunea ochiurilor sitei și de caracteristicile materialului în suspensie.

Performanțele care se pot obține la aceste instalații în ceea ce privește eficiența epurării sunt:

- 35–75% la reducerea substanțelor în suspensie;
- 12–50% la CBO_5 ;

O dezvoltare de peliculă biologică poate provoca colmatarea sitei și o pierdere de sarcină excesivă. În acest caz, se controlează fenomenul cu lampa ultravioletă.

Se pot recomanda parametrii de proiectare pentru micrositele utilizate la filtrarea efluenților rezultați din epurarea biologică a apelor uzate (tabelul 7.1).

Tabelul 7.1

Parametrii de proiectare pentru microsite

Caracteristici	Valori, unități de măsură, observații
Dimensiunile ochiurilor	20–25 μ (media 15–60 μ)
Zona imersată	70% din înălțime 66% din suprafață
Încărcarea specifică	46,5 l/min·m ² suprafață imersată
Pierdere de sarcină	7,5–15 cm H ₂ O; în condițiile extreme ajunge până la 30–45 cm H ₂ O
Viteza periferică a tamburului	4,50 m/min la 7,5 cm H ₂ O pierdere de sarcină; 37,50–45,00 m/min la 15 cm H ₂ O pierdere de sarcină
Diametrul tamburului	3,00 m; utilizarea unor diametre mai mici duce la creșterea debitului apei de spălare
Debitul de apă de spălare și presiune	2% la presiune de 0,35 kgf/cm ² 5% la presiune de 1,00 kgf/cm ²

Din numeroasele date referitoare la eficiența acestor tipuri de instalații se pot prezenta următoarele concluzii generale privind reținerea suspensiilor solide din efluenții secundari:

— chiar și în condiții foarte bune de exploatare, apa trecută prin microsită va rămâne cu o încărcare de 5–10 mg/l substanțe în suspensie;

— performanțele tind să fie mai bune (75–80%) la o încărcare hidraulică mai mică;

— creșterea în influent a concentrației de substanțe în suspensie se reflectă în efluent, dar fără apariții de creșteri bruște;

— o mai bună reținere se va obține la ochiuri mai mici ale sitei;

— microfiltrarea poate fi utilizată și în locul decantării secundare după filtrele biologice, la concentrații reduse și suspensii bine floclate;

— la viteze mai reduse de rotație, rezultă calități superioare ale efluentului.

7.4. Clarificator ascensional

Acest tip de instalație constă dintr-un bazin în care apa are sens ascendent de circulație, trecând printr-un strat de pietriș (de 5–10 mm) de 15 cm înălțime, susținut de o placă perforată situată la partea inferioară a bazinului.

Încărcarea pentru care se face dimensionarea este de $24 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{zi}$.

Prin traversarea stratului de pietriș are loc o floculare a materialului în suspensie și flocoanele formate se depun la partea superioară a stratului de pietriș. Suspensiile acumulate sunt îndepărtate intermitent prin coborârea nivelului lichidului sub stratul de pietriș.

Se pot obține performanțe de 30–35% reducere a substanțelor în suspensie, în funcție de mărimea pietrișului și tipul substanțelor în suspensie.

Rezultate similare s-au obținut utilizând în loc de pietriș alte materiale poroase ce pot produce flocularea, ca de exemplu împletitura de fire.

7.5. Teren înierbat

În general este o practică destul de larg răspândită utilizarea diferitelor categorii de ape uzate la irigarea terenurilor. Aceasta poate deveni eficientă în cazul micilor comunități rurale, pentru a asigura o epurare finală superioară.

Efluentul este distribuit pe un teren înierbat cu o pantă ideală de 60° și se colectează în canale situate la baza pantei. Încărcarea hidraulică poate fi în domeniul $0,05\text{--}0,3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{zi}$. Se pot atinge următoarele performanțe:

- 60–90% reducerea substanțelor în suspensie;
- 70% la reducerea CBO_5 .

Se recomandă o cultură de iarbă joasă.

Suprafața se recomandă să fie divizată într-un număr de loturi pentru a permite accesul.

Având în vedere prezența nutrienților în efluent, sunt posibile tăieri dese ale vegetației.

7.6. Lagune

Stocarea efluenților în lagune reprezintă o combinație a proceselor de sedimentare și oxidare biologică, în funcție de timpul de retenție.

În cazul unei staționări relativ reduse (2–3 zile), efectul de purificare este datorat floculării și sedimentării cu o eficiență de reducere de 30–40% a substanțelor în suspensie (proces descris pe larg la prezentarea epurării mecanice).

La un timp de retenție mai mare (14–21 zile), îmbunătățirea efluentului poate fi considerabilă, conform următoarelor performanțe:

- 75–90% reducere în substanțe în suspensie;
- 50–60% reducere la CBO_5 ;
- 90% reducere coliformi.

Trebuie avut în vedere, ca o deficiență, posibila dezvoltare masivă de alge, ceea ce impune adoptarea unor sisteme de înlăturare periodică a acestora.

DEZINFECȚIA APELOR UZATE EPURATE

Din ce în ce mai des este menționată în literatura tehnică de specialitate utilizarea dezinfecției apelor uzate epurate înainte de a fi deversate în emisar.

De multe ori este considerată ca un procedeu care ține loc de epurare terțiară, dar în cele mai multe cazuri dezinfecția urmează după epurarea terțiară, ca un tratament final, în vederea evitării contaminării efluentului.

Procedul de dezinfecție se aplică în acele situații în care este necesar a asigura un grad sporit de protecție a emisarului (lacuri, zone costiere), unde o activitate de agrement, turistică, sportivă sau de conservare a biodiversității poate fi compromisă de riscul contaminării biologice sau bacteriologice de la ape uzate neepurate în suficientă măsură.

În general, în epurarea apelor uzate s-a preluat experiența îndelungată de dezinfecție de la tratarea apelor de alimentare. Astfel că nu vor fi prezentate problemele generale ale dezinfecției, acestea fiind bine cunoscute dintr-o lucrare anterioară. Se va insista pe unele elemente specifice apelor uzate. În acest caz, specificul constă în natura periculoasă a unor impurități prezente în apă (bacterii, virusuri, anumite categorii de substanțe organice).

Din acest punct de vedere este de remarcat interesul ce se manifestă în țările avansate pentru inactivarea virusurilor ce pot fi prezente în concentrații semnificative în efluentul secundar al stațiilor de epurare. Virusurile pot străbate tot procesul de epurare, pot persista în cursurile de apă și pot intra în prizele sistemelor de alimentare cu apă.

Determinări efectuate în acest sens au scos în evidență persistența, de exemplu, a enterovirusurilor într-un procent semnificativ de probe ale apei recoltate din râuri. Astfel, Donald Johnson prezintă pentru diferite râuri, datele din tabelul 8.1.

Din punct de vedere al inactivării sunt raportate posibile eficiențe în cazul epurării primare sau secundare.

Astfel, în epurarea primară performanțele posibile sunt de cel mult 3%, ceea ce este total insuficient.

În epurarea secundară, studii au dovedit posibile performanțe de la 9-96%. Totuși, această eficiență este departe de aceea necesară unui efluent sigur.

Și în acest caz, ca și în epurarea terțiară, dezinfecția ca performanță este strict dependentă de performanțele treptelor anterioare de epurare. Astfel, având în vedere acest aspect, abilitatea unor tehnologi și apoi a operatorilor este de a concepe și exploata un flux tehnologic complex, în care fiecare procedeu sau instalație de

epurare își aduce aportul la obținerea unei eficiențe finale, care în unele cazuri este necesar să fie și de 99,99%.

Tabelul 8.1

Procentele de probe pozitive în enterovirus

Tipul de apă	Procent de probe pozitive în enterovirus (%)
Apa de râu (Franța)	21
Apa de râu (Franța)	9
Apa de băut (Franța)	8
Apa de râu (Moscova)	34
Apa de râu (Elveția)	38
Apa de râu (Elveția)	63
Apa de alimentare pentru gospodărire (Israel)	2
Apa de alimentare pentru gospodărire (Anglia)	56
Râul Tidal (S.U.A.)	27-52
Râul Illinois (S.U.A.)	27

Eficiența procedurii de dezinfecție poate fi redusă prin interferența unor alte impurități sau parametri, ca de exemplu: substanțe organice clorurate, materii în suspensie, pH, amoniu etc.

Iată de ce, în cazul utilizării dezinfecției, schemele tehnologice de epurare capătă un grad de complexitate sporit, puțin cunoscut și, mai ales, puțin aplicat în România.

Necesitatea alinierii României la criteriile de exigență privind calitatea efluenților impune luarea în considerare într-un viitor nu prea îndepărtat a acestei probleme: dezinfecția apelor uzate.

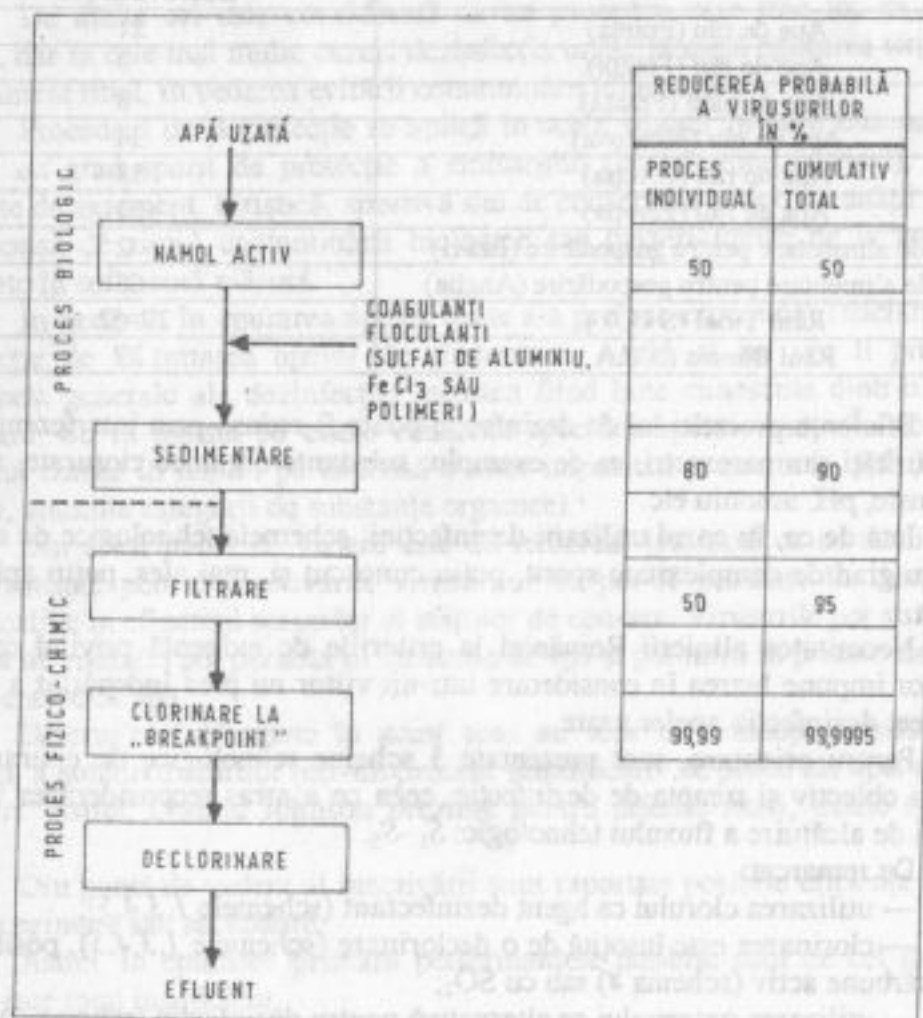
Pentru orientare, sunt prezentate 5 scheme tehnologice de epurare care includ ca obiectiv și treapta de dezinfecție, ceea ce a atras reconsiderarea întregii concepții de alcătuire a fluxului tehnologic: S_1-S_5 .

De remarcat:

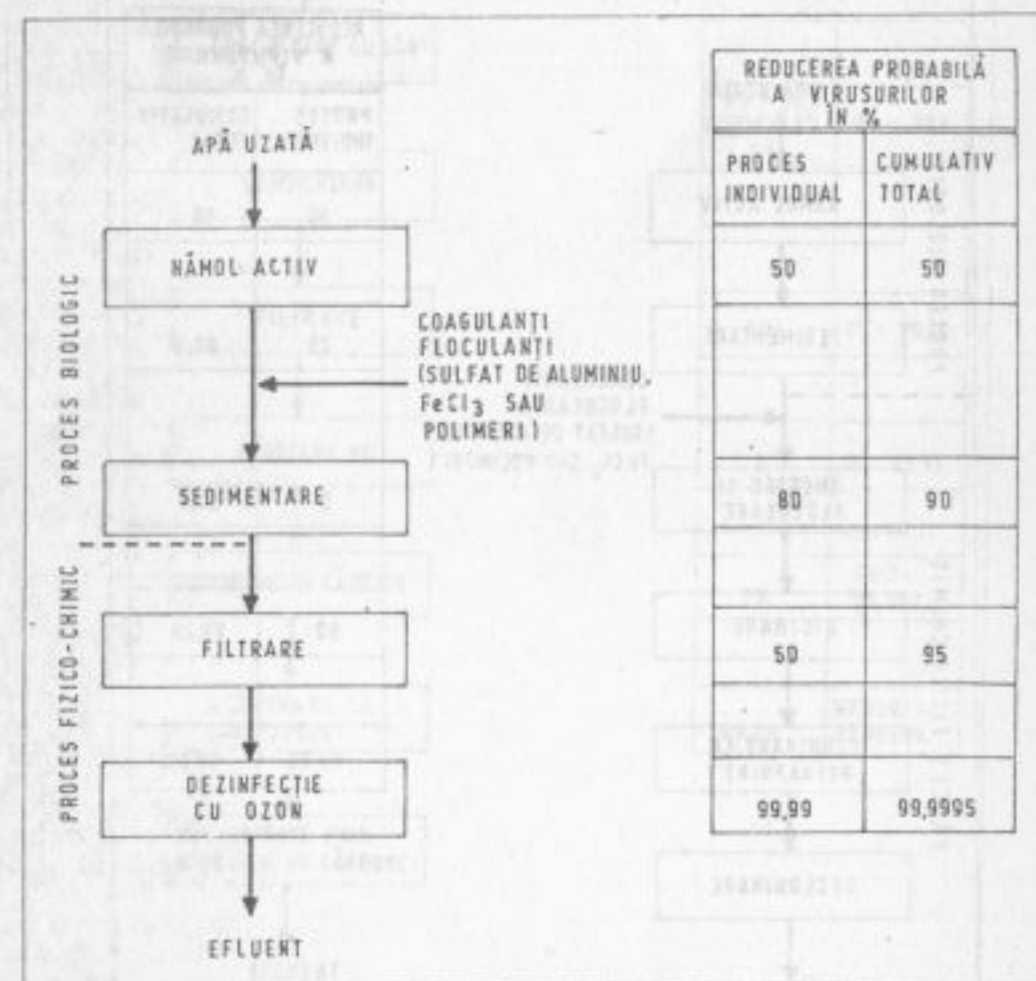
- utilizarea clorului ca agent dezinfectant (schemele 1,3,4,5);
 - clorinarea este însoțită de o dechlorinare (schemele 1,3,4,5), posibil a se face cu cărbune activ (schema 4) sau cu SO_2 ;
 - utilizarea oxigenului ca alternativă pentru dezinfecție (schema 2).
- Ca observații cu caracter general, pot fi reținute următoarele:
- utilizarea largă a proceselor de epurare fizico-chimică după epurarea cu cărbune activ;
 - utilizarea de reactivi chimici cu var, sulfat de aluminiu sau clorură ferică, practică bine cunoscută în tratarea apelor de alimentare;
 - eficiențele posibil a fi atinse sunt de 99,99%.

Ca elemente rezultate din practica exploatării unor instalații industriale, sunt de reținut următoarele valori:

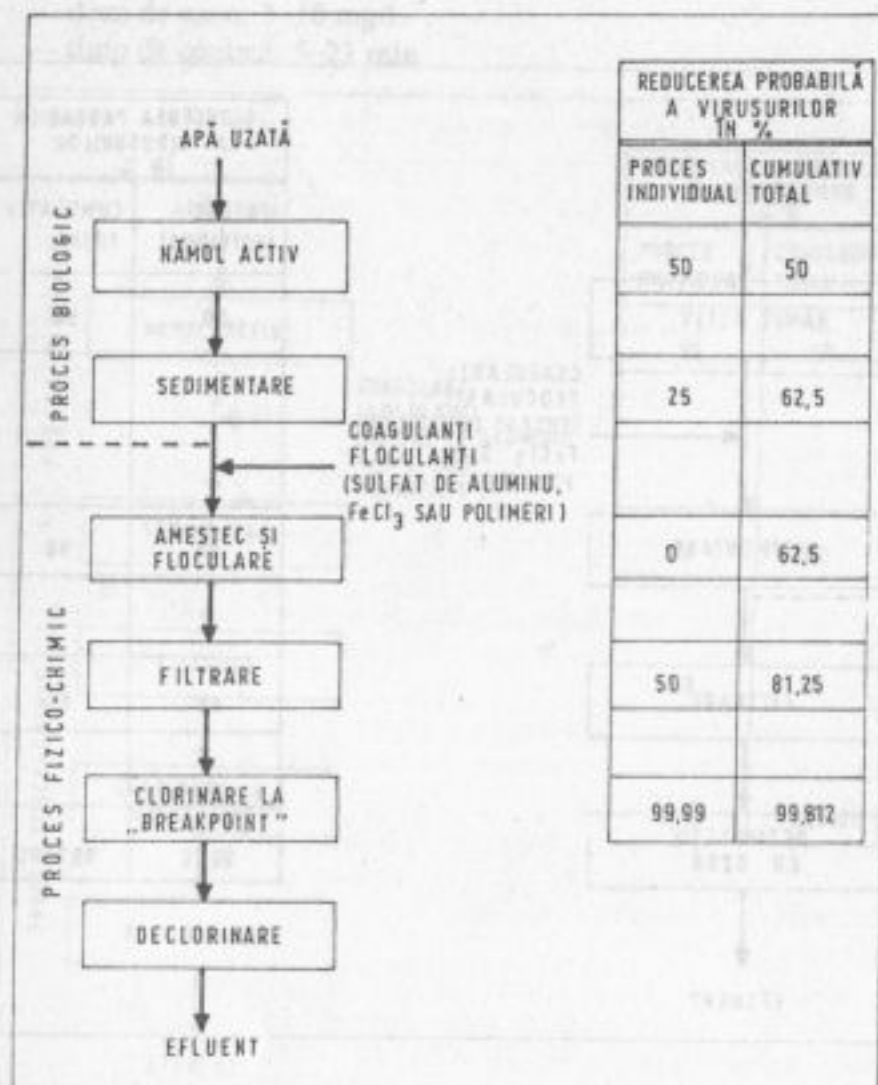
- doza de clor: 2–4 mg/l;
- timp de contact: 30–40 min;
- doza de SO_2 pentru declorinare: 1/2 din doza de clor;
- doza de ozon: 3–10 mg/l;
- timp de contact: 5–22 min.



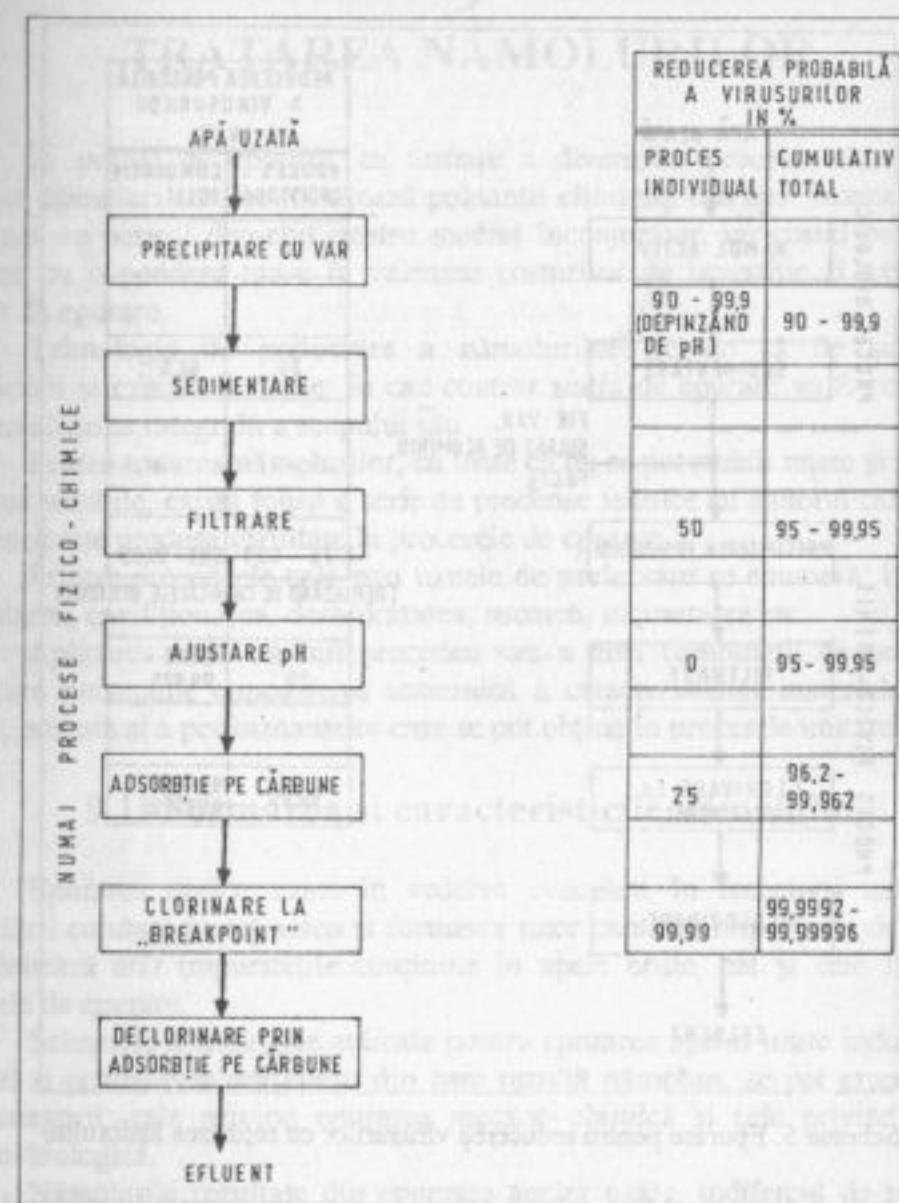
Schema 1. Epurare pentru reducerea virusurilor utilizând clor.



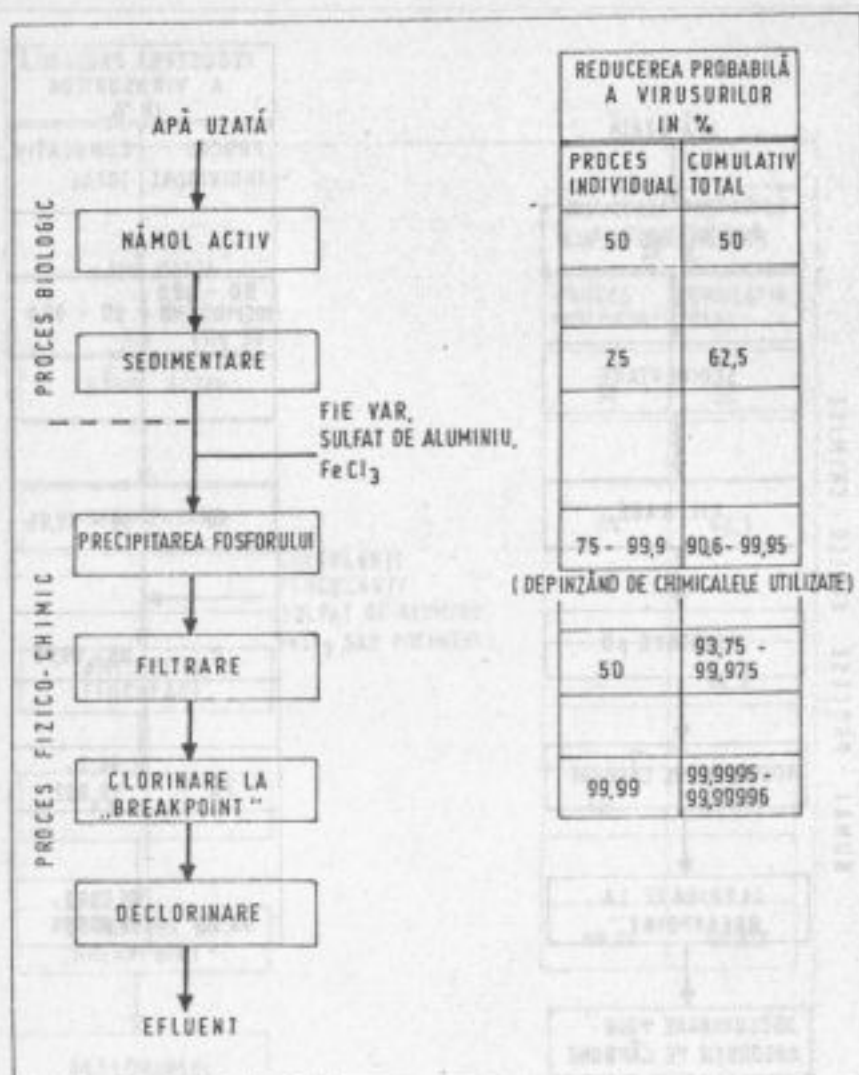
Schema 2. Epurare pentru reducerea virusurilor utilizând ozon sau brom.



Schema 3. Epurare pentru reducerea virusurilor utilizând adjuvanți de filtrare.



Schema 4. Epurare pentru reducerea virusurilor utilizând procese fizico-chimice.



Schema 5. Epurare pentru reducerea virusurilor cu reținerea fosforului.

Analiza de ansamblu a celor 5 scheme prezentate scoate în evidență faptul că epurarea apelor uzate a depășit stadiul unor scheme standard (mecanică, mecano-chimice sau mecano-biologice), ea devenind o tehnologie ce se cere precizată pentru fiecare caz în parte, în funcție de situația locală, calitatea apei uzate, criteriile de exigență etc.

Desigur că exploatarea și întreținerea unor astfel de instalații se impun a fi făcute la nivelul efortului depus pentru realizarea instalațiilor.

9

TRATAREA NĂMOLURILOR

În stațiile de epurare, ca urmare a diverselor procese tehnologice, se formează nămoluri care concentrează poluanții eliminați din apă. Aceste nămoluri reprezintă un pericol deosebit pentru mediul înconjurător, iar costul prelucrărilor intervine cu o pondere mare în valoarea costurilor de investiție și exploatare a stațiilor de epurare.

Tehnologia de prelucrare a nămolurilor trebuie să fie subordonată valorificării și evacuării finale, în caz contrar stația de epurare va fi compromisă prin nerealizarea integrală a scopului său.

Pentru tratarea nămolurilor, cu toate că nu se pot stabili rețete și tehnologii universale valabile, există totuși o serie de procedee tehnice cu ajutorul cărora se pot prelucra aceste produse rezultate în procesele de epurare.

Printre procedeele cele mai uzuale de prelucrare se enumeră: îngroșarea, fermentarea, condiționarea, deshidratarea, uscarea, incinerarea etc.

Aplicarea unui anumit procedeu sau a unei combinații de procedee de prelucrare presupune cunoașterea temeinică a caracteristicilor materialului supus tratării, precum și a performanțelor care se pot obține în procesele unitare.

9.1. Formarea și caracteristicile nămolului

Epurarea apelor uzate în vederea evacuării în receptorii naturali sau recirculării conduce la reținerea și formarea unor cantități importante de nămoluri ce înglobează atât impuritățile conținute în apele brute, cât și cele formate în procesele de epurare.

Schemele tehnologice aplicate pentru epurarea apelor uzate industriale, ca de altfel și pentru cele orășenești din care rezultă nămoluri, se pot grupa în două mari categorii: cele privind epurarea mecano-chimică și cele privind epurarea mecano-biologică.

Nămolurile rezultate din epurarea apelor uzate, indiferent de natura lor, sunt sisteme coloidale complexe cu compoziție eterogenă.

Ele conțin particule coloidale (diametru mai mic decât 1 μm), particule în fază dispersă cu diametrul cuprins între 1 și 100 μm și agregate în suspensie cu aspect gelatinos ca și polimeri organici de origine biologică.

Definite din punct de vedere tehnologic, nămolurile se consideră ca fază finală a epurării apelor, în care sunt înglobate produse ale activității metabolice

și/sau materii prime, produși intermediari și produse finite ale activității industriale.

Clasificarea nămolurilor. Nămolurile se pot clasifica după mai multe criterii.

După proveniența apei uzate, există:

- nămoluri de la epurarea apelor uzate orășenești;
- nămoluri de la epurarea apelor industriale;

După treapta de epurare, se disting:

- nămol primar din decantoarele primare;
- nămol secundar din decantoarele secundare;
- nămol amestecat: nămol activ în exces sau nămol de la filtrele biologice, combinat cu nămolul primar;

După stadiul de prelucrare în cadrul gospodăriei de nămol, se menționează:

- nămol proaspăt;
- nămol fermentat, stabilizat aerob, anaerob sau chimic;

După compoziția chimică, se disting:

- nămoluri cu o compoziție predominant organică, ce conțin peste 50% substanțe volatile în substanță uscată;
- nămoluri cu o compoziție predominant anorganică, ce conțin peste 50% substanțe minerale în substanță uscată.

Cantitățile de nămol. Cantitățile ce se rețin în diferitele trepte de epurare sunt variabile de la o sursă la alta, în funcție de caracteristicile fizico-chimice ale apei brute, de procedeul și de gradul de epurare impus.

Astfel, pentru apele uzate orășenești, cantitățile de nămol sunt cuprinse între 65 și 90 g/om·zi.

În ceea ce privește cantitățile specifice de nămol provenit din apele uzate industriale, nu se pot indica valori medii, întrucât acestea depind de o serie de factori variabili de la o unitate la alta.

Se pot cita unele exemple, pentru a ilustra gradul de încărcare cu materii în suspensie, astfel: în urma epurării mecano-chimice a apelor uzate provenite de la decapări și tratamente de suprafață, rezultă cantități însemnate de nămol, reprezentând circa 30% din volumul apei tratate, cu o umiditate de peste 95%; la preparațiile de cărbune, materialul solid din apele uzate reprezintă 10-15% din volumul total, concentrația suspensiilor fiind de circa 40 g/l (substanțe în suspensie uscată); la epurarea mecano-chimică a apelor uzate din industria celulozei și hârtiei (precipitare cu săruri de fier), nămolul rezultat constituie circa 20-30% din volumul apei epurate etc.

Caracteristicile fizico-chimice. Caracteristicile fizico-chimice ale nămolurilor depind de proveniența apei uzate și tehnologia de epurare. Pentru a caracteriza nămolurile se apelează la indicatori generali (umiditate, greutate specifică, pH, raport mineral/volatil, putere calorică etc.) și la indicatori specifici (substanțe fertilizante, detergenți, metale, uleiuri, grăsimi etc.).

Datorită naturii complexe a nămolurilor, indicatorii generali și specifici se completează și cu alți parametri ce caracterizează modul de comportare a nămolurilor la anumite procese de prelucrare (fermentabilitate, rezistență specifică la filtrare, compresibilitate etc.).

Principalele caracteristici fizico-chimice ale nămolurilor, care prezintă interes în tehnologia de prelucrare și evacuare sunt prezentate în continuare.

Umiditatea nămolurilor variază în limite destul de largi, în funcție de natura nămolului, de treapta de epurare din care provine. Nisipul reținut în deznisipatoare are o umiditate de circa 60%, nămolul primar proaspăt 95-97%, nămolul activ în exces 98-99,5%.

Întrucât numărul de grupe hidrofile din nămol este ridicat, apa este puternic legată de particula solidă prin interacțiuni chimice. Principalele grupe funcționale hidrofile sunt: -OH; -NH₂; -COOH; -SH; -NH. Cum aceste grupe sunt ionizabile, particulele au o sarcină negativă dependentă de pH.

Din cauza sarcinilor negative și, în general, din cauza proprietățile lor de legare a apei, aceste particule se resping și nu formează decât parțial aglomerări mai mari, care să permită sau să ușureze drenarea apei.

În nămoluri, apa este legată de particulele solide în mai multe moduri, fiecare tip de apă putând fi separat printr-un anumit procedeu.

Astfel, există:

- apa interstițială, separabilă prin decantare;
- apa de adeziune, separabilă prin filtrare sau centrifugare;
- apa de adsorbție, separabilă prin uscare;
- apa capilară sau intracelulară, separabilă prin uscare sau incinerare.

În principiu, energia necesară pentru separarea apei crește exponențial cu conținutul în reziduu total al nămolului.

Greutatea specifică a nămolului depinde de greutatea specifică a substanțelor solide pe care le conține, de umiditatea lor și de proveniența nămolului din cadrul stației: nămolul primar brut are o greutate specifică de 1,004-1,014 t/m³, nămolul activ în exces are valori în jur de 1,001 t/m³, iar după îngroșare 1,003 t/m³.

Mineral și volatil în substanța uscată este un criteriu de clasificare a nămolurilor și un criteriu de selecție a procedeelor de prelucrare, întrucât un nămol organic este putrescibil și se are în vedere mai întâi stabilizarea sa, mai ales pe cale biologică (fermentarea anaerobă, stabilizarea aerobă), pe când nămolul anorganic

se prelucurează prin procedee fizico-chimice (solidificare, extracție de componente utile etc.).

Întrucât pentru înlăturarea apei cele mai folosite procedee sunt deshidratarea, uscarea și incinerarea, pentru caracterizarea nămolurilor se utilizează anumiți parametri specifici ce interesează în mod deosebit aceste operații. Între aceștia, cei mai importanți sunt: rezistența specifică la filtrare, compresibilitatea și puterea calorică.

Rezistența specifică la filtrare este un parametru care indică posibilitatea eliminării apei dintr-un nămol prin filtrare. Cu cât rezistența specifică la filtrare este mai mare, cu atât apa se îndepărtează mai greu.

În conformitate cu rezistența specifică la filtrare, nămolurile se împart în:

— nămoluri greu filtrabile, în categoria cărora se încadrează nămolurile orășenești brute și unele nămoluri primare fermentate, cu durată scurtă de fermentare;

— nămoluri cu filtrabilitate medie, care cuprind unele nămoluri anorganice și unele nămoluri primare fermentate cu durată de fermentare mare;

— nămoluri ușor filtrabile, rezistența specifică la filtrare mică, în categoria cărora intră nămolurile condiționate, nămoluri provenite din epurarea mecano-chimică, nămoluri fibroase etc.

Rezistența specifică la filtrare se determină experimental. Pentru aceasta, se măsoară volumele de filtrat scurse la anumite intervale de timp într-o instalație specifică de laborator, prin filtrare la o diferență de presiune negativă sau pozitivă.

Factorul de compresibilitate reprezintă dependența dintre rezistența specifică la filtrare și presiune. Rezistența specifică la filtrare variază cu presiunea aplicată filtrului.

Cu cât factorul de compresibilitate al unui nămol este mai mare, cu atât variază mai mult rezistența specifică la filtrare a acestuia cu presiunea.

Factorul de compresibilitate exprimă comportarea nămolului în timpul filtrării. Pentru calculul factorului de compresibilitate se determină rezistența specifică la filtrare la mai multe presiuni.

Puterea calorică a nămolului variază în funcție de conținutul în substanță organică (substanță volatilă). Puterea calorică se determină experimental, utilizând o bombă calorimetrică. Se poate determina puterea calorică și prin utilizarea unor relații de calcul stabilite pe baza conținutului nămolului în material volatil.

Conținutul în metale grele și nutrienți (K, P, N) prezintă o importanță deosebită, atunci când se are în vedere valorificarea nămolului ca îngrășământ agricol sau agent de condiționare a solului. Dar utilizarea agricolă a nămolurilor este condiționată, în primul rând, de conținutul nămolului în elemente toxice și, în special, în metale grele, care prezintă un grad ridicat de toxicitate.

Dacă nămolul menajer conține cantități reduse de metale grele, în general sub limitele admisibile, nămolurile rezultate din epurarea în comun a apelor orășenești cu cele industriale conduc, în funcție de profilul industriei, la creșterea concentrației de metale grele în nămol.

Prezența și concentrația metalelor grele în nămolurile industriale depind de profilul și procesul tehnologic al industriei.

În tabelul 9.1 sunt prezentate principalele caracteristici ale unui nămol primar, evacuat din decantoarele unei stații de epurare a apelor uzate orășenești.

Tabelul 9.1

Caracteristicile nămolului brut din decantoare

Calitatea	Descrierea	Observații
1	2	3
Textura fizică	Neuniform, cu cocoloașe	—
Culoare	Brun	Coloranții din apele uzate industriale pot să coloreze nămolul; el poate fi gri închis sau negru dacă este septic (v. mai jos: septicitate).
Densitate	Conținutul mediu de solide, 3–8%	O calitate bună trebuie să aibă 5–7% solide.
Miros	În mod obișnuit se simte	Poluanții industriali (săruri minerale, substanțe organice etc.) pot conferi un miros specific.
Substanțe volatile	Limita medie 70–80% din totalul solidelor uscate	Câteodată se poate ajunge la peste 85% și sub 60%.
pH	Limitele uzuale 5,5–6,5; valoarea medie cca. 6,0	Este afectat de apele uzate industriale și de septicitatea nămolului.
Alcalinitatea totală	Limite între 300 și 1000 mg/l; obișnuit 500–800 mg/l	—
Conținutul de solide minerale sau nevolatile	Cca. 30% din totalul de substanțe solide uscate	Dacă este mult peste 30%, este de presupus existența nisipului.
Septicitate	Nu este septic	Nămolul brut devine septic din cauza: — reținerii nămolului un timp prea lung în bazine; — calității inferioare a lichidului ce se scurge din bazinele de fermentare anaerobă.

Tabelul 9.1 (continuare)

1	2	3
Volumul nămolului	Între 0,525 și 5,25 m ³ /1000 m ³ nămol tratat; media cca. 1,375–2,625 m ³ /1000 m ³	Volumele mari arată că nămolul extras este prea subțire sau că sunt prezente cantități importante de apă uzată industrială. Volumele mici indică o eficiență inferioară a decantorului.
Fermentabilitatea	În mod normal fermentează ușor	Solidele din apa brută care nu fermentează indică o apă uzată industrială nocivă, cum sunt cele care conțin săruri metalice sau substanțe organice toxice.
Conținutul de grăsimi	În mod normal 15–20 mg/l	Cifre mult mai mari sunt caracteristice apelor uzate industriale, cum sunt reziduurile de ulei, apele uzate de la spălarea lânii etc.
Uscarea pe platforme de nisip	Slabă	—

9.2. Clasificarea procedeelor de prelucrare a nămolurilor

Alegerea procedeelor de prelucrare a nămolurilor în vederea reducerii conținutului de apă și a creșterii valorii lor economice trebuie să țină seama de o serie de aspecte.

Din punct de vedere igienico-sanitar, procedeele de prelucrare a nămolurilor trebuie să aibă în vedere:

- reducerea contactelor dintre lucrători și materialul supus prelucrării;
- prevenirea dezvoltării mirosurilor în timpul transportului, prelucrării și utilizării;
- distrugerea germenilor patogeni, a ouălor de viermi etc.;
- obținerea unor materiale, neputrescibile, apte pentru stocarea și utilizarea ulterioară.

Din punct de vedere economic, procedeele de prelucrare a nămolurilor trebuie să țină seama de:

- disponibilitatea de spațiu;
- costul utilajelor;
- disponibilitatea de forță de muncă;
- posibilitatea de valorificare ulterioară.

Din punct de vedere tehnic, alegerea procedeelor de prelucrare a nămolurilor trebuie să se bazeze pe:

— cunoașterea aprofundată a proprietăților și caracteristicilor materialului ce urmează a se prelucra;

— alegerea și dimensionarea corectă a instalațiilor și utilajelor;

— scheme elastice, cu posibilități de adaptare rapidă în caz de avarii.

În tabelul 9.2 este prezentată o clasificare a proceselor de tratare a nămolurilor, avându-se în vedere funcția procesului și scopul urmărit.

Tabelul 9.2

Prelucrarea și evacuarea nămolului

Tipuri de proces	Scop și funcții	Se realizează prin:
1	2	3
Îngroșare	Îndepărtarea apei; reducerea volumului; creșterea eficienței proceselor următoare; omogenizare.	– Sedimentare – Flotare – Filtrare – Centrifugare
Stabilizare	Diminuarea potențialului patogen, reducerea volumului și masei; diminuarea putrescibilității; produce gaz de fermentare combustibil (anaerobă)	– Fermentare anaerobă – Stabilizare aerobă
Condiționare	Modificarea structurii; îmbunătățirea filtrabilității; creșterea gradului de captare a solidelor, îmbunătățirea compactibilității.	– Condiționare chimică – Condiționare termică – Elutriere – Condiționare cu material inert
Dezinfecție	Reduce potențialul patogen; asigură valorificarea agricolă și silvică.	– Pasteurizare – Iradiere – Tratare cu var – Tratare cu clor – Compostare
Deshidratare	Îndepărtarea apei; reducerea consumului de energie și cheltuielilor de transport în procesele următoare.	– Platforme de uscare – Lagune – Vacuum filtre – Filtre presă – Centrifugă – Filtre presă cu bandă
Uscare	Îndepărtarea avansată a apei; sterilizarea materialului.	– Uscător cu vetre etajate – Uscător rotativ – Uscător cu bandă – Atomizor

Tabelul 9.2 (continuare)

1	2	3
Ardere	Distrugerea totală a materiilor organice; îndepărtarea totală a apei; sterilizarea; conversia materialului.	- Incinerare - Oxidare umedă - Piroliză
Eliminare finală	Îndepărtarea din cadrul instalației; reintegrarea în circuitul natural sau economic; valorificarea potențialului util.	- Îngrășământ agricol - Amendament - Refacere terenuri degradate - Materiale de construcții - Depozitare pe sol - Depozitare în subteran

Din totalul proceselor de prelucrare enumerate, de cele mai multe ori, se combină două sau mai multe, în funcție de caracteristicile materialului și de aspectele economice.

9.3. Îngroșarea nămolului

Îngroșarea nămolului constituie cea mai simplă și larg răspândită metodă de concentrare a acestuia, având drept rezultat reducerea volumului și ameliorarea rezistenței specifice la filtrare.

Gradul de îngroșare depinde de mai multe variabile, dintre care mai importante sunt: tipul de nămol (primar, fermentat, activ etc.), concentrația inițială a solidelor, temperatura, utilizarea agenților chimici, durata de îngroșare etc.

Prin îngroșare, volumul nămolului se poate reduce de aproape 20 de ori față de volumul inițial, dar îngroșarea este eficientă tehnico-economic până la o concentrație de solide de 8-10%.

Îngroșarea se poate realiza prin decantare-îngroșare gravitațională, flotare sau centrifugare. Cea mai aplicată metodă este îngroșarea gravitațională.

Îngroșătoarele gravitaționale sunt instalații de tipul decantoarelor circulare, având radierul în pantă spre centru, dotate cu echipamente mecanice de amestec lent pentru a favoriza dirijarea nămolului spre centru, de unde se extrage. Apa separată se evacuează la partea superioară.

Timpu de reținere a solidelor este de 0,5-2 zile.

Se utilizează, în mod frecvent, îngroșătoare cu funcționare continuă, cu adâncime de circa 3 m.

Instalațiile se calculează la o încărcare hidraulică de 0,6-1,2 m³/m²·h. Încărcarea cu solide este de 1,5-6,0 kg/m²·h, în funcție de caracteristicile nămolului.

Exploatare și întreținere. Exploatarea și întreținerea îngroșătorului de nămol sunt, în principiu, asemănătoare cu a decantoarelor secundare. Nămolul trebuie evacuat în mod permanent, pentru că altfel intră în fermentare anaerobă și se ridică la suprafață.

Ridicarea la suprafață este deranjamentul major, care poate apărea în timpul exploatarei îngroșătorului. Pentru remedierea acestuia, se mărește debitul de nămol pompat din îngroșător.

Determinări și înregistrări. Pentru urmărirea modului de funcționare a îngroșătoarelor gravitaționale sunt necesare determinări referitoare la:

— *cantitatea totală de solide* care intră și se îndepărtează din îngroșător. Această determinare trebuie efectuată zilnic. Atunci când se amestecă nămolul primar cu cel secundar, trebuie analizate probele luate din amestecul celor două nămoluri;

— *volumul de nămol* introdus și înlăturat zilnic din bazinele de îngroșare. Aceste determinări sunt utile pentru a putea calcula eficiența îngroșării, precum și încărcarea rezervoarelor de fermentare sau a instalațiilor de deshidratare;

— *debitul nămolului* este necesar pentru a calcula durata de staționare, de care depinde eficiența de îngroșare.

Totodată, trebuie măsurate și înregistrate volumele și debitele de lichid separat sau recirculat în stația de epurare, precum și consumul de energie necesar agitatorului.

9.4. Fermentarea (stabilizarea) anaerobă

Nămolurile cu compoziție preponderent organică (nămoluri primare orășenești, nămoluri biologice etc.) prezintă inconvenientul de a constitui un material ușor putrescibil, putând da naștere la mirosuri dezagreabile, de asemenea de a atrage insecte și rozătoare, constituind, totodată, un potențial infecțios.

În toate cazurile în care evacuarea finală a nămolurilor comportă utilizare agricolă, stocare temporară sau punere în depozit, este necesar ca nămolul să fie în prealabil stabilizat, astfel încât să se evite inconvenientele arătate; problema stabilizării nu se pune în cazurile în care nămolul urmează a fi incinerat.

Procesul de stabilizare constă în degradarea controlată a materiilor organice mai puțin stabilizate, astfel încât să se obțină un produs final cu un raport mineral/organic modificat și în care materiile organice remanente să fie mai stabile (cu degradare microbiană lentă). Stabilizarea nămolului poate fi realizată fie prin procedee biochimice – fermentarea anaerobă sau stabilizarea aerobă – fie prin procedee fizice – tratarea termică, oxidarea umedă.

Există, de asemenea, procedee pur chimice, care constau fie în oxidare cu clor, fie în aducerea nămolului în asemenea condiții de pH încât procesele de biodegradare să nu se poată produce.

Dintre procedeele enumerate, cel mai răspândit este fermentarea anaerobă.

În fig. 9.1 este prezentată, schematic, circulația nămolurilor într-o stație de epurare pentru realizarea fermentării anaerobe.

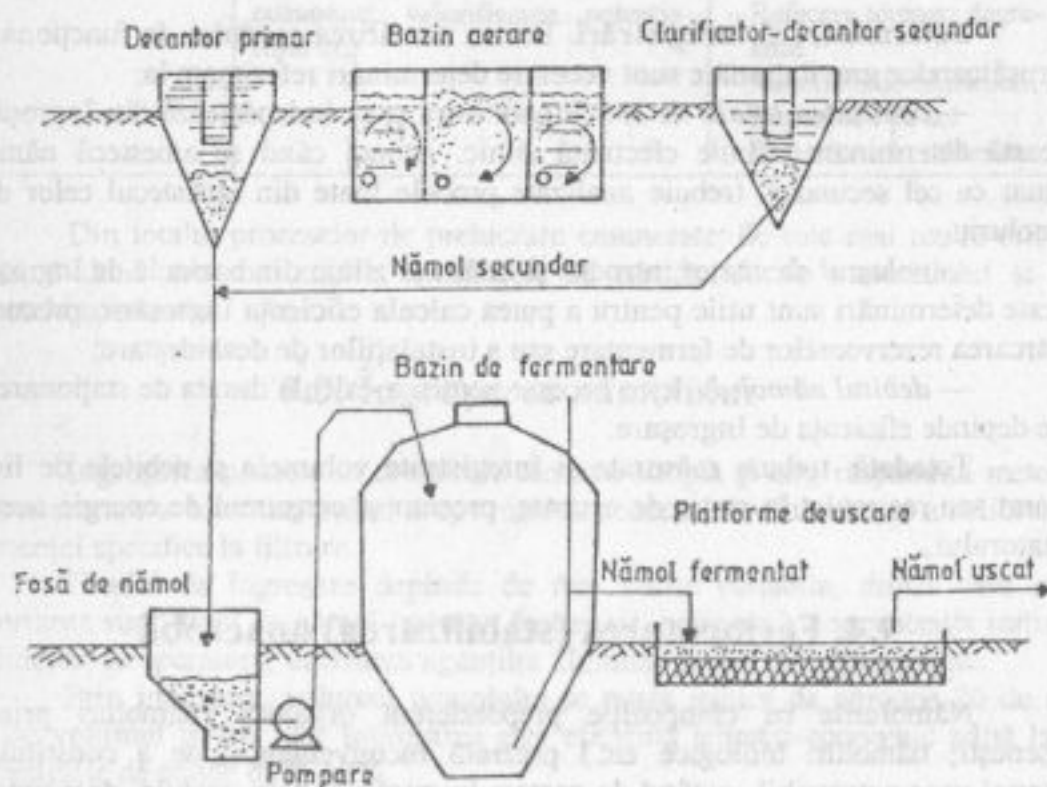


Fig. 9.1. Schema circulației nămolurilor în stația de epurare.

9.4.1. Procesul de fermentare anaerobă

Procesul de fermentare anaerobă a nămolului este rezultatul activității a două grupuri distincte de microorganisme, care se dezvoltă în același mediu (fig. 9.2).

Primul grup de microorganisme, *facultativ anaerobe*, cu ajutorul enzimelor extracelulare produse (celulaze, amilaze, lipaze, proteaze, peptidaze etc.), folosește ca substrat compuși organici macromoleculari, pe care îi transformă în compuși mai simpli ca alcooli, acizi grași, aminoacizi, aldehide, cetone, precum și importante cantități de bioxid de carbon și cantități mai mici din alte gaze.

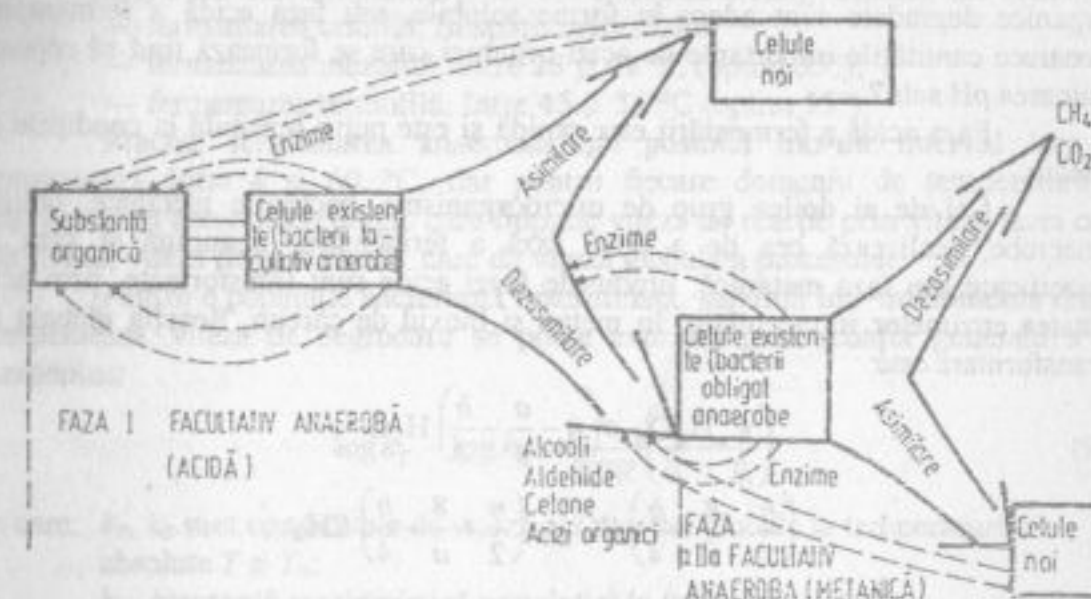
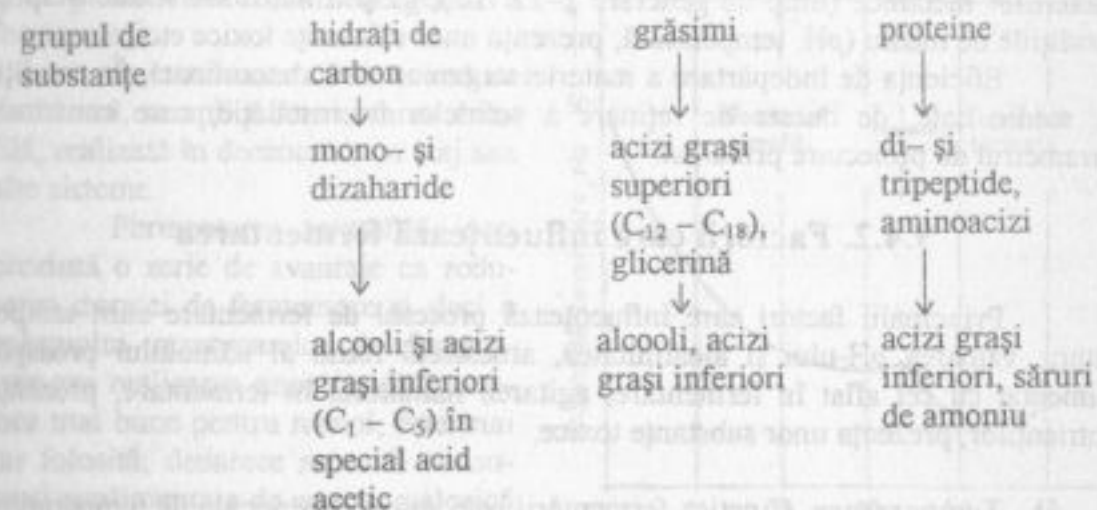


Fig. 9.2. Schema generală de metabolism în fermentarea anaerobă.

Reacțiile care au loc sunt numeroase și complexe; o schemă simplificatoare a modului în care se degradează principalele grupuri de substanțe organice se prezintă mai jos:

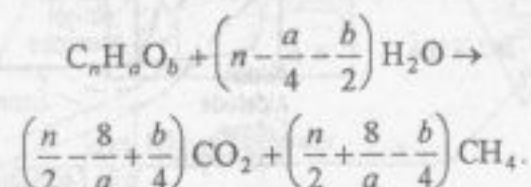


Compoziția acizilor volatili astfel formați este următoarea: acidul acetic constituie 72%; acidul propionic - 13%; alți acizi - 15%.

Această fază mai este denumită și faza de lichefiere, deoarece materiile organice degradate sunt aduse în forme solubile, sau faza acidă a fermentării, deoarece cantitățile importante de acizi organici care se formează tind să coboare valoarea pH sub 7.

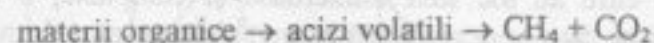
Faza acidă a fermentării este rapidă și este puțin sensibilă la condițiile de mediu.

Cel de al doilea grup de microorganisme, bacteriile metanice, obligat anaerobe, realizează cea de a doua fază a fermentării, denumită și faza de gazeificare sau faza metanică; produsele fazei acide sunt transformate, prin activitatea enzimelor intracelulare, în metan și bioxid de carbon. Reacția globală de transformare este:



Această reacție descrie în mod global procesul de degradare, care, în realitate, este o reacție biochimică în mai multe etape.

Fermentarea anaerobă se prezintă, deci, ca o succesiune de reacții în lanț:



Viteza reacției globale va fi impusă de etapa cea mai lentă, care, în cazul de față, este faza de gazeificare; acest fapt este consecința vitezei mici de creștere a bacteriilor metanice (timp de generare 2-22 zile), ca și a marii lor sensibilități la condițiile de mediu (pH, temperatură, prezența unor substanțe toxice etc.).

Eficiența de îndepărtare a materiei organice va fi determinată, în condiții de mediu date, de durata de reținere a solidelor în instalație, care constituie parametrul de proiectare principal.

9.4.2. Factorii care influențează fermentarea

Principalii factori care influențează procesul de fermentare sunt temperatura, valoarea pH-ului și alcalinitatea, amestecul intim al nămolului proaspăt alimentat cu cel aflat în fermentare, agitarea nămolului în fermentare, prezența nutrienților, prezența unor substanțe toxice.

Temperatura. Cinetica fermentării este strâns dependentă de temperatura de lucru, deoarece aceasta influențează hotărâtor viteza relativă de creștere a diferitelor specii bacteriene; în fapt, fermentarea anaerobă este realizată de culturi mixte, al căror echilibru este funcție de temperatură.

După criteriul temperaturii de fermentare se disting următoarele domenii:

- fermentarea crioofilă, în spații neîncălzite;
- fermentarea mezofilă, între 28 și 42 °C (optim 35°);
- fermentarea termofilă, între 45 și 55 °C (optim 55°).

Practic, fermentarea anaerobă este posibilă într-un interval larg de temperaturi, între 4 și 60 °C, dar pentru fiecare domeniu de temperatură se realizează un echilibru ecologic care impune viteza de reacție prin viteza fazei celei mai lente, viteza de gazeificare, care dă viteza globală a procesului.

Pentru o populație bacteriană determinată, stabilită într-un domeniu dat de temperatură, viteza de degradare se poate exprima prin ecuația generală a lui Arrhenius:

$$\log k_T - \log k_0 = \frac{k}{2,3R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \quad (9.1)$$

în care: k_T , k_0 sunt constantele de viteză ale reacției globale la temperaturile absolute T și T_0 ;

k – constantă caracteristică populației la temperatura dată;

R – constanta gazelor perfecte.

Diferiți autori au studiat variația duratei de fermentare în funcție de temperatură. Această dependență este ilustrată în fig. 9.3.

În practică, domeniul de temperatură se alege după criterii tehnico-economice, în general practicându-se numai fermentarea mezofilă. Prin utilizarea gazului de fermentare, se poate asigura practic autonomia energetică a fermentării.

În cazul unor cantități reduse de nămol, se aplică fermentarea crioofilă, realizată în decantoare cu etaj sau alte sisteme.

Fermentarea termofilă, deși prezintă o serie de avantaje ca reducerea duratei de fermentare și deci a volumului rezervoarelor de fermentare sau realizarea unor condiții sanitare mai bune pentru nămol, este mai rar folosită, deoarece necesită consumuri suplimentare de energie calorică și mărește pericolul de formare a crustei și spumei în rezervoarele de fermentare.

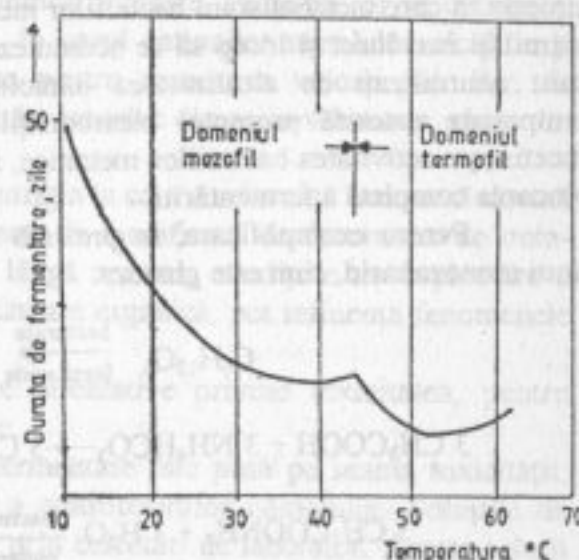


Fig. 9.3. Influența temperaturii asupra duratei de fermentare.

Alcalinitatea și pH-ul. Pentru funcționarea corectă a procesului, este necesar ca valoarea pH să se mențină în limite relativ strânse, deoarece bacteriile metanice sunt foarte sensibile la variații mici ale valorii acestui indicator. Domeniul în care poate varia pH-ul este, în general, 6,6–7,4, dar este preferabil ca el să se mențină cât mai aproape de valoarea 7,0.

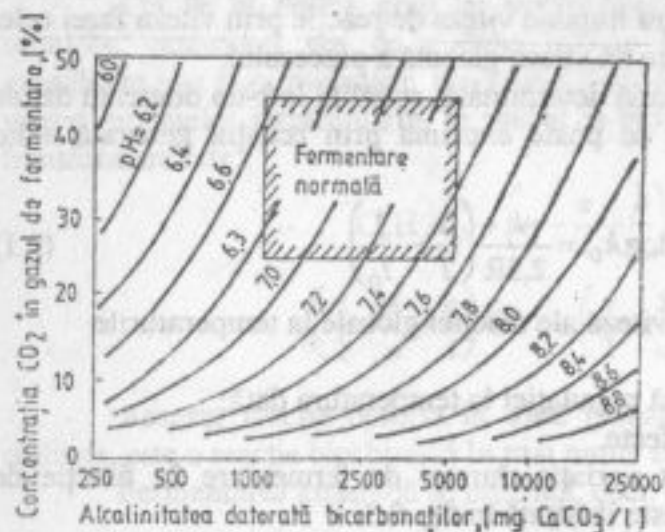
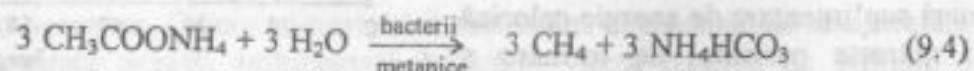
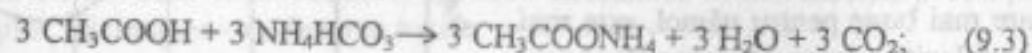
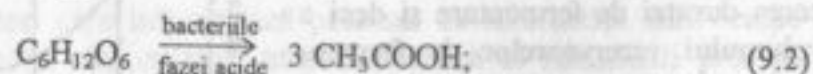


Fig. 9.4. Influența pH-ului asupra fermentării.

situația în care metabolismul bacteriilor metanice este perturbat, acizii volatili sunt asimilați mai încet și încep să se acumuleze în mediu. Până la un moment dat, ei sunt neutralizați de alcalinitatea nămolului, care are o mare capacitate de tamponare datorită prezenței bicarbonaților; după epuizarea bicarbonaților, se încetinește activitatea bacteriilor metanice, iar dezechilibrul se accentuează până la blocarea completă a fermentării.

Pentru exemplificare, se prezintă mai jos, simplificat, mersul degradării unui monozaharid, cum este glucoza:



În fig. 9.4 se prezintă relația dintre pH, alcalinitatea bicarbonată a apei de nămol și conținutul de CO_2 în gazul de fermentare.

Condiția de bază a funcționării corecte a unei instalații de fermentare anaerobă o constituie echilibrul dinamic între formarea produsilor primei faze a degradării (acizi volatili etc.) și consumarea acestor produși de către bacteriile metanice. Atât timp cât fermentarea decurge în condiții corecte, conținutul de acizi volatili este relativ scăzut (circa $500 \text{ mg CH}_3\text{COOH/l}$); în

Ecuația (9.2) reprezintă degradarea glucozei la acid acetic de către bacteriile fazei acide. Acidul este apoi neutralizat de către bicarbonat, care are rolul de tampon. Substanța tampon consumată în reacția (9.3) este formată din nou în reacția (9.4). Dacă nu este prezentă o cantitate suficientă de tampon (bicarbonat), pH-ul va scădea, iar transformarea acetatului în metan (9.4) va fi inhibată. În asemenea situații, este necesar să se intervină pentru completarea capacității de tamponare a sistemului (de regulă prin adăugare de var).

Din fig. 9.4 rezultă că pentru asigurarea menținerii valorii pH, alcalinitatea bicarbonată trebuie să fie menținută la nivelul minim de $1000 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$, iar aciditatea datorată acizilor volatili să nu reprezinte mai mult de 50% din aciditatea totală.

Nutrienți. Pentru desfășurarea normală a reacțiilor biochimice care constituie procesul de fermentare, este necesară prezența anumitor nutrienți și micronutrienți. În cazul nămolurilor provenite din ape uzate menajere, aceștia sunt prezenți în cantitate suficientă. Dificultăți pot apărea în cazul nămolurilor cu aport industrial important.

Dintre nutrienți se menționează, în primul rând, azotul; raportul N/C este indicat a fi cel puțin 1/16.

Substanțe toxice. Procesul de fermentare poate fi deranjat de prezența în nămol a unor substanțe ca: metale grele, sulfuri, detergenți, metale alcaline și alcalino-pământoase, unele substanțe chimice organice. Prezența lor se datorește, de regulă, apelor uzate industriale, sau, în cazul cationilor metalelor alcaline și alcalino-pământoase, alcaliilor introduse pentru corectarea valorii pH. Pot, de asemenea, exercita o acțiune toxică cantități excesive din orice substanțe, chiar din cele considerate în general ca nutrienți.

Este greu să se definească concentrația la care o substanță începe să devină toxică, deoarece această concentrație poate fi modificată de fenomene de antagonism, sinergism sau aclimatizare. Pe lângă aceasta, condițiile de exploatare a instalației, ca de exemplu șocurile de încărcare organică, pot influența fenomenele de toxicitate.

În tabelul 9.3 se prezintă date orientative privind toxicitatea, pentru procesul de fermentare a câtorva substanțe.

Dacă dereglarea procesului de fermentare este pusă pe seama toxicității, este necesar să se facă o analiză atentă a constituenților nămolului. Soluțiile de înlăturare a efectului toxic pot fi stabilite prin cercetări de laborator. Aceste soluții pot să nu implice, în mod necesar, eliminarea din apa uzată a substanței dovedite ca toxică.

Tabelul 9.3

**Substanțe și concentrații toxice pentru
fermentarea anaerobă a nămolului**

Substanța	Concentrația, mg/l
Sulfuri	200
Metale grele (în soluție)	1
Sodiu	5 000–8 000
Potasiu	4 000–10 000
Calciu	2 000–6 000
Magneziu	1 200–3 500
Amoniu	1 700–4 000
Amoniac liber	150

Alimentarea cu nămol și amestecarea. O bună amestecare a nămolului în spațiul de fermentare este necesară pentru a aduce nămolul proaspăt în contact intim cu organismele care se găsesc în nămolul în fermentare, precum și pentru a se evita ca aportul de nămol proaspăt să determine modificarea mediului din spațiul de fermentare.

Procesul de fermentare decurge în condiții mai bune atunci când alimentarea se face în cantități mici, la intervale scurte. Introducerea dintr-o dată a unei cantități prea mari de nămol proaspăt poate crea șocuri de încărcare organică, deplasând echilibrul biochimic.

Agitarea este necesară și pentru a înlesni degajarea gazului, spargerea spumei și crustei și folosirea întregului volum al instalației. Ca sisteme de agitare se folosesc dispozitive mecanice care rotesc în spațiul de fermentare, pomparea (în special atunci când încălzirea nămolului se face prin schimbătoare de căldură exterioare), barbotarea cu gaz.

9.4.3. Tipuri de instalații de fermentare

Principalele tipuri de instalații de fermentare anaerobă sunt cele de mică sau cele de mare încărcare. În practică, au fost realizate patru tipuri de instalații:

- instalații de mică încărcare, într-o singură treaptă;
- instalații de mare încărcare, într-o singură treaptă;
- instalații în două trepte;
- instalații de contact.

În primul tip de instalație, alimentarea cu nămol se face de 2–3 ori pe zi. Pe măsură ce se realizează fermentarea, în instalație se formează, de sus în jos, trei

zone: o zonă de spumă (crustă), o zonă a apei de nămol (supernatant) și o zonă de nămol; aceasta din urmă comportă un strat superior, în fermentare activă și un alt strat, de fund, relativ stabilizat. Apa de nămol este, de regulă, trimisă în influentul stației, aducând astfel o încărcare suplimentară a acesteia; debitul apei de nămol este însă mic.

Instalațiile de mică încărcare (fig. 9.5) prezintă următoarele caracteristici:

- lipsa încălzirii;
- durate de reținere de 30–120 zile;
- încărcare 0,5–1,5 kg SV/m³ rezervor·zi;
- alimentare și evacuare intermitentă;
- stratificarea conținutului.

Instalațiile de mare încărcare, într-o singură treaptă (fig. 9.6), prevăzute cu sisteme de amestecare și încălzire, sunt în prezent cele mai răspândite.

Instalațiile de acest tip se caracterizează prin:

- încălzire la 30...35 °C;
- durata de reținere 12–20 zile;
- încărcarea 1,5–5 kg SV/m³·zi (în țara noastră se iau încărcări de 2–3 kg/m³·zi);

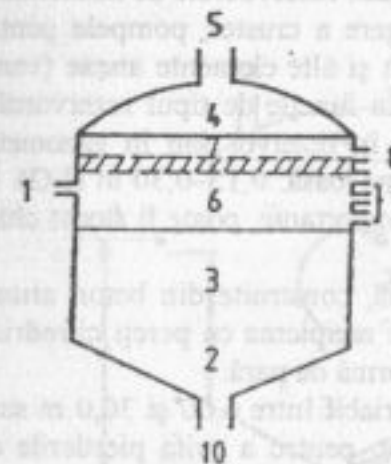


Fig. 9.5. Instalație de fermentare de mică încărcare:

- 1 – alimentare cu nămol; 2 – nămol fermentat; 3 – nămol în fermentare activă; 4 – gaz de fermentare; 5 – evacuare gaz; 6 – apă de nămol; 7 – crustă (spumă); 8 – evacuare spumă; 9 – evacuare apă de nămol; 10 – evacuare nămol fermentat.

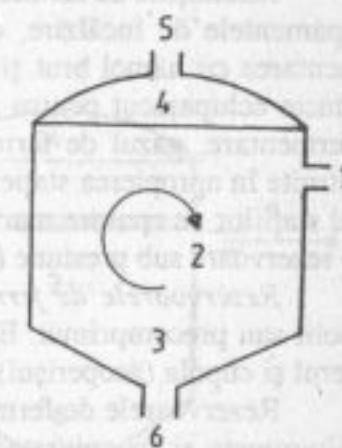


Fig. 9.6. Instalație de fermentare de mare încărcare:

- 1 – alimentare cu nămol; 2 – amestecare; 3 – nămol în fermentare activă; 4 – gaz de fermentare; 5 – evacuare gaz; 6 – evacuare nămol fermentat.

- alimentarea și evacuarea intermitentă;
- conținutul omogen.

Instalațiile de fermentare în două trepte (fig. 9.7) au fost realizate în ideea de a recupera o cantitate suplimentară de gaz de fermentare, precum și de a realiza îngroșarea nămolului și separarea apei de nămol. Acest tip de instalație poate funcționa într-un domeniu larg de încărcări. De regulă, numai prima treaptă este încălzită.

În ultimii ani, procedeul a început să fie părăsit, rezervoarele de fermentare ale treptei a II-a fiind transformate fie în instalații de fermentare într-o singură treaptă, fie în îngroșătoare de nămol sau bazine-tampon pentru stocarea temporară a nămolului fermentat înaintea evacuării finale.

Instalațiile de contact (fig. 9.8) sunt alcătuite dintr-o instalație de mare încărcare, urmată de o a doua treaptă, în care nămolul sedimentat este recirculat în prima treaptă pentru însămânțarea nămolului proaspăt alimentat. Sistemul nu cunoaște o răspândire prea mare.

9.4.4. Elemente constructive ale instalațiilor de fermentare

Instalațiile de fermentare cuprind, în principal: rezervoarele de fermentare, echipamentele de încălzire, de amestecare și spargere a crustei, pompele pentru alimentarea cu nămol brut și de recirculare, precum și alte elemente anexe (vane, conducte echipament pentru reglare, control etc.). În funcție de tipul rezervorului de fermentare, gazul de fermentare poate fi stocat în rezervor sau în gazometre construite în apropierea stației de fermentare (presiune joasă: 0,15–0,30 m H₂O). În cazul stațiilor de epurare mari, cu producții de gaz importante, poate fi stocat chiar și în rezervoare sub presiune (15–30 m H₂O).

Rezervoarele de fermentare sunt, de regulă, construite din beton armat, monolit sau precomprimat. Ele pot avea forma unor recipiente cu pereți cilindrici, radierul și cupola (acoperișul) fiind conice sau sub formă de pară.

Rezervoarele de fermentare cu diametru variabil între 6,00 și 30,0 m sunt semiîngropate și înconjurate cu un taluz de pământ, pentru a evita pierderile de căldură. La noi în țară, rezervoarele de fermentare de mare încărcare sunt tipizate pentru volume de 750, 1 000, 3 000 și 4 000 m³ (Proiect I.S.L.G.C. M 1211-0). De obicei, rezervoarele de fermentare de mare încărcare se cuplează, având între ele camera de manevră.

Pereții, radierul și acoperișul executați întotdeauna din beton armat sunt protejați cu izolație termofugă, pentru a evita pierderile de căldură. Radierul face, de obicei, un unghi de 45° cu orizontala; dacă sunt prevăzute dispozitive mecanice de curățire a nămolului (rareori), radierul poate fi aproape orizontal; pante de 1 pe verticală și 4 pe orizontală sunt cele mai recomandate.

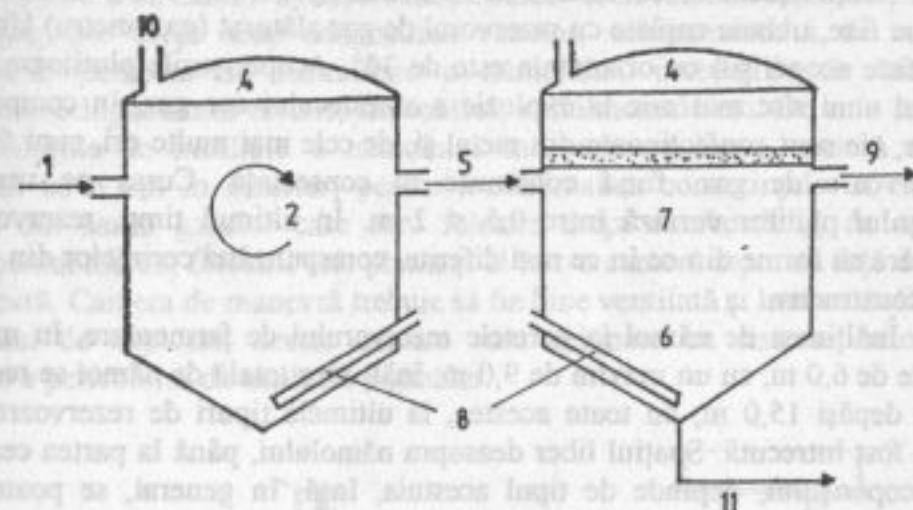


Fig. 9.7. Instalația de fermentare în două trepte:

1 – alimentare cu nămol; 2 – amestecare; 3 – nămol în fermentare activă; 4 – gaz de fermentare; 5 – alimentare treapta a doua; 6 – nămol fermentat; 7 – apa de nămol; 8 – guri de evacuare nămol; 9 – evacuare apă de nămol; 10 – evacuare gaz; 11 – evacuare nămol fermentat.

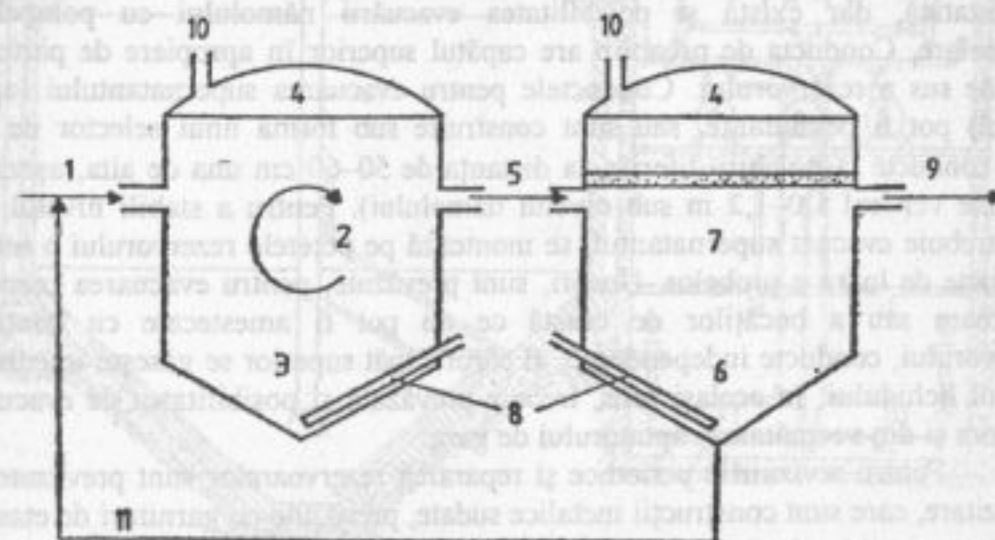


Fig. 9.8. Instalație de fermentare de contact:

1 – alimentare cu nămol; 2 – amestecare; 3 – nămol în fermentare activă; 4 – gaz de fermentare; 5 – alimentare treapta a doua; 6 – nămol fermentat; 7 – apă de nămol; 8 – guri de evacuare nămol; 9 – evacuare apă nămol; 10 – evacuare gaz de fermentare; 11 – recirculare nămol.

Acoperișurile rezervoarelor de fermentare pot fi fixe sau plutitoare. Atunci când sunt fixe, trebuie cuplate cu rezervorul de gaz alăturat (gazometru) Unghiul pe care îl face acoperișul cu orizontala este de 30° . Acoperișurile plutitoare prezintă avantajul unui risc mai mic la explozie a amestecului aer-gaz, în comparație cu cele fixe; ele sunt confecționate din metal și, de cele mai multe ori, sunt folosite și ca rezervoare de gaz, fiind construite în consecință. Cursa pe verticală a acoperișului plutitor variază între 0,5 și 2 m. În ultimul timp, rezervoarele de fermentare au forme din ce în ce mai diferite, corespunzând cerințelor din punct de vedere constructiv.

Înălțimea de nămol la peretele rezervorului de fermentare, în mod obișnuit, este de 6,0 m, cu un maxim de 9,0 m; înălțimea totală de nămol se recomandă a nu se depăși 15,0 m; cu toate acestea, la ultimele tipuri de rezervoare această limită a fost întrecută. Spațiul liber deasupra nămolului, până la partea cea mai de sus a acoperișului, depinde de tipul acestuia, însă, în general, se poate admite minimum 30–40 cm.

Conductele care servesc la exploatarea rezervoarelor de fermentare sunt plasate la diferite niveluri, în funcție de scopul lor (fig. 9.9). Conducta de acces a nămolului proaspăt aduce nămolul la partea superioară a rezervorului, în timp ce conducta de evacuare a nămolului pleacă de la partea cea mai de jos a rezervorului. Evacuarea nămolului se realizează, de obicei, prin diferența de presiune hidrostatică, dar există și posibilitatea evacuării nămolului cu pompe de recirculare. Conducta de preaplin are capătul superior în apropiere de partea cea mai de sus a rezervorului. Conductele pentru evacuarea supernatantului (apa de nămol) pot fi pendulante, sau sunt construite sub forma unui selector de nivel (2–4 conducte la niveluri diferite, la distanța de 50–60 cm una de alta, așezate pe peretele vertical 1,0–1,2 m sub nivelul nămolului). Pentru a stabili nivelul de la care trebuie evacuat supernatantul, se montează pe peretele rezervorului o serie de conducte de luare a probelor. Uneori, sunt prevăzute, pentru evacuarea corpurilor plutitoare sau a bucăților de crustă ce nu pot fi amestecate cu conținutul rezervorului, conducte independente, al căror capăt superior se găsește imediat sub nivelul lichidului; în același sens, trebuie prevăzută și posibilitatea de evacuare a acestora și din vecinătatea captatorului de gaze.

Pentru revizuirile periodice și repararea rezervoarelor sunt prevăzute guri de vizitare, care sunt construcții metalice sudate, prevăzute cu garnituri de etanșare. Aceste guri sunt așezate în diverse locuri. Astfel, de regulă, două guri se așază pe acoperișul rezervorului și una pe peretele acestora, la partea inferioară. Diametrele uzuale ale gurilor de vizitare sunt de circa 75 cm.

Toate conductele trebuie să fie executate din materiale rezistente la coroziune; ele trebuie să aibă diametre cuprinse între 150 și 200 mm, deoarece la dimensiuni mai mici înfundarea lor devine prea frecventă.

Camera de manevră, deservind de obicei două sau mai multe rezervoare de fermentare, are drept scop adăpostirea vanelor, echipamentului de control al fermentării, pompele de recirculare a nămolului, instalațiile de încălzire a nămolului, echipamentul electric de control, ventilatoarele etc. De cele mai multe ori, instalațiile de încălzire a nămolului sunt așezate într-o cameră alăturată, prevăzută cu o ușă în exterior, pentru a minimaliza consecințele în cazul unei explozii din cauza gazelor care sunt folosite drept combustibili; de asemenea, echipamentul aferent folosirii este plasat și el într-o cameră separată față de camera de manevră. Camera de manevră trebuie să fie bine ventilată și luminată. Din cauza pericolului de explozie, aceste camere sunt echipate cu sisteme automate de anunțare a pericolului de explozie a gazelor.

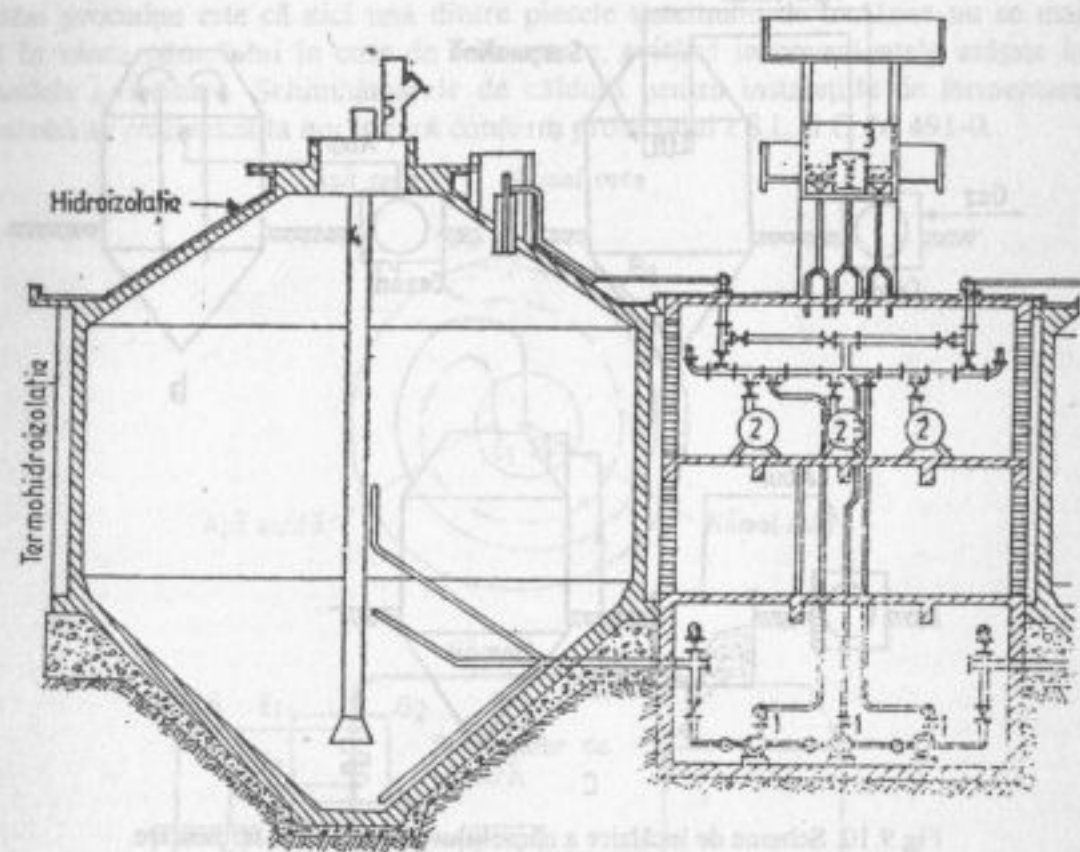


Fig. 9.9. Rezervor de fermentare a nămolului cu cameră de manevră:
1 – pompe de recirculare; 2 – schimbătoare de căldură; 3 – distribuitor-colector de recirculare; 4 – amestecător interior; 5 – captator de gaze.

Rezervoarele de fermentare sunt prevăzute la exterior și interior cu scări de acces.

Echipamentele de încălzire a rezervoarelor de fermentare sunt destul de variate, funcție de mijloacele de încălzire. Mai întâi, se menționează că drept combustibil se folosește chiar gazul rezultat din fermentarea metanică, a cărui compoziție este în medie următoarea: 70% metan, 30% bioxid de carbon.

Arzătoarele sistemului de încălzire trebuie să corespundă puterii calorice a gazului metan ($5-6\ 000\text{ calorii/m}^3$) și să reziste la atacul produselor sulfuroase degajate prin ardere, din această cauză, confecționate din aluminiu.

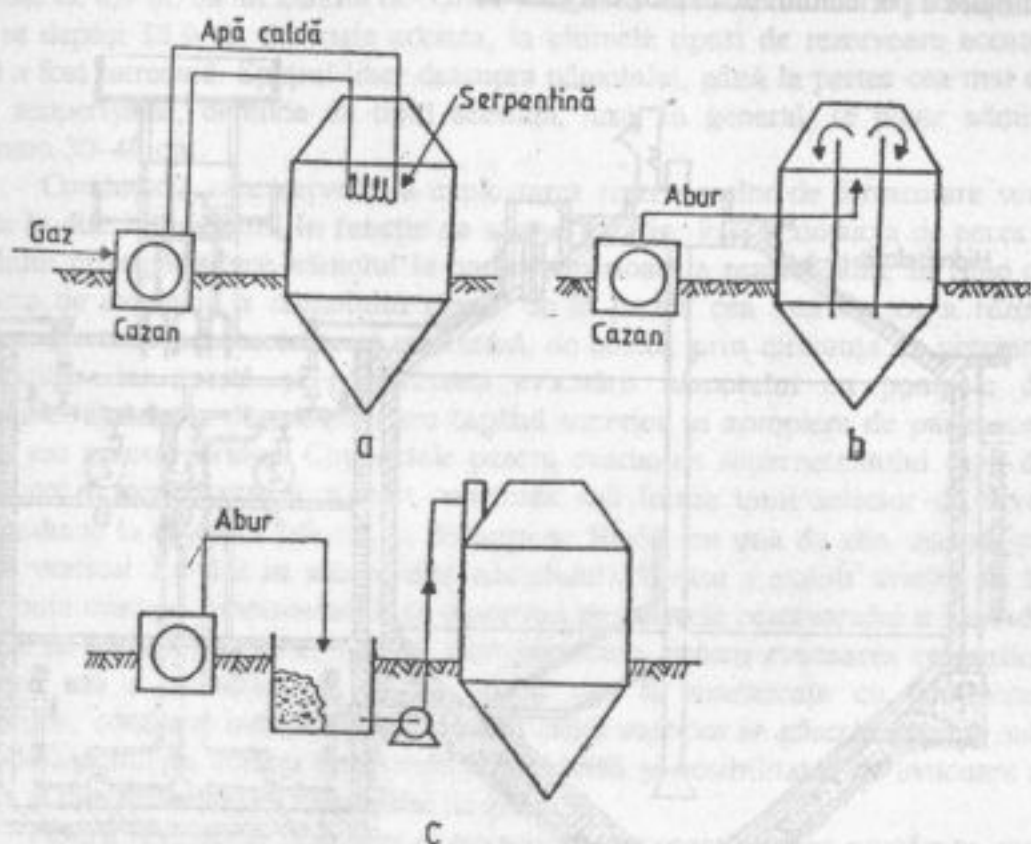


Fig. 9.10. Scheme de încălzire a nămolului în bazinul de fermentare.

Alimentarea cu căldură a bazinelor de fermentare se poate face în următoarele moduri:

— încălzire prin serpentină cu apa caldă introdusă în masa nămolului (fig. 9.10, a). Un inconvenient al acestui procedeu este faptul că țevile serpentinei

se acoperă cu o crustă de nămol, care treptat încetinește schimbul termic și, ceea ce este și mai grav, se deteriorează repede, în afara cazului când sunt din cupru;

— încălzire cu vapori introduși într-un tub central în rezervorul de fermentare, unde se dă naștere și la un curent de amestec al nămolului (fig. 9.10, b). Inconvenientul acestui sistem este faptul că în zona de acces a vaporilor fierbinți, nămolul proaspăt vine în contact cu aburul încălzit până la $105-110\text{ }^{\circ}\text{C}$, ceea ce produce distrugerea unei părți din microorganismele necesare fermentării. Pentru a evita acest inconvenient, se poate aplica procedeul de a încălzi cu abur nămolul proaspăt, înainte de introducerea lui în rezervorul de fermentare (fig. 9.10, c);

— încălzire prin schimbător de căldură, folosită azi în majoritatea cazurilor, conform schiței din fig. 9.11; procesul se petrece între două serpentine (una de apă caldă, cealaltă de nămol), între care are schimbul de căldură. Avantajul acestui procedeu este că nici una dintre piesele sistemului de încălzire nu se mai află în masa nămolului în curs de fermentare, evitând inconvenientele arătate la metodele anterioare. Schimbătoarele de căldură pentru instalațiile de fermentare anaerobă se realizează la noi în țară conform proiectului I.S.L.G.C. M 491-0.

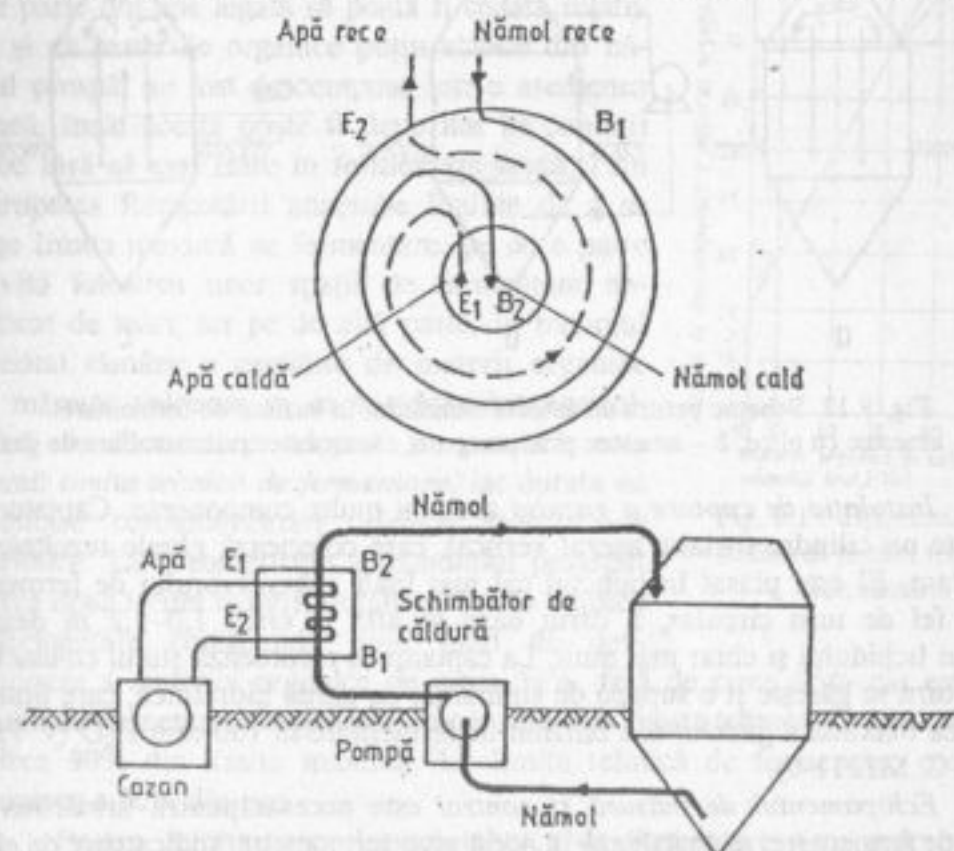


Fig. 9.11. Schema unui bazin de fermentare cu recircularea nămolului prin schimbător de căldură extern.

Sisteme de amestec a nămolului se folosesc pentru:

- omogenizarea masei de nămol;
- distrugerea stratului superior de materii ușoare (spumei sau crustei).

Sistemele de amestec sunt, de asemenea, foarte variate, și anume:

— o elice plasată în zona superioară, care distruge stratul de materii plutitoare și creează un curent ascendent în tubul central al rezervorului de fermentare (fig. 9.12, a);

— prin pompare, ceea ce produce recircularea nămolului de la fund spre suprafață, creând, în același timp o mișcare pe verticală și una de rotație a nămolului (fig. 9.12, b);

— prin insuflare de gaz de fermentație dintr-un tub central, așa cum s-a arătat la sistemul de încălzire cu abur (fig. 9.12, c).

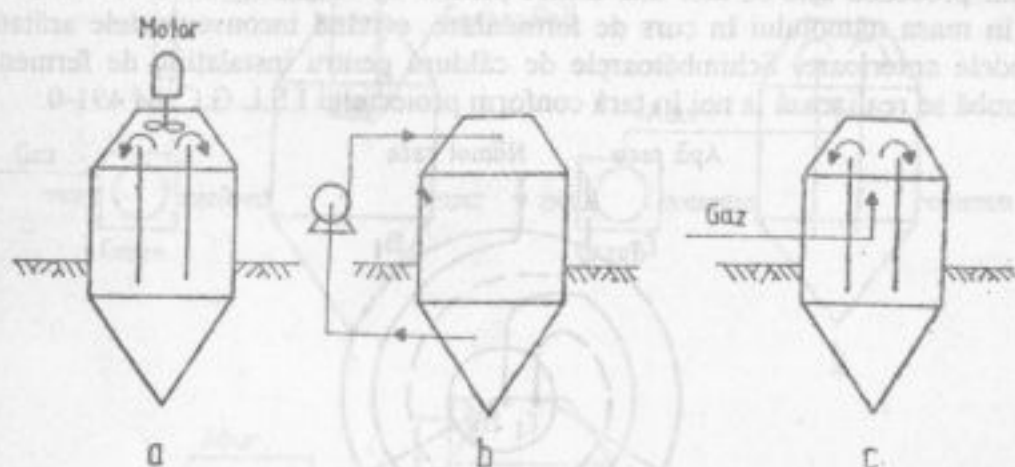


Fig. 9.12. Scheme pentru amestecul nămolului în bazinul de fermentare: a - amestec cu elice; b - amestec prin pompare; c - amestec prin insuflare de gaz.

Instalația de captare a gazului are mai multe componente. Captatorul de gaze este un cilindru metalic așezat vertical, care colectează gazele rezultate prin fermentare. El este plasat în punctul cel mai înalt al rezervorului de fermentare, într-un fel de turn circular, a cărui bază se află la circa 1,0-1,2 m deasupra nivelului lichidului și chiar mai mult. La captator se racordează stuful conductei de gaz. În turn se găsește și o supapă de siguranță, cu gardă hidraulică, care limitează presiunea maximă a gazului din bazinul de fermentare la 100 mm H_2O (v. Proiect I.S.L.G.C. M1211-0).

Echipamentul de măsură și control este necesar pentru urmărirea procesului de fermentare; se instalează în acest scop termometre, indicatoare de pH, de nivel, dispozitive de măsurare a debitului de gaz și de luare a probelor de gaz și de nămol etc.

Întregul echipament este astfel montat și asigurat, încât să se evite pierderile de gaz și exploziile.

9.4.5. Performanțele instalațiilor de fermentare

Fermentarea anaerobă nu poate realiza descompunerea totală a materiilor organice prezente în nămolul proaspăt. Limita de reducere a materiilor organice la care procesul de fermentare este practic încheiat (definită de durata necesară pentru producerea a 90% din gaz) este denumită *limita maximă de fermentare*.

În fermentarea nămolului nu este însă necesar să se atingă această limită, ci este suficient să se obțină un nămol care să se deshidrateze ușor și să fie lipsit de mirosuri neplăcute. Aceasta înseamnă că proprietățile coloidale ale nămolului au fost modificate într-o măsură suficientă pentru ca o mare parte din apa legată să poată fi cedată relativ ușor și că materiile organice puțin stabile din nămolul proaspăt au fost descompuse într-o asemenea măsură, încât acesta poate fi depozitat în condiții aerobe fără să mai intre în fermentare acidă. Prin întreruperea fermentării anaerobe înainte de a se atinge limita maximă de fermentare, pe de o parte se evită folosirea unor spații de fermentare nejustificat de mari, iar pe de altă parte, în nămolul fermentat rămâne o cantitate de materii organice care mărește valoarea sa ca îngrășământ agricol. Gradul de fermentare adoptat în practică este denumit *limita tehnică de fermentare*, iar durata de fermentare corespunzătoare, *durata tehnică de fermentare*. La o compoziție a nămolului proaspăt de circa două treimi materii organice, limita tehnică de fermentare corespunde unui grad de descompunere a materiei organice de circa 59%, față de circa 65% cât este limita maximă de fermentare. În general, se consideră că limita tehnică de fermentare este de circa 90% din limita maximă. La limita tehnică de fermentare corespunde producerea a 90% din gaz.

Pentru determinarea limitei tehnice de fermentare s-au propus diferite tabele și grafice. În fig. 9.13 este prezentat un astfel de grafic.

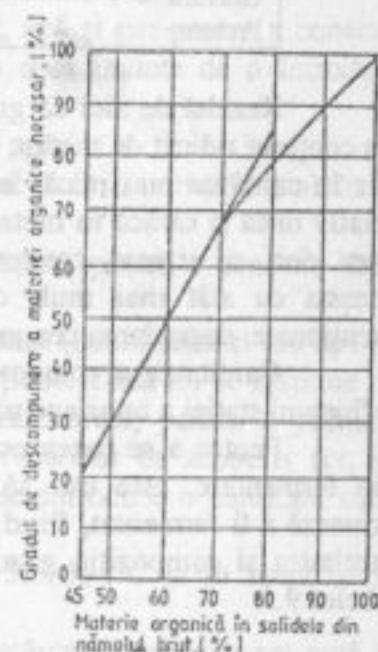


Fig. 9.13. Diagrama pentru stabilirea limitei tehnice de fermentare.

Producția de gaz. Cantitatea și compoziția gazului de fermentare diferă în funcție de compoziția nămolului. În tabelul 9.4 se prezintă cantitățile specifice și compoziția gazului produs prin fermentarea anaerobă a principalelor grupe de substanțe organice.

Tabelul 9.4

Cantități specifice de gaz rezultate prin fermentarea materiilor organice

Grupa de substanțe	Cantitatea de gaz, l/kg	CH ₄ , %	CO ₂ , %
Hidrați de carbon	790	50	50
Grăsimi	1250	68	32
Proteine	704	71	29

Rezultă de aici că grăsimile dau cantitatea de gaz cea mai mare și având un conținut ridicat de metan; proteinele dau, de asemenea, un gaz de bună calitate, dar în cantitate mai mică, în timp ce hidrații de carbon dau o cantitate de gaz relativ mică și săracă în metan. O cantitate mare de hidrați de carbon în nămol va avea, deci, ca urmare, creșterea conținutului de bioxid de carbon în gazul produs, aceasta cu atât mai mult cu cât din cele trei categorii de materii organice menționate, degradarea cea mai înaintată o suferă hidrații de carbon.

Cantitatea și compoziția gazului produs sunt influențate și de prezența în influentul stației a unor ape uzate industriale.

Pentru a se putea estima cantitatea și compoziția gazului care va rezulta din fermentare, este util să se cunoască cel puțin compoziția nămolului care urmează a fi fermentat, fiind însă de dorit să se stabilească pe cale experimentală cantitatea și compoziția gazului. Ca valori medii orientative, se indică cele din tabelul 9.5.

Tabelul 9.5

Caracteristicile gazului de fermentare

Caracteristica	U.M.	Valoarea
Cantitatea specifică	l/kg materie organică mineralizată	800-1 000
Conținut de metan	%	60-75
Bioxid de carbon	%	22-30
Putere calorică	kcal/m ³	5 000-6 000

În numeroase stații de epurare gazul de fermentare este utilizat fie pentru încălzirea cazanelor de abur, fie drept combustibil în motoare diesel, care antrenează generatoare electrice. Criza energetică actuală face să se acorde atenție sporită acestei surse de energie, care nu este întotdeauna deplin utilizată.

9.4.6. Exploatare și întreținere

Exploatare normală. Exploatarea rezervoarelor de fermentare a nămolului, din cauza proceselor complexe care intervin, precum și a numeroaselor utilaje, pare a fi operația cea mai dificilă dintr-o stație de epurare.

Amorsarea fermentării. Operația comportă următoarele:

— se controlează toate conductele de nămol, apă și gaz pentru a constata dacă sunt etanșe. Orice reparație se face mult mai ușor înainte de a introduce nămolul;

— se umple rezervorul și toate conductele cu apă;

— se pornește sistemul de încălzire și se încearcă o perioadă mai îndelungată, pentru a fi siguri că funcționează bine;

— se controlează toate dispozitivele de etanșare, pentru a constata dacă funcționează normal;

— se introduce nămol fermentat sau supernatant (lichid separat sau apă de nămol) dintr-un rezervor de fermentare aflat în funcțiune. Dacă nu se dispune de acestea, se adaugă o cantitate suficientă de ape uzate brute, pentru a produce etanșarea rezervorului de fermentare. În cazul rezervoarelor cu acoperiș fix, se umple rezervorul; pentru cele cu acoperiș plutitor, se introduce o cantitate suficientă pentru ca acoperișul să plutească;

— se încălzește conținutul rezervorului la 32...35 °C și se menține la această temperatură;

— se adaugă nămol brut; dacă este posibil, încărcarea trebuie menținută la circa 8,5 kg substanțe solide volatile pentru 100 m³ volum de bazin, în primele 20 de zile. Apele uzate din care a provenit nămolul nu trebuie să conțină substanțe toxice;

— se începe recircularea conținutului rezervorului;

— se controlează periodic evoluția fermentării, determinându-se: conținutul în CO₂ al gazului, alcalinitatea totală, acizii volatili și pH-ul. Dacă alcalinitatea totală continuă să crească, acizii volatili nu cresc mult, iar pH-ul nu scade când se introduce nămol; acestea sunt indiciile unei bune evoluții;

— se crește treptat încărcarea cu nămol, urmărindu-se menținerea caracteristicilor favorabile ale fermentării. În timp de 50-60 zile, uneori mai mult, ar trebui să se realizeze amorsarea totală a procesului;

— se reduce încărcarea sau se introduce nămol bine fermentat din alt rezervor, dacă apare crustă în cantitate mare, sau dacă determinările de laborator indică caracteristici nefavorabile fermentării.

După amorsarea fermentării, pentru realizarea unei bune exploatare, trebuie urmărite operațiile și parametri puși în evidență în cele ce urmează.

Controlul temperaturii. S-a menționat mai înainte că temperatura cea mai adecvată pentru a realiza fermentarea nămolurilor provenite de la stațiile orășenești este de 32...35 °C. Procesul de fermentare se poate desfășura în bune condiții și la temperaturi cuprinse între 29 și 32 °C sau chiar ceva mai scăzute, dar timpul de fermentare va fi mai lung.

Microorganismele implicate în procesul de fermentare, în special cele producătoare de metan, sunt foarte sensibile la schimbările de temperatură. Activitatea acestora este influențată negativ de schimbările bruște de temperatură, chiar în limita a 2...3 °C.

Pentru aceste motive, rezervoarele de fermentare sunt prevăzute cu dispozitive de încălzire și de menținere a unei temperaturi constante în întreaga masă de nămol. În paragraful 9.4.4 sunt prezentate principalele procedee de încălzire, precum și avantajele și dezavantajele acestora. În practica curentă, cele mai utilizate sisteme de încălzire sunt cel cu serpentină cu apă caldă și cel cu recirculare externă a nămolului.

În rezervoarele de fermentare care utilizează serpentine, căldura este transferată de la apa fierbinte care circulă prin aceste serpentine, montate pe peretele rezervorului, la conținutul acestuia, care se menține sub agitare. Temperatura apei în aceste serpentine trebuie să fie destul de mare, pentru a încălzi nămolul la valorile dorite (32...35 °C), dar totuși scăzută, pentru a nu provoca uscarea și încrustarea nămolului pe suprafața serpentinei. În câteva săptămâni, uneori mult mai repede, uscarea poate progresa în așa fel încât stratul izolator acoperă conducta și reduce substanțial transferul termic. Limitele normale ale apei fierbinți care intră în serpentine sunt de 49...54 °C. De obicei, este necesară circulația continuă a apei fierbinți prin serpentină, cu excepția perioadelor lungi de timp foarte călduros. Pentru controlul procesului de transfer termic sunt instalate termometre la intrarea și la ieșirea apei fierbinți din serpentină. Între intrare și ieșire trebuie să existe o diferență de temperatură de circa 5 °C. Apa ce iese din serpentină este reîncălzită până la temperatura de intrare, într-un boiler alăturat. Operatorul trebuie să controleze cu atenție valorile temperaturilor, iar dacă se înregistrează diferențe prea mari între temperatura apei ieșite din boiler și cea care se reîntoarce, înseamnă că există pierderi de căldură mai mari decât cele normale. Situația trebuie analizată și luate măsuri corespunzătoare de micșorare a pierderilor.

O scădere pronunțată a temperaturii se poate datora și introducerii unei cantități prea mari de nămol brut rece în rezervorul de fermentare. Acest efect negativ poate fi redus prin adăugarea unor volume mai mici de nămol, în șarje mai dese sau printr-o concentrare mai bună a nămolului brut.

Pentru verificarea temperaturii nămolului este necesară montarea de termometre în anumite puncte ale instalației: în rezervorul de fermentare, boiler, conducte etc.

Cu excepția unor instalații mici sau a acelor în care durata de retenție este lungă, încălzirea cu serpentină cu apă fierbinte necesită, uneori, și amestecarea conținutului rezervorului de fermentare printr-un mijloc oarecare de agitare.

Un control foarte bun al temperaturii se poate obține prin *recircularea nămolului în utilaje de transfer termic*, montate în exteriorul rezervorului de fermentare.

Sistemul constă dintr-un schimbător de căldură și o pompă de recirculare (fig. 9.11). Un ansamblu de conducte permite accesul nămolului din rezervorul de fermentare în schimbătorul de căldură, în care acesta este încălzit de apa fierbinte care circulă în contracurent.

Prin intermediul recirculării se realizează:

— menținerea unei temperaturi aproape constante, în întreg spațiul de fermentare, ca urmare a unui transfer continuu de căldură și a unei bune amestecări;

— agitarea întregului conținut al rezervorului de fermentare, ceea ce are ca efect amestecarea tuturor componentelor existenți în sistem. Prin această agitare, se poate distruge stratul de crustă (materialele ușoare care se aglomerează deasupra lichidului);

— posibilitatea amestecării, înaintea introducerii în rezervorul de fermentare, a nămolului brut cu nămolul în stadiul de fermentare, ceea ce contribuie la obținerea unui efect tampon din partea nămolului fermentat.

În general, sistemele de recirculare trebuie realizate în așa fel încât să se permită un număr mai mare de manevre, cum ar fi:

— aspirarea nămolului pentru recirculare, din diversele puncte ale rezervorului de fermentare;

— introducerea nămolului recirculat în anumite zone ale spațiului de fermentare;

— amestecarea materialelor (microorganismelor etc.) din diferite straturi ale rezervorului de fermentare, pentru menținerea unui amestec relativ uniform.

Toate aceste operații presupun existența unei rețele de conducte prin care nămolul este extras și reîntors în rezervorul de fermentare.

Este recomandabil ca recircularea nămolului să se realizeze în mod continuu, întrucât această operație favorizează, în mod deosebit, fermentarea. La realizarea acestei operații trebuie să se țină seama și de consumul de energie.

Controlul pH-ului. Microorganismele care realizează fermentarea anaerobă a nămolurilor se dezvoltă cel mai bine la un pH în jurul valorii de 7,0. La acest pH se obține nămolul fermentat de cea mai bună calitate, cea mai bună compoziție a gazului de fermentație și cea mai mică cantitate de produse odorante. Când pH-ul scade sub 6,8 sau crește peste 7,2, randamentul procesului scade mult. Astfel, când pH-ul scade sub 6,8, se dezvoltă mai mult microorganismele care preferă mediul acid. Acestea produc un gaz de fermentație cu un conținut mai ridicat în CO_2 , contribuie la apariția de mirosuri neplăcute și a unor cantități mari de crustă. Un pH peste 7,2 provoacă scăderea activității microorganismelor producătoare de metan, iar valorile mai ridicate pot contribui chiar la inhibarea activității acestora. Când pH-ul ajunge la 8,0, activitatea este foarte redusă, iar dacă pH-ul ajunge la 9,0, fermentarea încetează.

După ce fermentarea a fost amorsată, pH-ul poate fi puternic afectat de următoarele substanțe sau condiții:

- reziduuri foarte acide sau alcaline descărcate în rezervorul de fermentare. Acestea pot să acționeze negativ, chiar la concentrații mici, dacă sunt evacuate perioade mai lungi de timp;

- cantități prea mari de materii organice în alimentare, care contribuie la creșterea peste limitele admise a încălcării, ceea ce dezechilibrează fermentarea, făcând să predomine prima sau a doua fază de fermentare;

- temperatura coborâtă, sau o amestecare deficitară a conținutului rezervorului de fermentare.

Controlul pH-ului se poate asigura prin adăugarea unor cantități de var suficiente pentru a-l menține între 6,8 și 7,2.

Evacuarea supernatantului. Prin fermentarea nămolului brut se obține gaz de fermentare (biogaz), nămol fermentat și supernatant.

Evacuarea supernatantului este o operație discontinuă, care se realizează cu o anumită ritmicitate. Ea are loc după ce procesul de fermentare a început să se desfășoare în bune condiții. Acesta este confirmat cel mai bine de conținutul în materii volatile al nămolului fermentat, de 40–54% (raportat la substanța uscată). Supernatantul trebuie să aibă la sfârșitul fermentării un conținut scăzut de suspensii, o concentrație în acizi volatili între 300 și 500 mg/l și un CBO_5 de circa 500 mg/l sau mai scăzut.

Supernatantul trebuie evacuat din rezervoarele de fermentare pentru că reduce volumul ocupat de materialul care fermentează, asigurând astfel spațiu pentru nămolul brut ce urmează a fi alimentat. La rezervoarele de fermentare cu acoperișuri fixe, supernatantul trebuie evacuat în același timp cu nămolul brut, care se alimentează. Dacă s-ar evacua supernatantul cu o viteză mai mare decât nămolul brut, poate să intre aer în rezervorul de fermentare și să se creeze un amestec exploziv. Pentru a se evita acest pericol, de obicei se evacuează supernatantul

printr-o serie de conducte de descărcare, care asigură golirea rezervorului de fermentare până la un anumit nivel.

Rezervoarele de fermentare cu acoperiș plutitor permit mai multe posibilități de evacuare a supernatantului decât cele cu acoperiș fix. Aceasta, în primul rând, fiindcă nu este condiționată evacuarea supernatantului de alimentarea cu nămol brut în același timp. De obicei, există un volum suficient, determinat de cursa acoperișului, care permite alimentarea cu nămol brut, timp mai îndelungat (circa o săptămână sau mai mult), fără să se evacueze în acest interval supernatant.

La ambele tipuri de rezervoare sunt montate conducte de prelevare de probe de la diverse adâncimi și există posibilitatea evacuării supernatantului de la niveluri diferite. În funcție de rezultatele determinărilor de laborator se poate hotărî până la ce nivel se descarcă rezervorul de fermentare.

Deoarece în toate stațiile de epurare manevrele tehnice permit, este indicat să se trimită supernatantul la una din treptele de epurare, de preferință la treapta biologică. Este recomandat ca această operație să fie făcută în perioadele în care debitul apelor uzate ce intră în stația de epurare este cel mai mic, noaptea de exemplu.

Evacuarea nămolului fermentat. După terminarea fermentării, când nămolul a atins concentrația corespunzătoare în substanțe volatile, acesta se evacuează din rezervorul de fermentare.

Atunci când se evacuează nămolul dintr-un rezervor de fermentare cu acoperiș fix, debitul de evacuare trebuie să fie egal cu debitul de alimentare a nămolului brut. Dacă nu se respectă această condiție, poate pătrunde aer în bazinul de fermentare și pot să se creeze amestecuri explozive. În situația în care operația de evacuare are loc dintr-un rezervor de fermentare cu acoperiș mobil, trebuie să se mențină nivelul lichidului peste limita de cursă a acoperișului, pentru a se preveni intrarea aerului.

Fermentarea în trepte. În prima treaptă procesul de fermentare este mult mai intens, urmând să scadă în intensitate în treptele următoare. Nămolul brut se introduce în prima treaptă, care se menține sub agitare continuă, urmând ca din treapta a doua să se îndepărteze apa de nămol (supernatant) și nămolul fermentat. Gazul se captează, de obicei, numai din prima treaptă; aici, după 5 zile, se produce circa 67% din gaz. Rezervorul din prima treaptă este încălzit și constituie, de fapt, o instalație de mare încălzire, din care nu se evacuează supernatant.

Rezervorul de fermentare din treapta a doua este, de obicei, la o temperatură cu 3...6 °C mai scăzută decât cea din rezervorul din prima treaptă. În condiții normale, nu este necesară încălzirea acestui rezervor de fermentare decât în perioadele reci ale anului. De multe ori, acest rezervor din treapta a doua este deschis, deoarece din el nu se captează gaz, întrucât cantitatea care se produce este foarte mică.

La fermentarea în două trepte, dacă procesul nu s-a definitivat în prima treaptă, se recomandă să se amestece nămolul din primul rezervor de fermentare cu conținutul celui de al doilea rezervor aflat în jumătatea superioară sau în primele două treimi ale acestuia. Această operație grăbește procesul în ambele rezervoare de fermentare și contribuie la o mai ușoară separare a supernatantului în treapta a doua.

Pomparea nămolului și alimentarea rezervorului de fermentare. Nămolul brut trebuie pompat din decantorul primar înainte de a intra în fermentare anaerobă. Trebuie să fie suficient de dens, dar totuși să permită transportul în condiții satisfăcătoare, prin pompare pe conducte.

La exploatarea rezervoarelor de fermentare, conținutul în apă al nămolului brut este de o mare importanță, întrucât surplusul de apă contribuie la ocuparea unui spațiu suplimentar în zona de reacție; reduce nejustificat temperatura în fermentator; micșorează duratele de staționare a materialelor în instalație.

Nămolul trebuie adăugat în rezervorul de fermentare la intervale dese – de obicei cel puțin de două ori pe zi și chiar mai des dacă se poate. Adaosurile de cantități mai mici și la intervale regulate asigură procesului de fermentare o viteză uniformă. La rezervoarele de fermentare cu acoperiș fix, introducerea nămolului brut trebuie să se facă cu viteză redusă, pentru a nu provoca agitatea stratului de apă de nămol (supernatant), care se evacuează în același timp. Această viteză cu care se introduce nămolul brut nu are importanță în cazul rezervoarelor de fermentare cu acoperiș mobil.

Pentru pomparea nămolului se pot utiliza pompe cu piston sau centrifuge. Atât pompele centrifuge cât și cele cu piston trebuie astfel alese încât să răspundă la varietatea de condiții întâlnite la pomparea nămolului brut și a celui fermentat.

La utilizarea pompelor cu piston trebuie respectate următoarele principii de funcționare:

- se deschid vanele pe conducta de refulare, înainte de a porni pompa; o vană închisă poate provoca o creștere a presiunii în conductă și în pompă, care poate conduce la deteriorarea pompei. Înainte de a deschide și închide vanele pentru a schimba refularea de la o conductă la alta, pompa trebuie oprită;

- se oprește pompa și se închid vanele de pe conductele de refulare, înainte de a se deschide capacul pentru controlarea și verificarea supapelor;

- se închid vanele de pe conducta de aspirație când pompa funcționează înecat; se golește camera de aspirație;

- se controlează destul de des vanele și supapele; se înlătură obiectele ca bețe, cârpe etc. din jurul supapelor, se înlocuiesc supapele defecte;

- se reglează garniturile dintre piston și cilindru, pentru a preveni frecarea de cilindru și ruperea știftului de fixare; reglarea trebuie făcută destul de strâns, pentru a împiedica pierderea de nămol; se pot admite totuși, pierderi întâmplătoare de nămol;

- se reglează debitul pompei, prin modificarea cursei pistonului;
- se înlocuiește uleiul în funcție de recomandările din cartea tehnică a utilajului; se adaugă zilnic cantități mici în spațiul dintre piston și garnitură.

Utilizarea pompelor centrifuge impune respectarea următoarelor recomandări:

- să se regleze funcționarea pompei, în situația în care motorul are turație variabilă, pentru turații scăzute;

- să se asigure reducerea debitului de pompare prin micșorarea turației, nu prin închiderea parțială a vanelor; închiderea parțială a vanelor înlesnește colmatarea;

- să se mențină o presiune pozitivă în conducta de aspirație a pompei, pentru a menține pompa amorsată;

- să se înlătore materialele de orice fel (cârpe, bețe, ațe etc.), care înfundă pompa, prin gura de vizitare de lângă carcasă;

- să se prevină acumularea aerului și a gazului, golindu-se prin robinetul destinat acestui scop;

- să se mențină presiunea apei în presetupă, mai mare decât presiunea din conducta de refulare.

Controlul formării crustei. În urma procesului fermentativ se degajă gazul de fermentare, care în drumul său ascendent spre suprafața lichidului flotează o serie de produse ușoare, care nu au fermentat, inclusiv nămol. Acestea formează o crustă în partea superioară a rezervoarelor de fermentare. În unele situații se pot forma cantități mari de crustă, ceea ce evidențiază unele aspecte nedorite în desfășurarea procesului fermentativ. Formarea unei cruste consistente indică o stare prelungită de fermentare incompletă, o lipsă de echilibru între nămolul brut adăugat și cel din rezervorul de fermentare insuficient fermentat.

Aceste aspecte negative se pot datora următoarelor:

- existența unor cantități prea mici de nămol tampon în rezervoarele de fermentare;

- adăugarea unor cantități prea mari de nămol brut, în special de nămol cu un mare conținut de material volatil;

- amestecarea deficitară a conținutului rezervorului de fermentare;

- menținerea unor temperaturi prea scăzute în rezervorul de fermentare, pe o perioadă lungă de timp;

- extragerea unor cantități prea mari de nămol fermentat;

- acumularea unor cantități prea mari de crustă sau de nisip, care reduc capacitatea efectivă de fermentare.

Formarea crustei are o serie de dezavantaje, printre care:

- ocupă un volum util din spațiul rezervorului de fermentare;

- stingherește amestecul nămolului și controlul temperaturii acestuia;

— ocupă din spațiul destinat separării apei de nămol, îngreunând astfel separarea și evacuarea unui lichid cu caracteristici convenabile;

— creează dificultăți în separarea și colectarea gazului.

Datorită acestor inconveniente precum și a aspectelor negative referitoare la funcționarea rezervoarelor de fermentare pe care le evidențiază formarea crustei, aceasta trebuie bine controlată.

Deranjamente în exploatare. Acestea pot fi diverse.

Variația temperaturii în limite largi. Cauza: alimentarea rezervorului de fermentare cu volume mari de nămol (în mod normal se face de câteva ori pe zi) și cu o concentrație scăzută în material în suspensie.

Prevenirea și remedierea se fac prin pomparea nămolului brut îngroșat suficient, cu o viteză mai mică și o perioadă de timp mai lungă. Acest mod de alimentare are ca efect și un consum mai scăzut de căldură.

Scăderea temperaturii în unitățile cu serpentine cu apă fierbinte. Cauza: după o perioadă de timp, în special dacă temperatura de încălzire a apei depășește 55 °C, materialul solid din nămol poate adera pe serpentinele de încălzire, formând un strat gros izolator, care împiedică transferul de căldură către conținutul rezervorului de fermentare.

Prevenirea și remedierea se fac astfel: se curăță suprafețele serpentinelor. Această operație se face relativ cu ușurință, dar presupune golirea rezervoarelor de fermentare. Pentru a se evita acest inconvenient, se înlocuiesc serpentinele cu apă fierbinte cu sistemul cu recirculare externă a nămolului prin schimbătorul de căldură.

Scăderea producției de gaz fără variația temperaturii. Cauze: scăderea treptată a producției de gaz se poate datora mai multor cauze, printre care cele mai frecvente sunt următoarele:

— creșterea substanțială a grosimii crustei;

— acumularea unor mari cantități de nisip. Strângerea în rezervorul de fermentare a unui important volum de nisip poate fi remarcată chiar înainte de scăderea producției de gaz, prin dificultățile ce se întâmpină la evacuarea nămolului fermentat;

— producerea unor cantități mari de acizi volatili, concentrații ale acestora de peste 500 mg/l, indicate de pH-ul scăzut. Cantitățile sporite de acizi volatili se pot datora: supraîncălcării cu substanțe organice a rezervorului de fermentare; introducerii cu regularitate a unor reziduuri acide; introducerii metalelor toxice: cuprul, zincul, crómul, chiar în concentrații scăzute pot avea un efect toxic asupra microorganismelor ce produc fermentarea; efectul acestora poate fi cumulativ și poate trece neobservat o anumită perioadă de timp;

— încărcarea redusă a rezervoarelor de fermentare sau alimentarea cu nămol suprafermentat. Deși această condiție este neobișnuită, ea se poate manifesta în primele perioade de funcționare, când instalația este, de obicei, subîncărcată.

Prevenirea și remedierea se pot realiza pe mai multe căi:

— combaterea crustei;

— înlăturarea posibilităților de apariție a nisipului în rezervorul de fermentare; o măsură permanentă și eficientă este aceea de a înlătura nisipul înainte de ajungerea acestuia în decantorul primar, prin: echiparea stației cu deznisipatoare; exploatarea mai intensă a instalațiilor de deznisipatoare existente; localizarea și înlăturarea surselor concentrate de nisip.

O parte din nisip poate fi înlăturat cu nămolul fermentat, prin conducta de evacuare a nămolului, dar această operație se realizează cu dificultate.

Când în rezervorul de fermentare se acumulează o cantitate prea mare de nisip, se impune golirea și curățirea acestuia:

— evitarea producerii unor cantități prea mari de acizi volatili, prin:

— micșorarea încălcării organice, ca urmare a: eliminării sau reducerii conținutului unor deșeuri industriale; măririi capacității de fermentare; funcționării mai eficiente a rezervoarelor de fermentare, prin aplicarea măsurilor prezentate la exploatarea normală;

— micșorarea conținutului în reziduuri cu caracter acid, prin aplicarea unor metode de pretratare;

— eliminarea metalelor toxice prin pretratări locale la sursele de generare ale acestora. Dacă intervine o cantitate prea mare de elemente toxice, fermentarea este complet oprită. În această situație, este necesară golirea rezervorului de fermentare și amorsarea din nou a procesului. Dacă în urma șocului toxic producția de gaz nu s-a oprit complet, se poate redresa procesul de fermentare prin golirea unei cantități mari din conținutul rezervorului de fermentare și reumplerea acestuia. O asemenea măsură nu are nici o eficacitate dacă nu este combătută sursa elementelor toxice;

— adăugarea de var pentru a menține între 6,8 și 7,2 pH-ul;

— evitarea introducerii în rezervorul de fermentare a nămolului suprafermentat.

Controlul formării crustei consistente. Cauzele referitoare la formarea crustei sunt prezentate la exploatarea normală.

Prevenirea și remedierea se realizează aplicând următoarele măsuri:

— eliminarea sau micșorarea cât mai mult posibil a conținutului de uleiuri și grăsimi și a altor compuși care fermentează greu; unele dintre aceste substanțe trebuie eliminate chiar de la sursa lor de apariție (preepurări), altele pot fi micșorate cantitativ prin diverse mijloace în stația de epurare (separatoare de grăsimi, flotație etc.);

— înlăturarea crustei și a altor materiale prin gurile de acces ale rezervoarelor de fermentare. Uleiurile astfel îndepărtate trebuie arse, dacă este posibil, grăsimile și alte materiale asemănătoare trebuie îngropate, iar produsele fibroase pot fi deshidratate pe paturi de uscare sau depozitate în locurile pentru evacuarea nămolurilor;

— amestecarea crustei cu conținutul rezervorului de fermentare, pentru a obține o fermentare cât mai completă. Amestecarea poate fi realizată prin unul sau mai multe mijloace, în funcție de instalațiile disponibile;

— recircularea externă a nămolului prin schimbătorul de căldură și introducerea lui în rezervorul de fermentare, în partea superioară a acestuia, peste crustă; operația are ca efect mărirea temperaturii în partea superioară, ceea ce accelerează procesele de fermentare și înmuierea crustei, ajutând în felul acesta la amestecarea mai ușoară a ei cu restul conținutului;

— recircularea apei de nămol, cu o pompă de mare capacitate, în situația rezervoarelor de fermentare care nu au recirculare externă prin schimbătoare de căldură, în partea superioară a rezervorului și împrăștierea ei peste crustă, cu ajutorul unor duze; acțiunea jeturilor de apă conduce la înmuierea crustei, ușurând amestecarea ei;

— amestecarea crustei cu conținutul rezervorului de fermentare prin utilizarea unui agitator cu o mare capacitate de agitare;

— instalarea în partea superioară a rezervoarelor de fermentare a unor serpentine de încălzire suplimentare; surplusul de căldură poate să accelereze fermentarea produselor care se separă în partea superioară;

— recircularea prin diverse mijloace a gazelor de fermentație;

— evacuarea de gaze de fermentare la anumite intervale;

— utilizarea unor amestecătoare mecanice de spart cruste.

9.4.7. Controlul de laborator

Fermentarea nămolului este un proces biochimic destul de complicat. Conducerea acestui proces necesită efectuarea unor observații, măsurători și determinări amănunțite asupra: nămolului brut care fermentează, conținutului rezervoarelor de fermentare și a produselor rezultate în urma fermentării. Atunci când se stabilesc operațiile care trebuie realizate pentru conducerea și controlul fermentării, trebuie avute în vedere o serie de elemente referitoare la: variabilitatea caracteristicilor cantitative și calitative ale nămolului brut, felul și numărul unităților de fermentare, calitățile cerute nămolului fermentat, apei de nămol și gazului de fermentare. În condițiile în care gazul de fermentare se folosește drept combustibil sau sursă de energie, de mare importanță este volumul obținut prin fermentare și compoziția.

Pentru exploatarea normală a procesului de fermentare, trebuie efectuate, în primul rând, determinări asupra conținutului rezervorului de fermentare, care să evidențieze: evoluția fermentării; motivele unor rezultate neobișnuite; intervalele de timp în care să se evacueze apa de nămol și nămolul fermentat; schimbările de reglaj necesare.

Dintre aceste determinări, se menționează:

Temperatura. Influența deosebită a acestui parametru asupra fermentării a fost discutată la §. 9.4.2. Temperatura trebuie înregistrată zilnic, observațiile obținute fiind utile atât în controlul direct, de moment, cât și în stabilirea unei strategii de exploatare pe termen mai lung.

pH-ul. Acest indicator exprimă poate cel mai bine modul în care decurg procesele biochimice de fermentare (v. § 9.6.2). Într-o exploatare normală, pH-ul nu trebuie măsurat mai des de o dată sau de două ori pe săptămână. În cazurile în care se remarcă situații mai deosebite, se vor face măsurători dese ale pH-ului și se vor lua măsuri pentru revenirea la normal.

Procentul în substanțe volatile. Este poate indicatorul cel mai important, care exprimă evoluția procesului de fermentare. Pe baza lui se hotărăște când este terminat procesul de fermentare și când este necesară evacuarea nămolului fermentat. În situațiile în care fermentarea are loc în două trepte, pe baza determinărilor de substanțe volatile din nămolul rezervorului de fermentare din prima treaptă se stabilește timpul necesar fermentării în treapta a doua. Frecvența cu care se realizează această determinare poate fi aceeași ca și la pH.

Acizii volatili. Concentrația acizilor volatili dă o indicație foarte utilă asupra evoluției fermentării, pe baza acesteia putându-se prevedea defecțiunile care ar putea apărea în viitor. Valorile concentrațiilor de acizi volatili sub 500 mg/l indică, de obicei, o evoluție favorabilă a fermentării. În timpul stadiului acid al fermentării, acizii volatili pot atinge valori de câteva mii de miligrame la litru, dar la un nămol complet fermentat cu un supernatant cu caracteristici bune, concentrația acestor acizi scade sub 300 mg/l. Dacă procesul de fermentare este stabil, o creștere a concentrației de acizi volatili indică un semn de pericol, o destabilizare a procesului; o scădere de la valori mari evidențiază, de obicei, o îmbunătățire a procesului. Ritmicitatea acestor determinări de acizi volatili poate fi de una – două pe săptămână.

Alcalinitatea în bicarbonat. Această determinare, împreună cu pH-ul și cu concentrația acizilor volatili, indică evoluția procesului fermentativ. Limitele normale pentru un nămol bine fermentat sunt în jur de 1 800 mg/l sau mai scăzute. Ea se execută, de obicei, împreună cu pH-ul și acizii volatili.

Caracteristicile fizice. Oricare nămol, în curs de fermentare, prelevat dintr-un rezervor de fermentare, are caracteristici fizice, culoare, aspect, miros proprii. Fiecare schimbare în caracteristicile fizice dă o indicație operatorului asupra modificărilor eventuale ale procesului.

Cantitatea de nămol evacuată. Pentru a aprecia cantitatea de nămol fermentat evacuat și trimis la deshidratare sau transferat dintr-un rezervor în altul în cazul fermentării în două trepte, este necesară cunoașterea volumului de nămol evacuat și conținutul acestuia în material uscat.

Producția de gaz. Cantitatea de gaz produsă în timpul fermentării în fiecare rezervor de fermentare trebuie măsurată în mod continuu, iar totalul trebuie înregistrat zilnic. Abaterile de la valorile normale trebuie cercetate și comparate cu rezultatele obținute în încercările de laborator sau în alte cazuri cunoscute. Producția de gaz scăzută poate indica ori o reducere a vitezei de fermentare, dintr-o cauză oarecare, ori terminarea procesului de fermentare ca urmare a scăderii conținutului de material organic din nămol. Scăderea conținutului de gaz constituie o bună indicație referitoare la unele prezențe toxice (metale grele, substanțe organice inhibitoare etc.), iar creșterea masivă de gaz denotă o încărcare mare în substanțe organice fermentabile.

Compoziția gazului. Pentru stabilirea compoziției gazului de fermentare se fac determinări referitoare la conținutul de: metan, bioxid de carbon, hidrogen, hidrogen sulfurat. Aceste determinări nu se fac în mod curent. Ele sunt utile în situațiile în care gazul de fermentație este utilizat ca sursă energetică în cuptoare sau motoare cu explozie.

Când gazul conține mai mult de 30% bioxid de carbon, s-ar putea să nu ardă bine. Creșterea conținutului de CO_2 este și o indicație a unui proces de fermentare dezechilibrat. Este, de obicei, însoțit de o creștere a stratului de crustă.

Conținutul în substanțe volatile. Această determinare indică cel mai bine sfârșitul fermentării, momentul în care nămolul trebuie evacuat din rezervoarele de fermentare. Nămolul bine fermentat trebuie să aibă un conținut în substanțe volatile cuprins între 40 și 50%.

9.5. Stabilizarea aerobă

Stabilizarea aerobă a nămolurilor constă, ca și fermentarea anaerobă, dintr-un proces de degradare biologică a compușilor organici ușor degradabili.

Procesul se deosebește de fermentarea anaerobă prin aceea că produșii fazei de solubilizare sunt asimilați de microorganisme în condiții aerobe, ultimul acceptor de electroni fiind oxigenul atmosferic.

Stabilizarea aerobă se realizează în practică prin aerarea separată a nămolului primar sau/și biologic în bazine deschise. Se folosește, de regulă, stabilizarea aerobă pentru prelucrarea nămolurilor biologice din stații de epurare care nu au decantare primară, sau al căror nămol primar nu necesită sau nu se pretează la fermentare anaerobă.

Procesul implică oxidarea directă a materiilor organice biodegradabile, realizată de masa de organisme biologice active, precum și oxidarea însăși a materialului celular.

Această a doua fază, denumită respirația endogenă, este, de regulă, predominantă în instalațiile de stabilizare aerobă.

Ca avantaje ale procedurii se citează:

- investiția mai mică decât în cazul instalațiilor de fermentare;
- exploatarea simplă;
- lipsa mirosurilor neplăcute;
- reducerea importantă a numărului germenilor patogeni;
- reducerea importantă a cantității de materii grase (extractibile).

Procedul nu este lipsit de dezavantaje; dintre acestea cel mai important îl constituie cheltuielile de exploatare mari, consecința, în special, a consumului de energie.

Nămolul stabilizat aerob se deshidratează greu pe vacuum-filtre; în mod obișnuit, se aplică deshidratarea pe platforme cu strat drenant sau nămolul în stare lichidă este valorificat pe terenuri agricole.

Instalațiile de stabilizare aerobă se dimensionează, de regulă, pentru durate de reținere de 10–15 zile în cazul stabilizării nămolului biologic excedentar, în cazul în care se prelucrează și nămoluri primare, se iau durate de reținere mai mari.

9.6. Condiționarea nămolului

Aducerea nămolurilor primare, secundare, brute sau stabilizate în categoria nămolurilor ușor filtrabile se realizează, în principal, prin condiționarea chimică sau termică. Se pot obține, teoretic, rezultate satisfăcătoare și prin adaos de material inert (zgură, cenușă, rumeguș etc.), dar acest procedeu prezintă dezavantajul de a crește considerabil volumul de nămol ce trebuie prelucrat în continuare.

9.6.1. Condiționarea chimică

Condiționarea nămolului cu reactivi chimici este o metodă prin care se modifică structura acestuia, în scopul micșorării rezistenței specifice de filtrare. Aplicarea sa a început o dată cu deshidratarea artificial-mecanică a nămolurilor la începutul secolului.

Pentru condiționarea nămolului se folosesc o serie de *agenți chimici*, care se pot grupa în trei categorii:

- minerali (sulfat de aluminiu, clorhidrat de aluminiu, clorură ferică, sulfat feros, sulfat de fier clorinat, oxid de calciu, extras de zgură metalurgică etc.);

— organici – polimeri sintetici (anionici, cationici, neionici);

— micști – amestec de polimeri anionici sau neionici cu săruri minerale.

Reactivii cel mai des utilizați pentru condiționarea nămolului sunt: clorura ferică și varul, fiecare având un câmp de acțiune propriu: sulfatul feros clorinat este cel mai economic, dar are acțiune corosivă; sărurile de aluminiu, în special clorhidratul de aluminiu, sunt mai eficiente, mai puțin corosive, dar mai scumpe.

Dintre polimerii organici, cei cationici se pot utiliza singuri, iar cei anionici și neionici împreună cu alți agenți de condiționare, de obicei minerali. În general, dozele de polimeri organici sunt mult mai reduse decât la cei minerali, dar costul este încă ridicat.

Cu toate că fiecare nămol se condiționează după o tehnologie proprie, se pot da câteva indicații referitoare la utilizarea agenților de condiționare:

— varul poate fi folosit pentru nămolul brut greu, nămolul fermentat și unele nămoluri diluate;

— clorura ferică și sulfatul de aluminiu sunt, de cele mai multe ori, combinația cea mai economică pentru nămolurile cu alcalinitate scăzută și cu conținut ridicat în materii solide în suspensie;

— clorura ferică, sulfatul feric și amestecul sulfatului de aluminiu cu clorura ferică sunt eficiente pentru majoritatea nămolurilor fermentate anaerob și condiționate fizic prin spălare (elutriere);

— polimerii sintetici sunt deosebit de eficienți pentru floclarea rapidă a suspensiilor dispersate;

— sulfatul feric și clorura ferică, împreună cu varul sunt uneori eficienți pentru nămolul activ evacuat excedentar sau pentru nămolul excedentar amestecat cu nămolul proaspăt.

Se recomandă a se folosi varul cu mult calciu sau varul dolomitic. Varul cu conținut de magneziu nu este eficient și tinde să colmateze mediul filtrant.

Recomandările de mai sus sunt cu totul generale, întrucât alegerea agenților de condiționare și doza optimă se fac pe baza determinărilor experimentale efectuate asupra fiecărui nămol.

Alegerea coagulantului se face prin urmărirea, în teste de laborator, a modificării rezistenței specifice la filtrare în funcție de doza de agenți chimici (fig. 9.14). Se remarcă o scădere rapidă a rezistenței specifice până la o valoare minimă, pe măsură ce se adaugă agentul de condiționare, după care, adaosul suplimentar produce o înrăutățire a filtrabilității.

Punctul de la care începe să crească rezistența specifică la filtrare cu cantitatea de coagulant introdusă, indică *doza maximă admisă* sau *limita tehnică* de scădere a rezistenței specifice. Pentru fiecare tip de nămol și pentru fiecare agent de condiționare se determină astfel, pe cale experimentală, o *doză optimă*.

Doza optimă de agent de condiționare se definește ca doza cea mai mică, care în condiții de laborator produce un nămol cu o rezistență specifică la filtrare ce caracterizează trecerea de la nămolurile cu filtrabilitate medie la cele ușor filtrabile.

În practica curentă a tratării nămolurilor nu se aplică doza maximă, întrucât se caută ca operația de condiționare să fie economică, urmărindu-se în acest fel un optim al procesului.

Pentru verificarea condiționării chimice, stabilirea dozei de agent de condiționare, coagulantul cel mai indicat, se efectuează diferite teste calitative sau cantitative:

— *jar-testul* poate oferi primele indicații calitative prin gradul de limpezire a lichidului separat, mărimea flocoanelor formate, viteza de depunere etc.; este necesar să se efectueze întotdeauna în aceleași condiții de lucru, pentru a se putea face comparație între rezultate;

— *testul pe pâlnia filtrantă* este o metodă calitativă pentru determinarea efectului condiționării; se măsoară volumul de filtrat scurs după o durată fixă de filtrare la aceeași diferență de presiune; se poate efectua testul și prin stabilirea duratei de crăpare a turtei;

— *rezistența specifică la filtrare și variația ei cu doza de coagulant* este metoda prin care se obțin date cantitative ce pot fi utilizate și pentru calculul productivității utilajelor.

Condiționarea chimică a nămolului în condiții eficiente este legată și de o altă serie de factori, care depind de *tehnologia de condiționare*; între aceștia sunt: durata și intensitatea amestecului, ordinea de introducere a agenților chimici în cazul condiționării mixte, durata de transport până la utilaj. Astfel, amestecarea coagulantului cu nămolul trebuie făcută foarte bine: ea durează, în mod normal, sub două minute. Nămolul condiționat trebuie agitat liniștit în cuva de nămol, pentru a ajuta la formarea flocoanelor. De multe ori, agitarea intermitentă este mai bună; sunt situații în care se obțin însă rezultate mai bune prin agitare continuă. Aceste aspecte trebuie stabilite în practica exploatarei, în funcție de condițiile proprii fiecărei stații.

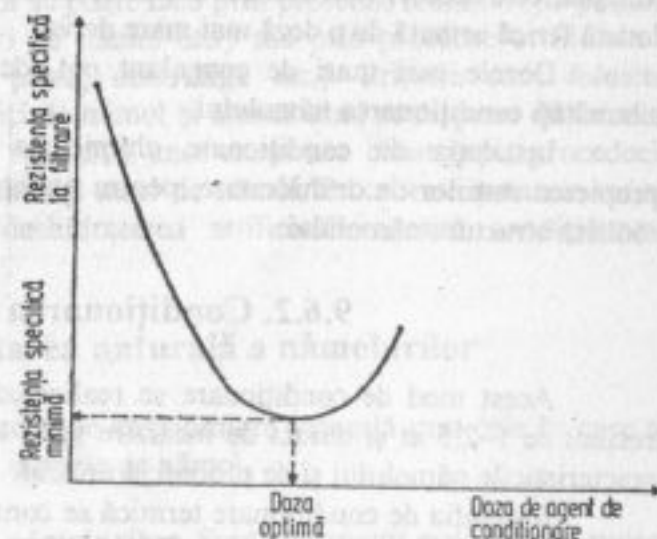


Fig. 9.14. Variația rezistenței specifice cu doza de coagulant (stabilirea dozei optime).

Când se folosește un amestec de coagulanți, ordinea de adăugare și cantitățile acestora au o importanță mare pentru exploatarea procesului și cost. De exemplu, este deseori mai eficient și mai ieftin să se folosească o cantitate mică de clorură ferică urmată de o doză mai mare de var.

Dozele mai mari de coagulant pot, de multe ori, mări costul, fără a îmbunătăți condiționarea nămolului.

Instalația de condiționare chimică a nămolurilor trebuie să fie în apropierea stațiilor de deshidratare, pentru a evita distanțele mari ce pot eventual modifica structura nămolului.

9.6.2. Condiționarea termică

Acest mod de condiționare se realizează la temperaturi de 100...200°C, presiuni de 1-2,5 at și durată de încălzire până la 60 min, depinzând de tipul, de caracteristicile nămolului și de procedeul utilizat.

Instalația de condiționare termică se compune, în principal, din: *reactorul de condiționare, schimbătorul de căldură, boilerul* pentru producerea aburului și *decanorul*. În reactor are loc condiționarea nămolului în condițiile prevăzute mai sus, iar în schimbătorul de căldură se preîncălzește, cu aburul produs în boiler, nămolul înainte de a intra în reactor. Aburul de la boiler se utilizează și pentru ridicarea temperaturii reactorului la 100...200°C. În decantor are loc separarea nămolului condiționat.

Condiționarea termică are următoarele avantaje: nu există mirosuri neplăcute în timpul condiționării, nu sunt necesari reactivi și rezultă un nămol sterilizat.

Din punct de vedere energetic, o instalație de condiționare termică a nămolului are un consum de energie electrică de 3-4 kWh/m³ nămol și circa 5 l păcură/m³ nămol pentru prepararea aburului.

9.6.3. Alte procedee de condiționare

Condiționarea prin înghețare produce un efect similar cu condiționarea termică. La temperaturi scăzute, structura nămolului se modifică, iar la dezghețare cedează cu ușurință apa.

Condiționarea cu material inert este un alt tip de condiționare, care trebuie analizată pentru anumite tipuri de nămol și surse de materiale inerte locale; fie pentru creșterea puterii calorice a nămolului (în cazul incinerării), fie pentru valorificarea nămolului (agricolă, ameliorarea solului etc.).

9.7. Deshidratarea nămolurilor

Deshidratarea nămolurilor se poate face prin procedee naturale (pe platforme de uscare a nămolului, iazuri de nămol etc.) sau prin procedee artificiale - mecanice (vacuum-filtre, filtre presă, centrifuge etc.). Primele sunt folosite, îndeosebi, pentru cantități mai mici de nămol și atunci când se dispune de teren și condițiile locale corespunzătoare realizării unor asemenea construcții; procedeele artificiale sunt utilizate pentru cantități mari de nămol. Procedeele naturale nu au nevoie de tratări preliminare; deshidratarea artificială necesită condiționarea nămolului.

9.7.1. Deshidratarea naturală a nămolurilor

Cele mai cunoscute procedee de deshidratare naturală sunt cele în care se utilizează platformele de uscare și iazurile de nămol.

Platformele de uscare a nămolurilor. Sunt construcții executate la suprafața solului, caracterizate, îndeosebi, prin natura stratului de susținere. Dacă solul este permeabil și nu există pericolul infectării stratului acvifer, stratul de susținere are rolul de a colecta (drena) apa din nămol. Platforme cu strat de susținere impermeabil sunt executate numai când există pericolul pătrunderii apei de nămol în stratul acvifer. Deshidratarea se realizează datorită infiltrării (drenării) și evaporării apei din nămol.

Folosirea acestui procedeu de deshidratare este condiționată, îndeosebi, de obținerea suprafețelor necesare, de posibilitatea distribuției nămolului pe platforme pe cât posibil prin gravitație, precum și de numărul locuitorilor deserviți; astfel, la un număr de locuitori deserviți mai mare de 15 000-20 000 locuitori, costul suprafeței necesare platformelor precum și al celorlalte instalații și utilaje este relativ mare și devine avantajoasă folosirea procedeelelor de deshidratare artificială.

Condițiile climatice și poziția geografică influențează, de asemenea, în mare măsură, alegerea procedeuului de deshidratare; în acest sens, platformele de uscare sunt avantajoase în zonele cu precipitații mici și cu perioade cât mai scurte de îngheț, deoarece pot fi folosite în tot timpul anului.

Straturile de susținere drenante se alcătuiesc dintr-un strat de zgură, pietriș sau piatră spartă în grosime de 0,2 m și dimensiunile granulelor de 7-30 mm, peste care se așază un strat de nisip cu grosimea de 0,2 m și dimensiunea particulelor de 0,2-0,5 mm. Uneori, se recomandă ca dimensiunea particulelor să fie cuprinsă între 0,3 și 0,75 mm. În locul stratului de nisip se poate așeza un strat de beton de 0,15 m grosime, cu interspații pentru colectarea apei. Pentru terenuri impermeabile, apa colectată de stratul de susținere este evacuată prin tuburi de drenaj cu diametrul

de 75–150 mm, montate la adâncimea de îngheț în tranșee umplute cu piatră; panta drenurilor variază între 2 și 5%, iar distanța dintre ele este cuprinsă între 5,00 și 10,0 m.

Platformele impermeabile se execută pe straturi de argilă de 20–30 cm grosime, sau din beton în grosime de 10 cm, peste care se așază stratul de susținere drenant.

Lățimea platformelor trebuie să rămână sub 4,0–6,0 m pentru cele cu curățire manuală, putând ajunge până la 20,0 m pentru cele cu curățire mecanică.

În ceea ce privește lungimea, valori cuprinse între 15,0–45,0 m sunt uzuale, însă, în general, aceasta nu este limitată.

Accesul nămolului pe platforme se face prin tuburi de oțel având diametrul minimum 150 mm; pentru platformele de dimensiuni mai mici, accesul se poate face prin jgheaburi, având, de obicei, în secțiune transversală formă semicirculară.

Exploatare și întreținere. Pentru exploatarea normală a platformelor de nămol se recomandă următoarele:

- alimentarea cu nămol a platformelor cu vanele de pe conductele de alimentare deschise la maximum, pentru ca debitul să fie mai mare și să împingă eventualele dopuri care s-au format pe conducte; după ce s-a stabilit curgerea normală, debitul trebuie micșorat, pentru a nu degrada terenul de uscare, în zona evacuării;

- spălarea conductelor de alimentare după terminarea operației de umplere a platformei de apă epurată, pentru a evita formarea de dopuri prin depunerea nămolului. Această operație împiedică dezvoltarea unor presiuni interne în conducta de evacuare, datorită gazelor care se degajă la fermentarea nămolului și care nu au unde să fie eliminate. La spălarea conductelor de alimentare trebuie luate toate măsurile necesare evitării producerii exploziilor datorită gazelor care ar putea fi eliminate;

- introducerea nămolului pe platformă într-un strat a cărui grosime să nu depășească 20–25 cm, pentru a se putea deshidrata în circa 15–20 zile. Conform recomandărilor, în acest interval umiditatea nămolului ar trebui să scadă la circa 60–65% sau chiar mai mult. În unele situații, durata de deshidratare poate fi diferită, fiind mult influențată de condițiile meteo;

- evacuarea nămolului, respectiv curățirea platformelor după ce acesta s-a deshidratat. Operația de evacuare se poate face mecanic sau manual. Pentru platformele de dimensiuni mici, curățirea se face cu lopata, iar evacuarea cu roaba sau vagonetul. Pe platformele betonate se folosesc, de regulă, mijloace mecanizate; curățirea și încărcarea se realizează cu mașini speciale cu benzi transportoare, excavatoare sau alte asemenea utilaje pentru evacuare (camioane, electrocare etc.);

- pregătirea platformei pentru o nouă deshidratare înaintea fiecărei operații de alimentare a nămolului. Pentru aceasta, stratul drenant de nisip trebuie

greblat, afănat pentru o mai bună drenare a apei și apoi nivelat; în același timp se înlătură toate buruienile. Deoarece o dată cu buruienile se înlătură și o parte din nisip, stratul de nisip trebuie completat de câteva ori pe an.

Deranjamente în exploatare. Acestea pot fi diferite.

Băltirea apei de nămol în unele zone ale platformei. Cauza: colmatarea stratului filtrant de deasupra drenului și chiar colmatarea drenurilor.

Prevenirea și remedierea se realizează prin curățirea drenurilor și a stratului filtrant, prin îndepărtarea drenurilor și spălarea cu un jet puternic de apă; uneori, este preferabil să se înlocuiască materialul filtrant.

Formarea gropilor în dreptul gurilor de descărcare. Cauza: degradarea saltelei de disipare a energiei din dreptul gurii de descărcare a nămolului.

Remedierea se realizează prin repararea saltelei de disipare a energiei.

Înfundarea conductelor dinaintea gurilor de descărcare. Cauza: nu se spală conductele după alimentarea platformelor sau nu se deschid vanele complet.

Prevenirea și remedierea se realizează astfel: alimentarea trebuie să se facă cu vanele deschise la maximum și să se spele conductele după alimentare. Dacă înfundarea s-a produs, desfundarea se poate face numai cu o tijă sau închizând toate vanele, lăsând-o deschisă numai pe cea înfundată și pompând un debit maxim de nămol.

Iazuri de nămol. Dacă condițiile locale permit, depresiunile naturale folosite la cariere de nisip sau cărămidă etc. pot fi folosite pentru uscarea nămolului. Dacă solul nu este suficient de permeabil, sunt construite preaplinuri pentru evacuarea apei din nămol. La câțiva ani o dată, iazurile trebuie golite de nămol.

9.7.2. Deshidratarea artificială a nămolurilor

Deshidratarea artificială a nămolurilor se realizează prin procedee statice (vacuum-filtre, filtre-presă) sau procedee dinamice (centrifuge).

Principalele avantaje ale procedeelelor de deshidratare artificială sunt:

- durata scurtă a procesului;
- suprafața mică necesară pentru utilaje;
- lipsa de influență a inhibitorilor asupra procesului de deshidratare.

Dintre dezavantaje semnalăm:

- condiționarea prealabilă a nămolului (costuri de exploatare);
- influența nulă asupra potențialului patogen;

- limitarea aplicării ulterioare a incinerării prin creșterea conținutului mineral al nămolului, în cazul condiționării cu săruri minerale;
- valoarea fertilizantă scăzută a nămolului deshidratat.

Dintre procedeele de deshidratare artificială se prezintă cele cu largă aplicabilitate: vacuum-filtre, filtre-presă și centrifuge.

Filtrul cu vid (vacuum-filtrul). Filtrarea sub vacuum este procedeul tehnic cel mai răspândit pentru deshidratarea artificială a nămolului.

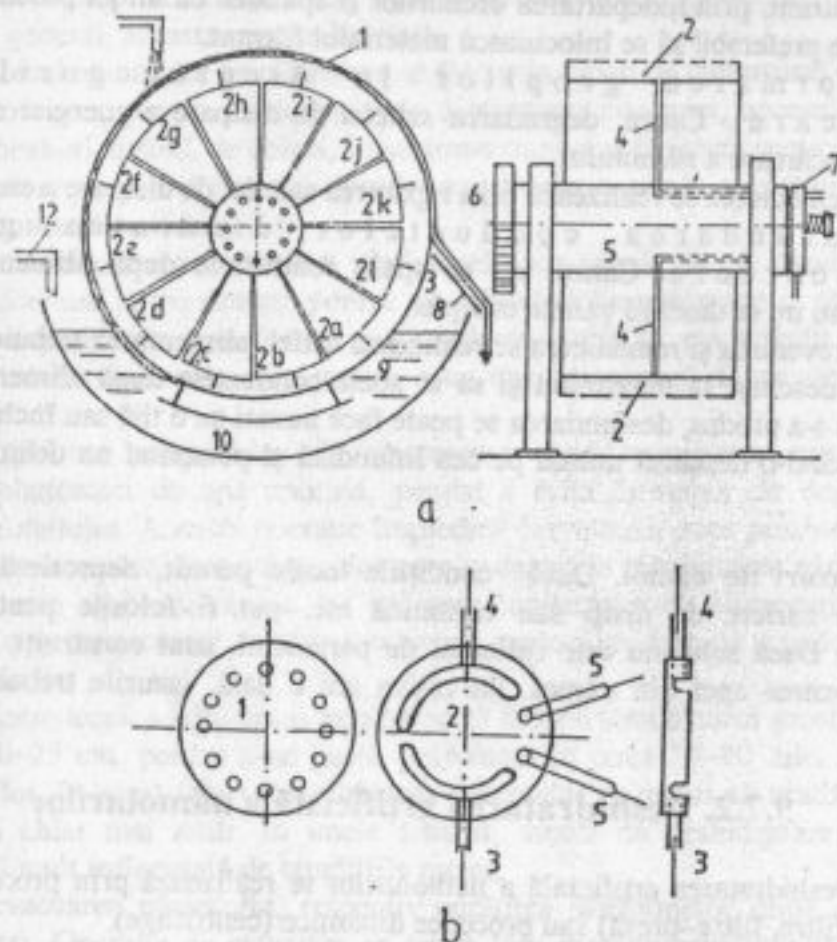


Fig. 9.15. Vacuum-filtru:

- a - schema vacuum-filtrului cu tambur rotativ: 1 - tambur; 2 - celule; 3 - pânza filtrului; 4 - tuburi de legătură; 5 - arbore; 6 - roată dințată; 7 - cap de distribuție; 8 - cuțit raclor; 9 - cuvă; 10 - agitator; 11 - conductă pentru apa de spălare; 12 - conductă pentru alimentarea cu nămol;
- b - schema capului de distribuție: 1 - disc mobil; 2 - disc fix; 3 - conductă pentru ieșirea filtrului; 4 - conductă pentru ieșirea apei de spălare; 5 - conductă pentru aerul comprimat.

Vacuum-filtrul constă din mai multe părți componente (fig. 9.15):

— *tamburul* este format din doi cilindri orizontali coaxiali, destul de apropiați între ei. Cilindrul exterior are găuri (rotunde sau pătrate), peste care se întinde pânza filtrantă. Spațiul inelar dintre cei doi cilindri este despărțit în lungul tamburului într-un număr de celule (5-20) de către pereții radiali. Fiecare celulă funcționează în mod independent și poate fi supusă la compresii și depresiuni diferite;

— *tuburile de legătură* fac legătura între fiecare celulă și capul de distribuție a aerului. Tuburile pornesc de la celulă și ajung paralel cu axa de rotație la una dintre extremitățile tamburului unde este instalat și capul de distribuție;

— *arborele* susține tamburul pe lagăre puternice; are la un capăt o roată dințată de acționare, iar la celălalt, capul de distribuție;

— *capul de distribuție* are rolul de a face legătura dintre celulele tamburului și conductele de vid sau de aer comprimat;

— *cuțitul raclor* este cel cu ajutorul căruia se desprinde materialul filtrat. Acest cuțit este așezat la o distanță convenabilă și reglabilă de tambur și paralel cu generatoarea acestuia;

— *pânza filtrantă* este cea cu ajutorul căreia se realizează deshidratarea;

— *cuvă* este cea în care se rotește tamburul și în care se aduce nămolul care trebuie filtrat. Nămolul din cuvă trebuie agitat permanent, pentru a se menține materialul solid în suspensie.

Instalația de filtrare este completată cu: rezervoarele pentru nămol și pentru agenții de condiționare, vasul de amestecare a nămolului cu agentul de condiționare, pompă de vid, compresor, rezervor pentru apa de spălare etc.

Tamburul, ale cărui diametru și lungime variază între 1,5 și 2,5 m, respectiv 1 și 2 m, este scufundat în cuvă de nămol (circa 15-40% din suprafața lui laterală) și se rotește cu circa 1 rot./min. Prin rotirea și trecerea celulelor tamburului prin cuvă de nămol și apoi prin diferite faze de compresie și depresiune se realizează următoarele:

- aspirarea nămolului pe suprafața filtrantă;
- deshidratarea nămolului datorită vidului;
- spălarea turtei prin stropire cu apă;
- aspirația apei de spălare;
- slăbirea aderenței nămolului deshidratat la pânza filtrantă prin insuflare de aer;
- desprinderea și evacuarea turtei cu ajutorul cuțitului raclor;
- regenerarea pânzei filtrante prin insuflare de aer.

Consumul total de energie al vacuum-filtrului poate fi considerat, în general, la 6 kWh/m³ nămol supus filtrării. Nămolul supus filtrării se condiționează în prealabil. Fiecare tip de nămol se condiționează în felul său (v. § 9.6).

Pânza filtrantă se execută din țesătură de bumbac, lână, fire sintetice etc. Uneori se pot folosi și țesături metalice. Durata de filtrare a unei pânze este în funcție de materialul din care este făcută; în medie, această durată este de 1-2 luni.

Productivitatea vacuum-filtrelor variază între 10 și 30 kg materiale solide totale uscate/m³·h.

După filtrarea pe vacuum-filtru, umiditatea nămolului coboară la 65-70%.

Utilizarea vacuum-filtrelor pentru deshidratarea nămolului prezintă o serie de avantaje, cum ar fi: funcționarea în regim continuu și productivitatea ridicată, supravegherea ușoară, deoarece formarea și descărcarea turtei sunt vizibile.

Dintre dezavantaje se semnalează: consumul ridicat de energie, costul mare al investiției, necesitatea unui echipament auxiliar complex și zgomotos, necesitatea controlului permanent al poziției cușitului raclor, umiditatea destul de ridicată a turtei.

Exploatare și întreținere. O bună exploatare a vacuum-filtrelor, ca de altfel a tuturor utilajelor de deshidratare mecanică, trebuie să urmărească:

- productivitatea crescută și randamentul ridicat de înlăturare a apei;
- economia de muncă;
- calitatea superioară a materialului deshidratat.

Pentru realizarea acestora, nămolul supus filtrării trebuie să aibă, în primul rând, condiționare chimică sau de altă natură, adecvată.

În general, se știe că randamentul utilajelor de deshidratare crește pe măsură ce crește concentrația materiilor solide din nămol. Această relație nu este direct proporțională, dar în unele cazuri ar putea fi.

Exploatarea vacuum-filtrelor trebuie să urmărească adâncimea de scufundare a tamburului în cuva de nămol, viteza de rotire a tamburului, vidul aplicat, materialul filtrant utilizat, reglarea cușitului etc.

Adâncimea de cufundare și viteza de rotire a tamburului trebuie stabilite prin determinări experimentale. Aceste determinări au dovedit că, cu cât viteza tamburului este mai mare, în cadrul unor limite impuse de caracteristicile nămolului, se obține un randament de deshidratare mai ridicat.

Vacuumul cel mai eficient din punct de vedere al randamentului filtrului și al calității turtei este cuprins între 30 și 40 cm coloană de mercur.

Cu cât crește vacuumul este mai mare și randamentul, însă această creștere nu este justificată de costul suplimentar.

Materialul filtrant se alege după criteriile de rezistență a materialului și după tipul utilajului. Durata de utilizare a pânzei filtrante poate depăși 3 000 h pentru țesături sintetice.

Materialul filtrant este curățat în mod automat cu un curent de apă, imediat ce nămolul s-a desprins de pe filtru. Trebuie avut grijă permanent ca materialul filtrant să nu se colmateze și să fie urmărită starea lui de uzură.

Cușitul raclor care îndepărtează nămolul se reglează în așa fel încât să nu contribuie la uzura pânzei, dar nici să nu rămână nămol neîndepărtat.

Întreținerea părților mecanice ale vacuum-filtrului se face în conformitate cu instrucțiunile uzinei furnizoare. O atenție deosebită trebuie să se acorde întreținerii vaselor de preparare, conductelor și pompelor pentru agenții de condiționare, întrucât aceștia sunt foarte corosivi. Se impune totuși, această supraveghere, cu toate că, în general, sunt luate măsuri de protecție corespunzătoare.

Deranjamente în exploatare. Acestea pot fi diferite.

Creșterea conținutului de umiditate a nămolului filtrat. Cauze: colmatarea pânzei filtrante sau defecțiuni mecanice. Remedierile se realizează în modul următor: se oprește filtrul și se spală pânza filtrantă cu un curent de apă sub presiune mare. Dacă nu se remediază situația, se procedează în felul următor: se golește cuva de nămol și se introduce în cuvă o soluție de detergent în apă; se rotește filtrul câteva ore, până ce nămolul de pe pânza filtrantă este muiat; se spală pânza cu un curent de apă sub presiune.

Defecțiunile mecanice se remediază de echipe speciale.

Înfundarea conductelor de nămol. Cauze: depunerea nămolului în anumite zone de nămol ale conductelor. Remedierea se face în același mod ca la platformele de nămol (v. § 9.7.1).

Determinări și înregistrări. Pentru buna funcționare a vacuum-filtrului se fac următoarele determinări și înregistrări:

- caracteristicile nămolului înainte de condiționare: umiditate, concentrație în suspensie etc.;
- dozele de agenți de coagulare;
- caracteristicile nămolului condiționat;
- determinări referitoare la performanțele utilajului (eficiență de deshidratare, consumul de energie, materiale și manoperă); deficiențe, modul de rezolvare.

Filtrul-presă. Este un utilaj alcătuit din următoarele părți componente:

- un postament rezistent, prevăzut cu două bare orizontale pentru susținerea elementelor filtrante;
- elementele filtrante susținute prin umerii lor de barele postamentului;
- un dispozitiv (șurub sau presă hidraulică) pentru strângerea elementelor filtrante într-un bloc etanș, etanșare care se face cu ajutorul pânzelor filtrante întinse între elementele filtrante.

Un element filtrant este o placă circulară sau pătrată relativ subțire, cu marginile înguste și cu ambele fețe striate (fig. 9.16).

O deschidere centrală în fiecare placă filtrantă servește pentru intrarea nămolului și repartizarea în spațiile (camerele) care se formează, după strângerea filtrului, între două elemente filtrante vecine.

În partea inferioară a fiecărei plăci filtrante, pe ambele fețe, sunt prevăzute guri care comunică cu o țevă scurtă cu robinet, pentru evacuarea filtratului; pe fețele fiecărei plăci se întind pânze filtrante, având câte o gaură în dreptul deschiderii centrale de alimentare cu nămol. Fixarea etanșă a celor două pânze ale fiecărei plăci pe deschiderea centrală se face prin brățări metalice; într-o altă variantă, cele două pânze sunt reunite printr-o scurtă manșetă, tot din pânză.

Dimensiunile plăcilor filtrante pot ajunge la $1,5 \times 1,5$ m; un filtru este construit din 30; 40; 50; 60 și chiar 100 de camere. Volumul util pentru 100 asemenea camere poate fi de 10 m^3 , respectiv o suprafață de filtrare de aproximativ 400 m^2 .

După montarea plăcilor, întinderea pânzelor filtrante (care servesc și ca garnituri de etanșare) și strângerea într-un loc etanș, filtrul poate fi pus în funcțiune.

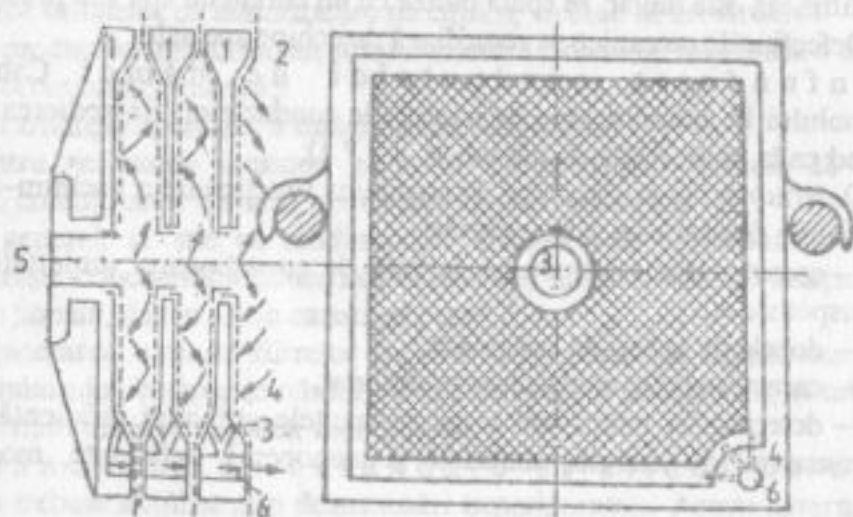


Fig. 9.16. Filtru-presă.

1 – elemente (plăci) filtrante; 2 – pânza filtrantă; 3 – deschideri centrale pentru alimentare cu suspensie; 4 – deschideri pentru evacuarea filtratului; 5 – racord de alimentare cu suspensie și apă de spălare; 6 – țevi cu robinete pentru colectarea și evacuarea filtratului.

Nămolul este pompat sub presiune în filtru, unde se repartizează în camerele dintre plăci, turta se depune pe pânză, iar filtratul trece prin pânză, se prelinge prin canalele de pe fețele striate ale plăcilor, apoi prin țeava și robinetul de evacuare al fiecărei plăci și este colectat într-o rigolă montată sub elementele filtrante.

Presiunea de lucru variază de la 6 la 8 at în funcție de grosimea turtei de nămol (2–5 cm) și caracteristicile nămolului. Durata unui ciclu de filtrare este de la

1 la 2 h. După terminarea filtrării, filtrul se desface pentru evacuarea turtei, după care se spală pereții și se montează la loc pentru o altă operație.

Capacitatea de filtrare este cuprinsă între 5 și 15 kg materie solidă totală/ $\text{m}^2 \cdot \text{h}$. Umiditatea turtei ajunge la 50–65%, iar consumul de energie este de circa 3 kWh/m^3 nămol.

Filtrele-presă se utilizează la deshidratarea nămolurilor datorită avantajelor pe care le oferă: concentrarea unei suprafețe mari de filtrare într-un spațiu mic; obținerea unor turte cu o umiditate scăzută; deservire ușoară; posibilitatea filtrării unor nămoluri cu concentrație de material solid, care variază în limite largi; necesar redus de agenți de condiționare.

Printre dezavantaje sunt: funcționare discontinuă (șarje), productivitate scăzută, manoperă multă.

În ultimul timp, datorită automatizărilor, filtrele-presă, care la un moment dat pierduseră teren datorită vacuum-filtrelor, au început să fie din nou utilizate, în primul rând datorită consumului energetic de circa două ori mai mic decât a vacuum-filtrelor și datorită deshidratării mai bune pe care o realizează.

Exploatarea, întreținerea, deficiențele, determinările și înregistrările sunt, în mare, aceleași ca și la vacuum-filtru.

Se recomandă, pentru evitarea colmatării diferitelor componente ale filtrului, spălarea periodică a pieselor acestuia.

Centrifuga. Utilizarea centrifugelor pentru deshidratarea nămolurilor rezultate de la epurarea apelor uzate și-a mărit frecvența în ultimii ani datorită realizării de utilaje cu performanțe ridicate și eficienței bune de deshidratare, mai ales datorită folosirii polimerilor organici ca agenți de condiționare.

Deshidratarea prin centrifugare poate fi definită ca o decantare accelerată sub influența unui câmp centrifugal mult mai mare decât forța gravitațională. Factorii care influențează sedimentarea centrifugală sunt aceiași ca și la sedimentarea convențională.

Cel mai folosit utilaj de acest tip este centrifuga decantoare. În fig. 9.17 se prezintă schema unei centrifuge decantoare convenționale. Aceasta se compune dintr-un tambur cilindro-conic de forma unui glonț care se învârtă cu o viteză mare și un șnecl elicoidal (transportor) pentru evacuarea turtei; șneclul se învârtă cu o viteză mai mică decât cea a tamburului. Nămolul este pompat printr-o conductă centrală în interiorul tamburului care se învârtă și unde, datorită forței centrifuge este proiectat pe peretele interior al acestuia. Solidele din nămol „se lipesc” de perete, iar lichidul rămâne deasupra. Solidele depuse se evacuează cu ajutorul șneclului. Lichidul lipsit de solide se evacuează din centrifugă pe partea opusă celei pe care se scot solidele.

Utilizarea centrifugelor pentru deshidratare este recomandată datorită următoarelor avantaje: flexibilitate mare în exploatare, grad mare de automatizare, necesar redus de spațiu și personal, productivitate ridicată. Totuși centrifugele au și unele dezavantaje: consum relativ mare de energie, în comparație cu filtrele ($3-6 \text{ kWh/m}^3$ nămol); necesar mare de agenți de condiționare; obținerea unor turturi cu o umiditate mai mare ($70-75\%$); produc mult zgomot și vibrații, necesitând instalarea pe suporti adecvați.

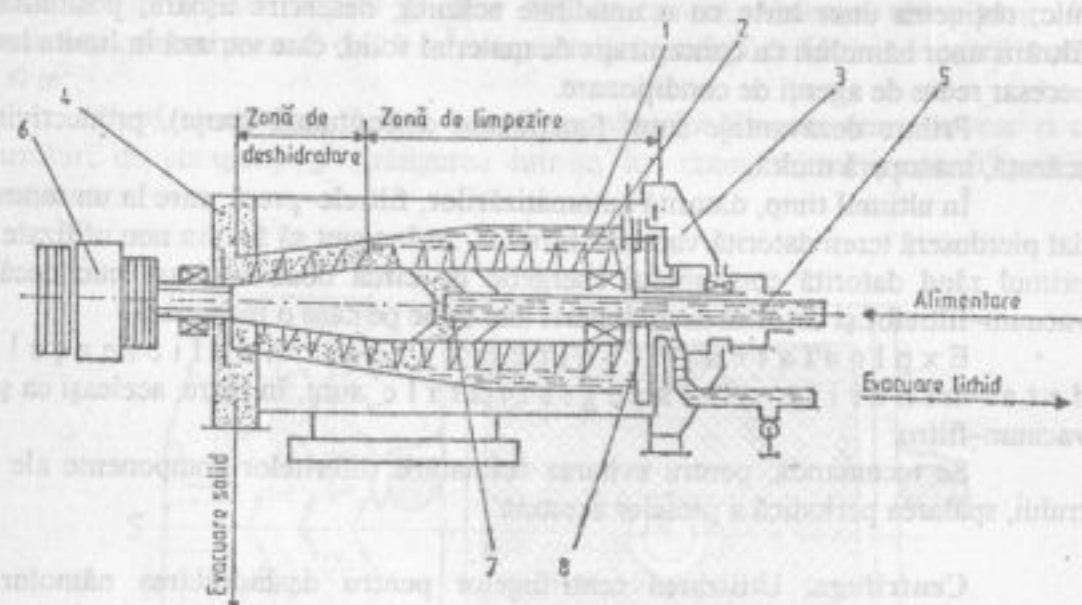


Fig. 9.17. Decantor centrifugal:

1 – tambur, 2 – transportor elicoidal (șnec), 3 – cameră de evacuare lichid, 4 – cameră de evacuare solid, 5 – gură de alimentare, 6 – reductor, 7 – duze, 8 – inel de reglare.

Exploatare și întreținere. Exploatarea în bune condiții a centrifugelor este asigurată de o condiționare satisfăcătoare a nămolului supus deshidratării. Pentru condiționare sunt necesari, în general, polielectroliți organici folosiți în doze relativ mari. Înainte de punerea în funcțiune a centrifugelor, trebuie realizat un mare număr de teste pentru alegerea parametrilor utilajelor. După stabilirea parametrilor de exploatare, aceștia trebuie respectați, pentru realizarea unui cât mai mare grad de recuperare a solidelor.

Creșterea gradului de recuperare a solidelor din nămol se poate realiza prin descreșterea debitelor de alimentare, creșterea consistenței nămolului de alimentare, creșterea temperaturii și a dozei de agenți de condiționare.

Creșterea gradului de deshidratare a nămolului se poate realiza prin scăderea debitului de alimentare sau creșterea temperaturii, chiar și fără adaos de coagulanți.

Când într-o stație de epurare se instalează mai multe centrifuge, este recomandabil ca ele să fie de același tip și cu aceiași parametri, pentru a asigura o mare flexibilitate a exploatarei și întreținerii.

Deranjamente în exploatare. Acestea pot fi diferite.

Evacuarea de nămol prin gura de evacuare a lichidului. Cauze: condiționarea nămolului necorespunzătoare; umiditatea prea mare a nămolului; blocarea șnecului datorită uzurii rulmentului de pe axul central sau slăbirii arcurilor de strângere de pe axul tamburului. Remedierile se fac în felul următor:

- refacerea testelor de condiționare, eventual mărirea dozelor de reactivi sau utilizarea altor agenți de condiționare;
- înlocuirea rulmentului, respectiv a arcurilor.

Evacuarea de lichid tulbure. Cauze: condiționarea necorespunzătoare a nămolului; debitul de nămol de alimentare prea mare; viteza relativă între șnec (transportorul elicoidal) și tambur prea mare; adâncimea de sedimentare prea mică.

Remedierile se fac în felul următor:

- refacerea testelor referitoare la condiționare;
- reducerea debitului de alimentare a nămolului;
- reglarea vitezei relative dintre tambur și șnec;
- utilizarea unui tambur cu diametru mai mare.

Evacuarea de turtă cu umiditate mare. Cauze: unghiul de conicitate a șnecului este prea mic; viteza relativă a șnecului față de tambur este prea mare.

Remedierile se fac prin înlocuirea șnecului cu altul cu o conicitate mai mare și a fuliilor de antrenare cu unele care să asigure o viteză mai mică.

Alunecarea curelei de antrenare pe fulii. Cauze: deteriorarea rulmenților tamburului.

Remediarea se face prin înlocuirea rulmenților defecti.

9.8. Valorificarea și evacuarea finală

Problema valorificării nămolurilor și a depozitării finale a celor care nu-și găsesc în prezent nici o utilizare este deosebit de amplă și complexă, impunându-se pentru fiecare situație găsirea unor soluții și tehnologii adecvate.

Principalele direcții de valorificare a nămolurilor vizează, în principal, valorificarea tehnologică (recuperarea produselor utile în procesele de producție industriale), valorificarea energetică (ca resurse secundare și regenerabile de energie) și valorificarea în producția vegetală și animală (îngrășăminte, amendamente, furaje etc.).

9.8.1. Recuperarea de metale

Cea mai mare parte dintre nămolurile de precipitare provenite de la stațiile de epurare a secțiilor de acoperiri galvanice conțin mari cantități de metale sub formă de hidroxizi. În funcție de procesul tehnologic, acești hidroxizi pot fi: de crom, nichel, cadmiu, zinc, cupru etc.

Cantitatea de nămol care se separă în urma epurării apelor uzate depinde de: sistemul de spălare a pieselor prelucrate, volumul și concentrația sărurilor în apele de spălare, precum și de eficiența proceselor de epurare și prelucrare a nămolului separat.

Recuperarea metalului din nămolurile cu conținut de săruri metalice se poate realiza fie în cadrul unității în care se produce nămolul, fie în unități speciale de profil.

Realizarea recuperării local sau în unități speciale depinde de o serie de factori, cum ar fi: costul investiției necesare recuperării, calitatea produsului obținut în comparație cu exigențele de puritate impuse de tehnologia de bază. În cele mai multe cazuri, pentru întreprinderile mici, recuperarea locală nu este economică; se poate, totuși, pune problema regionalizării prelucrării, prin realizarea unor instalații centralizate pe anumite platforme industriale. În acest caz, o componentă importantă a costurilor o reprezintă transportul.

Valorificarea metalelor din nămoluri se poate face și în întreprinderile metalurgice și chimice, dar în această situație se cere ca nămolul să respecte anumiți parametri de calitate (umiditate, concentrație în elementele utile), care să nu modifice bilanțurile, în special energetice de prelucrare a minereurilor.

9.8.2. Materiale de construcții

O serie de nămoluri conțin produși cu caracter toxic sau inhibitori pentru procesele naturale, motiv pentru care se încearcă fixarea lor prin procedee chimice în materiale solide, care să fie utilizate la anumite construcții. Între acestea sunt: nămolurile cu conținut de metale (crom, nichel etc.), sub limita la care recuperarea ar fi economică, nămolurile din industria de preparare carboniferă, cenușa de termocentrale etc.

Șlamul de carbid depozitat în halde poate fi utilizat ca înlocuitor al varului, întrucât are un conținut ridicat de oxid de calciu. Din nămolul cu conținut de fibre de celuloză rezultat din epurarea apelor uzate din industria celulozei și hârtiei, în amestec cu deșeuri de cauciuc sau nămol cu polimeri organici, se pot obține asfalturi.

9.8.3. Valorificarea agricolă

În cadrul unei stații de epurare se dispune de mai multe surse de nămol ce se pot valorifica pentru agricultură: nămol în stare lichidă, nămol deshidratat, nămol uscat, cenușă de la incinerarea nămolului.

Aceste nămoluri conțin cantități diverse de substanțe și elemente utile pentru agricultură: materie organică, elemente fertilizante (N, P, K) și microelemente (fier, mangan, cupru, molibden etc.). În același timp, nămolurile pot conține și o serie de elemente și substanțe nedorite, care, depășind o anumită concentrație, pot deveni dăunătoare atât pentru sol și plante, cât și pentru apele de suprafață și subterane. În această categorie intră metalele toxice, microorganismele patogene și compușii organici persistenti.

Din punct de vedere al provenienței apei uzate, sunt recomandate și utilizate pentru agricultură următoarele categorii de nămoluri și dejecții: nămoluri de la epurarea apelor uzate de la fabricile de lapte și produse lactate, de conserve de carne și legume, de băuturi răcoritoare, zahăr, amidon, glucoză, spirt, drojdie, bere, precum și de la abatoare, topitorii de in și cânepă, tăbăcării și ferme de animale.

Unele dintre aceste nămoluri pot fi utilizate în sprijinul producției vegetale, fără a impune măsuri deosebite de protecție a mediului înconjurător, fiind lipsite de substanțe toxice sau microorganisme patogene; este cazul apelor uzate și al nămolurilor din industria alimentară, spirt, drojdie, fabrici de zahăr etc.

Pentru alte categorii, ca dejecții de la ferme zootehnice, de la tăbăcării, amestec de ape uzate industriale și menajere, se pune problema adoptării de măsuri și tehnologii adecvate pentru diminuarea riscului.

Pentru înlăturarea pericolului de infectare a solului, culturilor, apelor freactice etc. cu germeni patogeni, ouă de paraziți etc. prin utilizarea nămolului ca fertilizant agricol, trebuie luate o serie de măsuri de micșorare a potențialului infecțios.

Posibilitatea de diminuare sau distrugere a potențialului infecțios se poate grupa în două categorii:

— sterilizarea sau distrugerea tuturor speciilor de microorganisme, realizată prin incinerare, condiționare termică la temperatură și presiune ridicate, sau deshidratare termică la temperaturi de peste 100 °C;

— dezinfectia sau decontaminarea, realizată prin distrugerea germenilor patogeni prin pasteurizare, iradiere și tratare cu agenți chimici, la valori extreme ale pH-ului (sub 2 sau peste 12).

Cercetările efectuate pe diferite tipuri de nămol pun în evidență faptul că fermentarea anaerobă și stabilizarea aerobă conduc și la diminuarea potențialului patogen al nămolurilor, dar nu suficient pentru a permite utilizarea lor fără riscuri pentru mediul înconjurător. În tabelul 9.6 sunt prezentate date referitoare la supraviețuirea unor organisme după fermentarea anaerobă.

Supraviețuirea unor organisme în fermentarea anaerobă a nămolurilor

Tabelul 9.6

Denumirea microorganismului	Durata de fermentare, zile	Gradul de îndepărtare, %	Observații
<i>Entamoeba histolytica</i>	12	100	Reducere importantă la 20 °C
<i>Salmonella</i>	20	92	La 6 zile durată de reținere, reducere de 85%
<i>Bacili Koch</i>	35	85	Nu pot fi distruși complet prin fermentare
<i>Escherichia coli</i>	49	100	Reduceri importante la 37 °C, aproape același efect în 14 zile la 22 °C

Igieniștii nu pretind o sterilizare completă a nămolului și consideră suficientă dezinfecția ce se poate realiza prin câteva procedee, în funcție de modul de utilizare a nămolului (lichid sau deshidratat).

Pasteurizarea. Aceasta constă în încălzirea nămolului înainte sau după fermentare la o temperatură de 80...90 °C. Încălzirea se poate face cu vaporii de apă sau cu arzătoare imersate, utilizând chiar gazul de fermentare. Arderea gazului direct în masa de nămol conduce la o utilizare economică a acestuia, valorificând circa 95-99% din energia acestuia.

Obținerea unei pasteurizări de calitate depinde de temperatura la care se face și de durata operației, cei doi parametri fiind într-o strânsă corelare.

Distrugerea germenilor patogeni și a paraziților poate avea loc și ca urmare a uscării nămolului.

Iradieria. Dezinfecția nămolului se poate realiza și prin utilizarea efectului sterilizant al radiațiilor. Ca sursă de iradiere sunt utilizate elementele Co-60 și Ce-137. Determinările practice au arătat că prin acest procedeu se poate distruge, practic, orice agent patogen. Aplicarea metodei este relativ simplă, dar sunt necesare măsuri deosebite pentru protecția mediului și a personalului împotriva radiațiilor. Astfel, iradierea se poate realiza într-un tunel subteran acoperit cu dale din beton masiv. Costul operației este în relație directă cu costul sursei radioactive, procedeu nefiind rentabil decât dacă se dispune de izotopi radioactivi în cantitate mare și la un preț redus.

Stabilizarea biologică termofilă. Se poate utiliza fie procedeul termofil anaerob, fie procedeul mixt aerob-anaerob.

Procedeul termofil anaerob este identic cu cel de fermentare anaerobă, mezofilă, cu diferența că temperatura în reactor trebuie să rămână între 50 și 56 °C.

Construcțiile, instalațiile și echipamentele sunt omoloage doar pentru fermentarea anaerobă mezofilă a nămolului.

Procedeul mixt aerob-anaerob se utilizează pentru nămolul cu conținut de substanță uscată de 3-4%. Nămolul este aerat pentru a declanșa descompunerea aerobă și căldura produsă din descompunere mărește sensibil temperatura nămolului.

Echipamentul necesar pentru stadiul aerob al procedurii este similar cu aeratoarele din treapta cu nămol activ, care în afară de aportul de oxigen trebuie să asigure și un amestec bun al nămolului.

Tratarea cu var. Prin tratarea nămolului cu var la valori ale pH-ului de 12, se poate asigura o dezinfecție practic totală. În cazul acestei metode, nu mai este necesară nici o substanță de dezinfecție.

Compostarea. Este un procedeu de mineralizare naturală a substanței organice conținute în nămol și în alte reziduuri organice, cu ajutorul microorganismelor realizându-se, în final, un material inofensiv, cu volum mic și greutate redusă, ce poate fi utilizat fără dificultate din punct de vedere igienic ca îngrășământ agricol.

Dacă procesul de mineralizare declanșat și întreținut de bacterii și ciuperci dispune de suficient oxigen din aerul atmosferic, el are loc în condiții aerobe, fără degajare de mirosuri neplăcute. Deoarece procesul are loc la o temperatură de circa 70 °C, are loc o diminuare avansată a potențialului patogen și o igienizare a materialului.

În general, compostarea se practică pentru un amestec de nămol din stații de epurare cu gunoarie menajere, în rapoarte convenabile.

POMPAREA APELOR UZATE. STAȚIILE DE POMPARE

Pentru transportul apelor uzate și nămolurilor în cadrul stațiilor de epurare biologică se folosesc, în cele mai multe situații, pompele. Pompele se pot clasifica după mai multe criterii.

După materialul transportat:

- pompe pentru ape uzate brute;
- pompe pentru nisip;
- pompe pentru nămol brut, fermentat, în exces, recirculat;
- pompe pentru alimentarea filtrelor biologice și a bazinelor cu nămol

activ.

După condițiile de pompare:

- pompe de înaltă presiune;
- pompe de joasă presiune;
- pompe de recirculare;
- pompe de mare capacitate.

După principiul de funcționare:

- pompe centrifuge – orizontale sau verticale;
- pompe cu piston;
- pompe cu diafragmă;
- pompe cu aer comprimat.

Alegerea unui anumit tip de pompă depinde de materialul care trebuie pompat, de condițiile de pompare și de rezultatele care trebuie obținute. După alegerea utilajului este necesară elaborarea unui plan de întreținere și de exploatare, adaptat caracteristicilor utilajelor și condițiilor de pompare.

Atât proiectanții cât și operatorii dau o mare atenție garanției de funcționare a pompelor. Multe stații de pompare au pompe de rezervă, pentru a asigura o funcționare continuă în situația defectării utilajului principal. Totodată, se prevăd echipamente, dispozitive și montaje, care măresc siguranța în exploatare, cum ar fi: echipamente antiex, instalații de ventilație cu comandă manuală sau automată, separarea rezervoarelor de recepție etc. Pentru a se evita manevrele manuale, este din ce în ce mai mult aplicată automatizarea întregii stații de pompare.

10.1. Exploatarea normală și întreținerea

Pentru a obține o eficiență cât mai bună a stațiilor de pompare, trebuie ca pompele să fie astfel alese încât debitul lor de refulare să fie cât mai apropiat de debitul influent rezervorului de recepție. Alegerea atentă a pompelor, pornirea și oprirea lor, respectiv perioadele de funcționare, fac parte din reglările ce trebuie efectuate, pentru a reduce la minimum uzura echipamentului și a dispozitivelor de comandă și pentru a îmbunătăți eficiența epurării în stație. Din analiza diagramelor de debit și din observațiile efectuate în decursul exploatarea pompelor, se pot stabili operațiile necesare pentru o funcționare cât mai rațională a pompelor. Printr-o atentă alegere a pompelor și prin reglarea comenzilor acestora, se poate menține debitul de pompare în limita unei variații de 20% din debitul de intrare în stație.

Pentru o funcționare sigură și eficientă, pompele trebuie protejate de materialele abrazive și de obiectele care pot să producă avarii sau să micșoreze debitul pompat. Majoritatea apelor uzate, chiar și acelea provenite din rețelele de canalizare în sistem separativ bine construit, conțin cantități însemnate de nisip și alte materiale groșiere. Acolo unde este posibil, pompele de apă uzată trebuie să fie amplasate după o instalație de înlăturare a nisipului. Pompele trebuie, de asemenea, precedate de instalații și dispozitive pentru îndepărtarea anumitor materiale, cum ar fi: cârpele, frunzele, lemnele, resturile de metale care pot înfunda sau avaria pompele, conductele și vanele.

Rezervorul de recepție. În mod obișnuit, apa uzată este aspirată de către pompe dintr-un rezervor de recepție. Pentru o funcționare normală a pompelor, rezervorul de recepție trebuie să fie dimensionat corect. Dacă acest rezervor este prea mare, materiile în suspensie se depun pe radier și vor începe să se descompună, producând mirosuri neplăcute, creând, în același timp și condiții necorespunzătoare pentru epurarea apelor în celelalte instalații ale stației de epurare. Timpul de trecere prin rezervorul de recepție poate fi redus, reglând nivelele de comandă a pompelor, astfel încât diferența dintre nivelul de pornire și de oprire a pomparii să fie cât mai mică. Dacă această operație nu reduce suficient de mult timpul de trecere, se poate reduce secțiunea transversală a rezervorului de recepție, construind un perete despărțitor dintr-un material potrivit.

Dacă radierul rezervorului de recepție nu are o pantă suficientă către pâlnia de sub sorbul pompei, se acumulează, de asemenea, nămol pe radier, care produce aceleași neplăceri. Curățirea nămolului din timp în timp nu este o soluție radicală; este mai bine să se execute o pantă convenabilă din beton de pantă.

Pe lângă materialele care se depun pe radier, în rezervorul de recepție se acumulează și grăsimi. Acestea pot, uneori, să conducă la deranjamente în exploatarea pompelor, fie prin înfundarea conductelor sau a pompei, fie prin împiedicarea bunei funcționări a sistemului de comandă al pompelor prin flotor etc. Pentru a nu

permite acumularea grăsimilor, pereții rezervorului trebuie spălați cu jet de apă, ori de câte ori este necesar. Pentru îndepărtarea radicală a grăsimilor din rezervorul de recepție este necesară golirea completă a acestuia.

Rezervoarele de recepție trebuie să fie bine ventilate, deoarece se pot acumula gaze și pot avea loc explozii.

Cu toate măsurile care se iau în stațiile de pompare, de ventilație a rezervoarelor de recepție, de utilizare a unor motoare antiex, de separare a motoarelor de spațiile în care se acumulează gaze explozive etc., nu sunt excluse posibilitățile de accidentare. De aceea, un rol deosebit în combaterea accidentelor îl joacă prudența operatorului (vezi tehnica securității muncii, capitolul 11).

Întrucât în marea majoritate a stațiilor de pompare se utilizează pompele centrifuge se dau, în continuare, câteva recomandări privind întreținerea acestora.

Lubrifierea și etanșarea pompelor pentru apele uzate se fac cu apă. Dispozitivele de etanșare și lubrifiere cu apă trebuie să funcționeze la o presiune cu aproximativ 150–350 g/cm² mai mare decât presiunea de refulare a pompei. Dacă presiunea apei disponibile este prea mare, se poate folosi un ventil de reducere; dacă presiunea este prea mică, este necesară o pompă auxiliară. Apa dispozitivului de ungere nu trebuie luată niciodată direct de la o sursă de alimentare cu apă potabilă, pentru a se evita infectarea acesteia; în scopul înlăturării acestei posibilități se folosește un vas tampon.

Carcasele presetupelor trebuie controlate periodic, pentru a se urmări modul în care se evacuează apa de etanșare și lubrifiere. Când pompa funcționează, este necesară o evacuare continuă a apei din carcasa presetupeii, pentru a menține garnitura rece și în bune condiții. Dacă scurgerea este prea rapidă, garnitura trebuie strânsă, dacă nu există scurgere, trebuie lărgită. Garniturile nu trebuie, totuși, strânse prea mult; strângerea lor trebuie făcută în așa fel, încât să se permită o rotire ușoară și forțată a axului pompei, cu mâna. Dacă după strângere se remarcă încă o scurgere excesivă de apă, înseamnă că garnitura este arsă ori uzată sau axul este uzat.

Toate garniturile trebuie înlocuite în mod regulat, pentru a preveni uzarea axului sau a cuzinețelor.

Transmiterea mișcării—de la motor la pompă se face prin curele trapezoidale. În aceste cazuri, roțile de transmisie trebuie să fie într-o aliniere perfectă, întrucât o dezaxare, chiar ușoară, poate duce la scurtarea duratei de funcționare a curelei și, în același timp, la creșterea consumului de energie. Reglarea trebuie să fie astfel făcută încât cureaua să nu alunece.

Pompele, motoarele și dispozitivele de transmisie trebuie unse cu ulei și gresate, conform recomandărilor uzinei producătoare. Nu trebuie pus uleiul în carcasa în timp ce axul pompei se rotește, deoarece acțiunea de rotație a rulmenților va reține o cantitate mare de ulei, care se va scurge când pompa se va opri, rezultând o cantitate mare de ulei în jurul axului sau în jurul cuvei de ulei.

Înainte de a porni pompa, aceasta trebuie unsă. Se controlează apoi alinierea dintre axul pompei, al motorului și cel al cuplajului elastic. Axul trebuie să se rotească după ungere și aliniere cu ușurință dacă este învârtit cu mâna. Dacă transmisia este asigurată prin curele, trebuie să se controleze alinierea roților și să se verifice întinderea curelelor. Se verifică caracteristicile curentului, care trebuie să fie aceleași cu ale motorului; se controlează firele de legătură. Trebuie să se verifice dacă dispozitivul de pornire nu se încălzește. Se determină sensul de rotație al motorului printr-un contact de foarte scurtă durată, pentru a fi siguri că aceasta va acționa pompa în concordanță cu săgețile indicatoare. Dacă se folosesc pompe auxiliare de ungere cu apă sau sisteme de amorsare cu vid, acestea trebuie pornite. În sfârșit, trebuie ca toate vanele de pe conductele de aspirație și refulare să fie deschise.

Amorsarea se face la orice pompă, înainte de pornire; pentru aceasta pompa se umple cu apă sau cu apă uzată. În unele situații sunt prevăzute posibilități de amorsare automată. Dacă ele nu există, este necesar să se evacueze aerul din carcasa și, pentru aceasta, majoritatea pompelor sunt prevăzute cu un robinet. Aerul este evacuat cu apa curată sau cu apa uzată; operația de evacuare se termină, atunci când prin robinetul din carcasa începe să curgă apa, după care robinetul se închide. Aproape toate pompele se pornesc cu vana de pe conducta de refulare deschisă. Excepție fac cazurile în care există lovituri de berbec sau apar perturbații ale vitezei de scurgere, sau când motorul nu are suficientă rezervă de putere. Uneori, nu există clapete de reținere pe conducta de refulare. În acest caz, este necesar să se pornească pompa și apoi să se deschidă vana de refulare. Acolo unde nu există mai multe pompe care refilează în aceeași conductă, este esențial să se pornească mai întâi pompa și apoi să se deschidă vana de refulare.

După pornirea pompei, se controlează din nou dacă sensul de rotație este corect; se verifică presetupele, pentru a se observa dacă ungerea și etanșarea se realizează în mod corespunzător (vezi mai sus); se controlează rulmenții și lagărele și se urmăresc să nu se încălzească ca urmare a unor deficiențe de ungere. Cuplajul elastic nu trebuie să facă zgomot; dacă totuși face, acest lucru se datorează fie nealinerii între axele motorului și pompei, fie unor dereglări. Se verifică conductele spre a nu avea pierderi de lichid.

Oprirea pompei se realizează prin deconectarea motorului de la rețeaua electrică; se închid apoi toate vanele de pe conductele de aspirație, refulare și ungere cu apă; se golește pompa prin deschiderea robinetelor de aer și de golire. În conducte nu trebuie să rămână nămol, întrucât gazul produs de fermentarea acestora le poate deteriora.

În timpul opririi se controlează amănunțit pompa și lagărele și se fac intervenții de întreținere, cum ar fi: schimbarea uleiului și înlocuirea garniturii. Pentru a schimba uleiul se golește carcasa lagărului și se toarnă ulei proaspăt.

Înlocuirea garniturii se face după ce se demontează piulițele, șuruburile de strângere și presetupele, conform cu indicațiile firmei producătoare. Se scoate apoi vechea garnitură și inelul de ungere din cutia de garnitură și se curăță atent cutia și axul. Înainte de a monta noua garnitură, inelele trebuie înmuiate în ulei greu. Un inel de garnitură trebuie montat dintr-o dată, prin alunecare ușoară și batere la locul său. Trebuie să se pună numărul corect de inele de garnitură în fața și în spatele inelului de curgere, în așa fel încât acesta să fie în dreptul intrării dispozitivului de etanșare cu apă.

Pentru realizarea unui montaj corect se poate nota numărul de inele de garnitură care au fost înlocuite, sau se măsoară adâncimea carcasei. Tăieturile inelelor trebuie să fie decalate, pentru a asigura o etanșare perfectă. După montare, inelele de garnitură sunt strânse ușor pe capul de reglare, pentru a forma un tot în carcasa garniturii. Garniturile presetupelor trebuie să intre în cutie cu cel puțin 3 mm, pentru a împiedica blocarea garniturilor; acestea vor trebui să preseze sau să atingă axul.

Presetupele trebuie aranjate așa cum s-a arătat anterior, astfel încât să nu zgârie axul. În cazul etanșărilor cu apă, trebuie aranjat în așa fel încât să existe o scurgere neînsemnată de lichid.

Comanda automată a pompelor se poate face, în unele situații, printr-un sistem cu flotori și electrozi. Pentru a se asigura o funcționare cât mai bună a pompei, trebuie făcut un control periodic al sistemului de comandă, cel puțin o dată pe săptămână.

Se contolează dacă:

— creșterea nivelului apei în rezervorul de recepție declanșează comenzi corespunzătoare;

— instalația pornește când comutatorul cu flotor sau sistemul cu electrod face contact și dacă pompa se oprește când nivelul apei în rezervorul de recepție ajunge la nivelul prevăzut;

— viteza motorului crește repede și se menține astfel;

— utilizarea motorului cu perii nu conduce la scânteieri prea dese în timpul pornirii și în timpul mersului.

Echipamentul folosit pentru acționarea pompelor constă în motoare electrice sau motoare cu combustie internă. În general, se întrebuintează motoare electrice de tip sincron și de inducție; excepție fac instalațiile de pompare foarte mari. Motoarele sincron au avantajul că lucrează cu viteze constante. Motoarele trifazice cu inducție scurtcircuitată sunt, și ele, mult întrebuintate; aceste motoare sunt ușor de întreținut; în condiții medii de funcționare, ungerea lagărelor din fabrică poate dura circa 1 an. În legătură cu ungerea motoarelor, trebuie amintit că prea mult material de gresare poate conduce la defectarea lagărelor și la distrugerea bobinajului.

Echipamentul pentru comanda pornirii pompelor de apă uzată și pentru protejarea motoarelor electrice utilizează o mare varietate de aparataj electric. Cel mai simplu tip de instalație de comandă constă dintr-un flotor cu contragreutate, care acționează cu întrerupător. Când flotorul este ridicat de apa uzată la un nivel dinainte stabilit, este declanșat un comutator, pentru pornirea pompei, iar când nivelul apei scade, atingând o anumită poziție, întrerupătorul cu flotor oprește pompa. Timpul necesar fiecărui ciclu și durata dintre cicluri depind de viteza de pompare și de debitul apei uzate.

Când se folosesc dispozitivele de pornire speciale, comutatori de deconectare și întrerupători de circuit, aceștia trebuie instalați în conformitate cu normele tehnice referitoare la acest aparataj. În cazul motoarelor mari, uzina furnizoare de electricitate pretinde, adesea, montarea de dispozitive de oprire care să nu supraîncarce linia.

Stațiile de pompare mari ar fi avantajoase economic, dacă ar dispune de un atelier propriu de reparații, bine utilat și cu personal calificat corespunzător. Pentru stațiile mai mici, asemenea probleme se pot rezolva la alte ateliere. În afară de aceasta, majoritatea fabricilor de pompe au secții de reparații, unde pompele pot fi complet recondiționate.

Atelierul de reparație a pompelor trebuie să dispună, de obicei, de: strunguri, un aparat de sudură, mașină de găurit și burghie, ferăstrău mecanic, utilaje de tăiere cu flacăra, manometre, polizoare, prese, dispozitive de decapare cu nisip, presă de montarea și demontarea pieselor, unelte de tăiat metale etc.

10.2. Deficiențe de exploatare

Sunt prezentate, în continuare, principalele deficiențe de funcționare a pompelor și majoritatea cauzelor care determină defectarea sau eficiența redusă de funcționare a acestora. Remediul este sau evident, sau poate fi dedus prin descrierea cauzelor.

Pompa nu pornește. Cauzele pot fi:

— arderea siguranțelor deoarece:

- reglarea siguranțelor este incorectă;
- contactele întrerupătoarelor sunt corodate sau scurtcircuitate;
- legăturile terminale sunt desfăcute sau rupte undeva pe circuit;
- mecanismul de comandă automat nu funcționează bine;
- motorul este scurtcircuitat sau ars;
- montajul sau legarea firelor este incorectă;
- întrerupătoarele nu sunt așezate pentru funcționare;
- contactele comenzilor sunt murdare și scânteiază;

- siguranțele sau fuzibilele sunt prea calde;
 - firele sunt scurtcircuitate;
 - axul este gripat sau blocat, din cauza frecării rotorului, a presetupelor strânse sau a înfundării pompei.
- legătura electrică sau siguranța fuzibilă este desfăcută.

Viteză redusă de refulare. Cauzele pot fi:

- pompa nu este amorsată;
- amestec de aer în apa de canal;
- viteza motorului este prea mică;
- instalația electrică este necorespunzătoare;
- motorul este defect;
- înălțimea de refulare este prea mare;
- aspirație mai mare decât s-a anticipat;
- rotorul este înfundat;
- conducta de refulare este obturată;
- sensul de rotație al pompelor este greșit;
- aerul pătrunde în conducta de aspirație sau în cutia garniturilor;
- intrarea în conducta de aspirație este prea sus, permițând aerului să pătrundă înăuntru;
- vane parțial sau în întregime închise;
- vanele de control sunt blocate sau înfundate;
- reglarea incorectă a rotorului;
- rotorul este deteriorat;
- garnitura este uzată sau defectă;
- rotorul se învârtă în jurul axului, din cauză că este ruptă pana;
- cuplajul flexibil rupt;
- pierderea aspirației în timpul pompării, cauzată de pierderile din conductele de aspirație, etanșarea necorespunzătoare cu apă sau lubrifiant, aspirația prea înaltă sau existența aerului sau a unui gaz în apa de canal.

Consum de energie prea mare. Cauzele pot fi:

- viteza de rotație prea mare;
- înălțimile de funcționare mai mici decât cele pentru care a fost proiectată pompa, rezultând depășiri de debite pompate;
- clapetele de reținere deschise, golind conducta forțată principală înapoi în bazinul de aspirație;
- greutatea specifică sau viscozitatea lichidului pompat prea ridicată;
- pompa înfundată;
- roțile curelelor de transmisie greșit aliniate sau greșit reglate;

- axul pompei curbat;
- piesele care se rotesc gripate;
- garnituri prea strânse;
- cuzineți uzați sau gripați;
- rotoarele freacă.

Pompa face zgomot. Cauzele pot fi:

- pompa nu este complet amorsată;
- aspirația este înfundată;
- aspirația nu este scufundată;
- pompa nu este bine unsă;
- rotoarele sunt uzate;
- solicitarea pompei, deoarece conductele legate de pompă sunt ne-sprizinite.
- fundația este mică;
- defecțiuni mecanice în pompă.

10.3. Înregistrări și rapoarte

Toate stațiile de pompare ar trebui să fie dotate cu aparate de înregistrare a debitului. Când se folosește un contor electric de măsurat separat, consumul electric trebuie înregistrat zilnic.

Înregistrările cele mai utile pentru operator sunt:

- diagramele zilnice ale debitului;
- debitul zilnic total (de la totalizator);
- energia electrică folosită.

După examinarea diagramelor de debit și a consumului de energie, operatorul poate să determine:

- debitul apelor uzate în orice moment;
- randamentul dat de fiecare pompă separat sau în combinație cu alte pompe;
- dacă apar sau au apărut condiții neobișnuite de funcționare;
- dacă trebuie făcute unele modificări pentru reglarea debitelor de scurgere, prin schimbarea succesiunii de funcționare a pompelor, eliminarea sau înlocuirea uneia dintre pompe, schimbarea nivelelor de pornire sau de întrerupere a pompelor sau schimbarea suprafeței secțiunii transversale a bazinului de aspirație;
- cantitatea de apă uzată pompată pe kWh. Acest lucru este util, în special când se fac comparații pe perioade lungi, pentru a determina modificarea eficienței pompei. Creșterea consumului de putere pe unitatea de volum pompat poate să fie consecința oricărei deficiențe semnalate.

Debitul total zilnic și debitele de pompare maxime și minime ale stației principale de pompare trebuie înregistrate împreună cu celelalte date ale stației.

ORGANIZAREA EXPLOATĂRII ÎN STAȚIILE DE EPURARE

Stațiile de epurare funcționează pe baza unor procese mecanice, chimice și biologice. Buna desfășurare a acestor procese trebuie asigurată printr-o exploatare și întreținere conștiincioase. Conducerea operațiilor de exploatare trebuie încredințată unui personal bine pregătit profesional, care să cunoască instalațiile pe care le mănuieste.

Organizarea activității unei stații de epurare trebuie să fie îndreptată spre obținerea unui randament maxim posibil al epurării, respectiv, realizarea gradului de epurare impus la toți indicatorii, în condițiile desfășurării unui proces tehnologic normal.

O stație de epurare, chiar dacă este proiectată și executată fără nici o greșală, nu poate avea o eficiență corespunzătoare fără a fi exploatată și întreținută corect. Pentru asigurarea exploatării și întreținerii corecte, este necesară aplicarea unui complex de măsuri prin care se poate defini utilizarea exploatării.

Principalele aspecte ale asigurării producției într-o stație de epurare a apelor uzate se pot clasifica în felul următor:

- organizarea locului de muncă;
- organizarea personalului;
- dotarea tehnico-materială;
- dotarea cu material documentar;
- măsurători și analize;
- evidența și rapoarte de exploatare;
- măsuri de tehnica securității muncii;
- organizarea lucrărilor de întreținere și reparații;
- evidențe tehnico-economice.

11.1. Organizarea locurilor de muncă

În general, o stație de epurare se întinde pe o suprafață destul de mare. În ansamblu, stația se compune din:

- rețele de canale exterioare și interioare;
- corpuri de clădiri tehnologice;
- corpuri de clădiri anexe (atelieri, magazine, laboratoare, pavilion dispecer etc.);

— obiecte tehnologice amplasate în aer liber (decantoare, filtre biologice, bazine de aerare, platforme de uscare a nămolului, bazine de distribuție a apelor uzate, deversoare etc.).

Pentru ca personalul de exploatare să poată executa nestânjenit toate operațiile menite a asigura funcționarea normală, se prevăd:

— platforme de lucru la grătare, deznisipatoare, bazine de fermentare, decantoare etc.;

— scări de acces la bazine sau la rezervoare, acoperișuri etc.;

— spații libere de trecere.

Pentru protejarea personalului se realizează:

— acoperirea unor spații de lucru, acolo unde este posibil;

— balustrade de protecție, paravane, plase protectoare;

— iluminatul corespunzător atât al încăperilor cât și al obiectelor amplasate în aer liber;

— încălzirea și ventilația spațiilor închise de lucru (hale, depozite, săli de laborator, birouri etc.).

Personalul de exploatare trebuie să aibă posibilitatea de a interveni operativ în oricare punct al stației de epurare. În acest scop, se prevăd spații suficiente între utilaje și părțile de construcție. De asemenea, linia de tratare a apelor uzate se va face distinctă (separată) de cea a nămolurilor, astfel încât să se reducă la minimum încrucișările de canale și conducte.

Se va acorda atenție problemei afișajului la locul de muncă; astfel se vor prevedea:

— afișe de protecția muncii și plăci avertizoare la locurile de muncă;

— plăci cu indicații ajutătoare efectuării unor manevre;

— schema de funcționare și marcarea unor puncte importante (cote, niveluri de apă, racorduri etc.).

11.2. Organizarea personalului

Schema personalului de exploatare se întocmește de către proiectantul lucrărilor. Această schemă este în funcție de:

— importanța și mărimea stației;

— gradul de automatizare;

— situația stației de epurare într-un complex existent.

În general, schema unei instalații de epurare poate cuprinde:

— un șef de stație cu calificare tehnică corespunzătoare;

— maiștri, șefi de tură (schimb);

— mecanici de schimb;

— instalatori electricieni;

- muncitori operatori;
- personal de laborator (chimisti, tehnicieni, laboranți);
- personal auxiliar (mecanici și instalatori la ateliere anexă, pentru curățenie etc.);
- personal de pază.

În funcție de mărimea stației de epurare se organizează și schimburi de lucru. Astfel, la stațiile mici se lucrează în 1-2 schimburi de câte 8 ore, iar la cele importante se asigură 3 schimburi a câte 8 ore.

În cadrul stației se pot organiza mai multe echipe de muncitori, conduse de un șef de echipă. Aceste echipe se pot grupa, de exemplu, pe următoarele obiecte:

- grătare, deznisipatoare, separatoare de grăsimi etc.;
- decantoare, filtre biologice și stații de pompare a nămolului;
- rezervoare de fermentare, gazometre și platforme de uscare a nămolurilor;
- instalații de precipitare și neutralizare;
- rețele exterioare și interioare de canal, apă, curent electric etc.;
- ateliere și anexe.

Repartizarea echipelor pe obiecte se face diferențiat, în funcție de condițiile speciale și de schema fiecărei stații de epurare în parte.

În tabelul 11.1 este prezentată o listă cu personalul necesar pentru o stație de epurare de 1500 l/s.

Tabelul 11.1

**Personalul necesar deservirii unei stații de epurare de 1500 l/s
(conform prevederilor din „Buletinul de documentare
și informare I.S.L.G.C. - 1987“)**

Structura personalului	Repartizarea pe schimburi			Total
	Schimbul I	Schimbul II	Schimbul III	
Inginer	1	—	—	1
Chimist	1	—	—	1
Biolog	1	—	—	1
Maistru principal	1	—	—	1
Maistru	1	1	—	2
Tehnician	1	—	—	1
Laborant	7	3	1	11
Mașinist	10	4	2	16
Muncitor calificat	13	7	3	23
Muncitor necalificat	12	5	4	21
Total personal	48	20	10	78

11.3. Dotarea tehnico-materială

Procesul tehnologic al epurării apelor uzate solicită folosirea unei game foarte variate de unelte de exploatare, materiale, reactivi, piese de schimb etc.

Stațiile de epurare trebuie să fie dotate cu cele mai potrivite unelte și dispozitive de lucru. Lipsa acestora sau folosirea unor unelte improvizate, necorespunzătoare, conduc la o exploatare incorectă, nerațională a instalațiilor.

Printre uneltele cel mai frecvent folosite într-o stație de epurare, se menționează:

La grătare:

- cupă cu mâner (cancioc) prevăzută cu orificii pentru scurgerea apei, folosită la scoaterea materiilor reținute în fața grătarului;
- greble, lopeți, răngi de oțel, benzi transportoare, vagonete folosite pentru curățirea și manipularea reținerilor pe grătare;
- furtun de cauciuc, folosit pentru menținerea în stare curată a spațiului de lucru.

La decantoarele primare:

- plasă pentru înlăturarea materiilor plutitoare;
- lopată specială pentru înlăturarea de la suprafața apei a spumei;
- dispozitiv cu lanț și răzuitor pentru curățirea fantei;
- dispozitiv de sondat nivelul nămolului din decantoare, putând fi folosit și pentru determinarea nivelului nisipului depus pe deznisipatoare;
- pompă specială pentru măsurarea nivelului nămolului depus (prin luarea de probe și determinări de laborator).

În afară de aceste unelte se mai folosesc: cârlige, lopeți, perii, dispozitive pentru agitarea nămolului, autocisterne, autovidanțe, unelte pentru desfundarea conductelor și canalelor etc.

Pentru asigurarea continuității procesului tehnologic al epurării, stația trebuie să fie permanent aprovizionată cu reactivii necesari, ca de exemplu: acid clorhidric, sulfat feros, sulfat de aluminiu, clorură ferică, clorură de var, clor gazos (butelii), var bulgări, material filtrant etc.

De asemenea, pentru întreținere stația se aprovizionează cu: ulei, petrol, vaselină, piese de schimb, lemn de construcții etc.

Dotarea cu material documentar. Conducerea operațiilor de exploatare a unei stații de epurare se face pe baza regulamentului de exploatare avizat de organele în drept.

Regulamentul de exploatare cuprinde elementele cu privire la:

- procesul tehnologic de formare a apelor uzate și al epurării acestora;
- punerea în funcțiune a stației;

- lucrările de întreținere;
- sarcinile personalului de exploatare;
- măsurătorile și analizele necesare controlului funcționării;
- evidențele și rapoartele de funcționare;
- măsurile de protecția muncii și igienă.

În afară de regulamentul de exploatare, apare necesitatea ca o stație să fie dotată cu:

- normative de protecția și igiena muncii;
- normative P.C.I.;
- standarde de stat;
- cărți și reviste de specialitate etc.

11.4. Măsurători și analize

Se impune ca șeful unei stații de epurare să cunoască în permanență randamentul de funcționare a instalațiilor de epurare, să știe unde și când este nevoie de intervenția personalului pentru diverse manevre sau înlăturarea unor deficiențe.

Ca atare, este necesară efectuarea unor măsurători și analize, care să indice ce a realizat stația (în ansamblu și pe fiecare unitate în parte) în epurarea apelor uzate, furnizând în același timp și informațiile necesare privind efectul efluentului stației asupra cursului de apă receptor. În capitolele anterioare au fost prezentate analizele care trebuie efectuate pentru urmărirea exploatării fiecărui utilaj și obiect din stație.

În cadrul stațiilor de epurare mari, numărul analizelor fiind ridicat, se impune utilizarea metodelor moderne de prelucrare a acestora; aceste metode sunt similare celor folosite la prelucrarea datelor obținute în stațiile de tratare a apelor.

11.5. Evidențe și rapoarte în exploatare

Evidențele și rapoartele periodice de exploatare au o mare importanță în cadrul organizatoric al unei stații de epurare. Datele înscrise servesc:

- personalului de exploatare, ca ghid în reglarea, corectarea și, eventual, modificarea instalațiilor;
- aprecierii periodice a gradului în care stația de epurare realizează indicatorii stabiliți;
- organelor de control, pentru verificarea modului în care este condusă exploatarea.

Este necesar ca înscririle în aceste evidențe și rapoarte să se facă cu regularitate și neapărat conforme cu realitatea. Nu este admis să se scrie date false,

eronate, care ar putea conduce la concluzii greșite în ce privește capacitatea stației de a epura într-un grad corespunzător apele uzate cu care este încărcată.

11.6. Măsuri de tehnica securității muncii

Personalul dintr-o stație de epurare este expus la o serie de pericole, ca: leziuni fizice, infectări ale organismului, lipsa de oxigen, inhalarea cu gaze sau vapori nocivi etc.

Aceste pericole se evită mai întâi prin executarea unor lucrări de siguranță și folosirea echipamentului de protecție necesar.

Pentru prevenirea leziunilor fizice este necesar ca:

- obiectele să se ridice cu grijă, fiind sprijinite pe mușchii de la picioare, nu pe spate. Se folosesc trolii și electromacarale pentru obiectele grele;
- să se evite căderile. Trebuie să se acorde atenție la folosirea scărilor verticale sau a scărilor înguste. Se instalează bare de protecție la scările mai înalte de 3 m. Unelele și echipamentul portabil să se păstreze la locurile stabilite. Pasajele și scările să nu fie acoperite cu grăsime, ulci sau gheață. Pământul rămas după lucrări să se îndepărteze din zonele de lucru;
- să se ridice capacele de la gurile de acces, cu ajutorul unui troliu cu cârlig. Capacele mai puțin grele să nu fie lăsate parțial peste gura de acces, ci să se tragă complet în afară. Să se poarte mănuși la manipularea obiectelor grele. Pentru toate părțile mobile ale mașinilor, să se prevadă apărători de metal;
- să se evite electrocutările; legătura cu pământul să fie bine făcută și toate firele expuse să fie izolate;
- să se folosească centuri de siguranță când se pătrunde prin gurile de acces în bazine mai adânci de 2,5-3 m;
- să se ia măsuri de prevenire și combatere a incendiilor, conform normelor în vigoare.

Pentru prevenirea infectărilor organismului se are în vedere faptul că apele uzate cât și produsele lor auxiliare constituie un pericol real pentru personalul de exploatare. Acestea pot provoca o serie de boli, cum ar fi: febra tifoidă, dizenteria, hepatita infecțioasă, tetanosul etc.

Se recomandă următoarele măsuri preventive.

- asigurarea apei de băut necontaminate, prin evitarea racordărilor (petrecerilor) între conductele de apă potabilă și conductele de ape uzate sau nămoluri;
- să se prevadă o trusă de prim-ajutor pentru tratarea imediată a tăieturilor și rănilor mai mari;
- să se prevadă spații pentru dușuri, schimbul îmbrăcăminte, săli de mese etc.;

— să se facă vaccinări periodice contra febrei tifoide și a tetanosului, pentru tot personalul;

— să se poarte mănuși de cauciuc la curățirea pompelor sau a altor instalații care implică contactul direct cu apele uzate.

Prevenirea lipsei de oxigen se asigură prin:

— determinarea conținutului de oxigen prin folosirea de indicatoare speciale;

— realizarea unei ventilări (aerisiri) corespunzătoare. În camere sau în construcții, ventilația se asigură prin: ferestre deschise, uși, prize de aer curat lângă tavan și canale de aspirație mecanică, ventilatoare. În bazine, ventilația se asigură prin: aer comprimat, ventilatoare portabile etc.

Prevenirea degajării gazelor sau a vaporilor otrăvitori: gazele sau vaporii otrăvitori acționează direct sau indirect, în mod vătămător sau distructiv asupra sănătății sau vieții omului. Ele prezintă pericol de:

— arsuri, explozii, asfixieri, otrăviri etc.

În gurile de ieșire adânci, pufuri și bazine, prevenirea pericolelor prezentate constă în:

— efectuarea de probe pentru gazele sau vaporii inflamabili sau explozivi, cu indicatoare portabile;

— efectuarea de probe pentru hidrogen sulfurat și bioxid de carbon, cu fiole speciale;

— observarea cu atenție a oricăror mirosuri străine sau iritarea ochilor.

La grătare și instalațiile aferente, prevenirea pericolelor se face astfel:

— se folosește echipamentul electric antiexplozibil și nu se lucrează cu lămpi cu flacără liberă;

— se asigură o bună ventilație, prin curent natural de aer sau mijloace mecanice.

În bazinele de nămol, camera de nămol și în bazinele de fermentare prevenirea pericolelor se face astfel:

— se va evita revărsarea nămolului;

— se asigură o bună aerisire;

— se folosește echipament electric antiexploziv;

— se controlează periodic atmosfera cu un indicator pentru gaze;

— se evită toate sursele de aprindere din apropierea bazinelor de fermentare;

— se controlează regulat toate conductele și instalațiile auxiliare, spre a se detecta eventualele pierderi de gaze etc.

În afara măsurilor prezentate până aici, se vor respecta indicațiile prezentate în cadrul capitolului de exploatare la fiecare instalație în parte. De

asemenea, se vor respecta normativele în vigoare în ce privește igiena și protecția muncii, precum și acordarea echipamentului de protecție și de lucru necesar.

11.7. Organizarea lucrărilor de întreținere și reparații

Instalațiile și construcțiile stației de epurare trebuie întreținute continuu, spre a se prezenta în cele mai bune condiții de funcționare.

Pe baza unor planuri ce se întocmesc la începutul fiecărui an, se efectuează:

— inspecții și revizii preventive (se fac zilnic, săptămânal sau lunar);

— revizii și reparații trimestriale;

— revizia generală anuală și reparațiile curente la toate utilajele și construcțiile aferente;

— reparații capitale (la instalațiile care necesită aceasta).

Prin planul de aprovizionare tehnico-materială trebuie să se asigure toate materialele de întreținere, astfel încât operațiunile respective să se desfășoare normal.

LABORATOARE DE PROCES ÎN INSTALAȚIILE DE EPURARE A APELOR UZATE

În ultimul timp, apariția unor noi tipuri de poluanți în apele uzate, complexitatea proceselor din stațiile de epurare, exigențele sporite față de calitatea apei uzate epurate trimise spre emisar au impus reconsiderarea rolului laboratorului din stația de epurare, în sensul implicării acestuia în pilotarea - conducerea proceselor și obținerea unor performanțe superioare.

12.1. Indicatori și analize necesar a fi efectuate

Elementele pe care se bazează funcționarea controlată a unei stații de epurare orășenești sunt indicatorii cantitativi și calitativi referitori la apa uzată și la nămolurile rezultate, din acești indicatori rezultând evaluarea parametrilor tehnologici ai proceselor.

Indicatorii cantitativi se referă la:

— debitele de apă uzată, măsurate în diferite puncte:

- influent stație de epurare = influent treaptă mecanică;
- efluent treaptă mecanică, eventual influent treaptă biologică;
- efluent treaptă biologică = efluent final al stației de epurare.

— debitele de nămoluri de diferite tipuri:

- nămol primar, trimis spre bazinele de fermentare a nămolului sau, după îngroșare și/sau fermentare (decantoare Imhoff), spre paturile de uscare;
- nămol activ recirculat în funcție de gradul de recirculare necesar;
- nămol activ excedentar, trimis spre treapta primară sau, după o eventuală concentrare, spre bazinele de fermentare metanică.

Urmărirea unei cronograme a debitelor oferă o imagine asupra gradului de funcționare a unor instalații, știut fiind că, în lipsa unor bazine de compensare-egalizare în partea amonte a fluxului tehnologic, treapta primară, dar mai ales decantarea primară, este afectată în mod negativ de variații mari ale debitului influent.

Indicatorii calitativi se referă la caracterizarea fizico-chimică a apei de epurat la intrarea și ieșirea în și din principalele trepte de epurare pentru cunoașterea condițiilor de desfășurare a proceselor și evaluare a sarcinii aplicate:

— pH și alcalinitate sau aciditate, dacă este cazul;

- materii în suspensie la 105 °C (mg/l);
- natura materialului solid (calcinarea suspensiei la 600 °C);
- substanța organică totală sau solvită (probă omogenă sau decantată timp de 30 min) exprimată în: CCO-Cr, CBO₅, consum de permanganat (mai puțin recomandat pentru stații de epurare care prelucreează și ape uzate industriale);
- raportul CBO₅/CCO de caracterizare a tratabilității biologice;
- substanțele extractibile în eter de petrol;
- conținutul de elemente biogene P, N (compuși de N în diferite forme de oxidare: NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻);

— indicatorii specifici, după caz: sulfuri și H₂S, detergenți, fenoli, cianuri, metale grele;

— conținutul global de săruri dizolvate (reziduul filtrabil la 105 °C).

Urmărirea evoluției în timp a calității influentului stației de epurare sau a calității influentului treptei biologice poate arăta constanța sau, de cele mai multe ori, variabilitatea calitativă a apelor uzate. După cum această variabilitate calitativă este mai accentuată sau mai puțin importantă, se evidențiază incidența apariției șocurilor de încărcare (vârfuri de concentrație ale unuia sau mai multor impurificatori), a șocurilor calitative (apariția de substanțe toxice sau nocive, pH în afara limitelor acceptabile).

Indicatorii calitativi specifici pentru treapta biologică (de cele mai multe ori proces aerob prin procedeul de nămol activ) sunt:

— concentrația de nămol activ în suspensie în bazinele de aerare (probe multiple, din diferite puncte într-un bazin de aerare) este egală cu substanța uscată la 105°C;

— conținutul de substanțe volatile % (calcinare la 600°C) al nămolului activ;

— caracteristicile de sedimentare ale nămolului activ, exprimate prin indicele volumului de nămol (VN ml/g);

— vârsta nămolului activ;

— regimul de oxigen în bazinul de aerare-măsurarea concentrației de oxigen dizolvat (mg O₂/l) în diferite puncte ale bazinului de aerare, la diferite adâncimi;

— indicatori calitativi ai nămolurilor de diferite tipuri existente într-o stație de epurare (primar ca atare sau fermentat în decantoare Imhoff, activ în exces sau stabilizat aerob, îngroșat sau ca atare);

— umiditate %, respectiv substanța uscată % sau g/l;

— gradul de mineralizare %, respectiv conținutul de substanțe organice (calcinare la 600 °C);

— pentru nămolul care intră în procesul de fermentare metanică ca atare sau îngroșat este de dorit a se cunoaște compoziția sa pe grupe principale de

substanțe (hidrați de carbon, grăsimi și proteine), eventuala prezență a unor compuși cu potențial inhibant asupra procesului de fermentare anaerobă (în special pentru stațiile de epurare care prelucrează ape uzate industriale cu metale grele, sulfuri, unele substanțe organice), temperatura și pH-ul.

Controlul fermentării anaerobe se realizează în sistem feed-back, în urma analizei:

- gazului de fermentare obținut (debit, conținut CH_4 , CO_2 %);
- apei de nămol evacuate (pH, alcalinitate, acizi volatili, încărcare organică).

Controlul uscării nămolului pe paturile de deshidratare este realizat inițial prin evaluarea debitului de apă de drenaj și apoi prin determinarea umidității nămolului și urmărirea aspectului (culoare, structură).

Parametrii tehnologici de desfășurare a procesului de epurare cu nămol activ, care rezultă din calcul folosind măsurătorile descrise și datele cunoscute asupra capacității instalațiilor, sunt comparați cu parametrii de proiectare înscriși în regulamentul de exploatare a stației de epurare. Intervenția tehnologului se face în scopul apropierii pe cât mai mult posibil a parametrilor de exploatare de cei din proiect.

În treapta mecanică se verifică:

- la deznisipator:
- viteza de curgere a apei și/sau timpul de retenție a apei;
- la separatorul de grăsimi:
- timpul de retenție a apei;
- debitul de aer insuflat, dacă se face flotație;
- la decantorul primar:
- timpul de decantare.

În treapta biologică se verifică:

- pentru bazinele de aerare:
- timpul de aerare, calculat ca raport între volumul de aerare și debitul influent și reprezentând timpul de contact al apei uzate cu nămolul activ;
- încărcarea organică de proces, parametru ce descrie sarcina de material organic de degradat aplicată masei de nămol activ în unitatea de timp (zi). Parametrul poate fi exprimat diferit, în funcție de datele disponibile: CCO/kg substanță uscată · zi sau CBO_5/kg substanță volatilă · zi.

Exprimarea optimă este în CBO_5 aplicat masei de nămol activ, exprimat prin substanța volatilă, deoarece această exprimare conține cele mai reale aprecieri asupra substratului biodegradabil și a părții active din biomasă. Deoarece obținerea datelor de laborator, inclusiv în această exprimare, necesită timp îndelungat, se preferă cealaltă formulare a parametrului ($\text{kg CCO/kg S.U.} \cdot \text{zi}$).

Se mai utilizează în practică exprimarea intensității încărcării prin raportare la volumul de aerare ($\text{kg CCO/m}^3 \cdot \text{zi}$ sau $\text{kg CBO}_5/\text{m}^3 \cdot \text{zi}$), dar această formulare nu arată cantitatea de biomasă, factorul activ în procesul de epurare biologică.

• vârsta nămolului activ, parametru care dă informații asupra activității nămolului și se poate echivala cu timpul de retenție a nămolului în bazinul de aerare (TRN):

$$\text{TRN} = \frac{\text{masă de nămol în aerotanc (kg)}}{\frac{\text{masă de nămol exced. (kg)} + \text{masă susp. efl. (kg)}}{\text{zi}}} \quad [\text{în zile}] \quad (12.1)$$

• raportul de recirculare, dependent de caracteristicile de sedimentare ale nămolului activ (l_n) și de concentrația de nămol activ C_n ce trebuie menținută în bazinul de aerare.

$$R\% = \frac{100 \cdot C_n \cdot l_n \cdot 10^{-3}}{1 - C_n \cdot l_n \cdot 10^{-3}} \quad (12.2)$$

Printr-o bună alegere a gradului de recirculare, se poate realiza menținerea, pe cât posibil constantă, a celui mai important parametru tehnologic, și anume cel al încărcării organice a nămolului activ;

• necesarul de elemente nutritive este, în general, asigurat prin apele fecaloid-menajere incluse în influentul unei stații de epurare orășenești. În cazul în care debitul apelor uzate industriale reprezintă peste 50% din debitul influent general, se pune problema aprovizionării influentului treptei biologice cu elemente biogene N, P, dacă verificarea concentrațiilor acestora demonstrează că există abateri ale rapoartelor CBO_5 : N: P de la valorile optime 100: 5: 1;

• aerarea-furnizarea oxigenului necesar procesului aerob trebuie verificată periodic prin determinări de oxigen dizolvat „in situ”. Existența unor concentrații de oxigen dizolvat de peste 0,8 mg O_2/l demonstrează că este furnizat suficient oxigen pentru a compensa cerințele de consum ale nămolului activ (respirația endogenă, g $\text{O}_2/\text{g S.U.} \cdot \text{zi}$) și pentru degradarea oxidativă a substratului (g $\text{O}_2/\text{g CBO}_5$ îndepărtat · zi).

— la decantorul secundar:

- timpul de decantare.
- la clorinarea finală:
- doza de clor.

În urma verificării indicatorilor cantitativi și calitativi și după calcularea parametrilor ce rezultă, se operează modificările necesare pentru ajustarea parametrilor în sensul apropierii valorilor de datele din proiect. De asemenea, se pot calcula eficiențele diferitelor trepte de epurare sau instalații, ca de pildă:

— eficiența treptei mecanice în reținerea materiilor în suspensie, diferențiată pe:

- eficiența deznisipatorului în reținerea suspensiilor grele;
- eficiența decantorului primar;
- eficiența separatorului de grăsimi în îndepărtarea substanțelor extractibile din apa uzată;
- eficiența treptei biologice în îndepărtarea substanțelor organice dizolvate (exprimate prin CCO, CBO₅, consum de permanganat) și a suspensiilor;
- eficiența clorinării, dacă există această tratare finală, în oxidarea substanței organice remanente după epurarea biologică sau în distrugerea micro-organismelor.

Pentru o bună exploatare există și posibilitatea intervenției prin modificarea caracteristicilor operaționale ale unor utilaje, cum ar fi de pildă:

- debitul pompelor din căminul de distribuție, pentru o repartitie uniformă și egală a influentului pe mai multe decantoare primare;
- reglări de debite pe anumite tronsoane ale fluxului de epurare, prin acționarea stăvilor plane;
- debitul de aer insuflat la deznisipator și separatorul de grăsimi;
- debitul de aer insuflat în bazinele de aerare sau gradul de imersie al turbinelor;
- viteza de rotație a podului raclor la decantoarele primare și secundare.

12.2. Metode de analiză

Determinarea indicatorilor de calitate a apei de epurat se face pe baza metodelor standardizate.

Metodele standardizate sunt metode de analiză tradiționale, predominant manuale și utilizând ca instrumente analitice colorimetre, pH-metre, conductometre.

În practica stațiilor de epurare care au posibilități financiare de dotare pot fi adoptate și alte metode instrumentale, cu sensibilitate și productivitate mai ridicate. Dintre metodele moderne se pot enumera:

- metode potențiometrice bazate pe electrozi ioni-selectivi;
- spectrofotometrie cu absorbție atomică în diferite variante;
- gaz-cromatografie eventual cuplată cu spectrometrie de masă;
- cromatografie în fază lichidă de înaltă performanță;
- cromatografie cu schimbători de ioni;
- cromatografie în strat subțire.

12.3. Prelucrarea și interpretarea datelor de laborator și transpunerea lor în exploatarea stației de epurare

Măsurătorile și analizele efectuate într-o stație de epurare pentru ape uzate au următoarele obiective:

— obținerea de date asupra evoluțiilor din rețeaua de colectare a apelor uzate pe baza bilanțurilor de apă și de poluanți (populație și alți beneficiari racordați la sistemele de alimentare cu apă și de canalizare, pierderile de apă în rețelele de distribuție, exfiltrațiile sau infiltrațiile în rețeaua de canalizare, descărcările de ape de răcire slab poluate, introducerea în canalizare a unor poluanți cu efect perturbator asupra exploatării stației de epurare, performanțele instalațiilor locale de preepurare de la anumiți beneficiari etc.);

— efectul precipitațiilor abundente (averse de ploaie, topirea bruscă a zăpezii) asupra influentului stației de epurare și asupra exploatării acesteia;

— profilul variației diurne a debitului de ape uzate și a caracteristicilor acestora în condiții de timp uscat;

— compararea datelor referitoare la debitele specifice de ape uzate evacuate pe timp uscat din diferite tipuri de localități cu valorile normale (publicate):

- zone rurale: 150 l/loc.·zi;
- orașe cu câteva zeci de mii de locuitori: 200 l/loc.·zi;
- orașe mari 300–400 l/loc.·zi

— compararea datelor referitoare la aportul mediu de poluanți (suspensii, substanțe organice măsurate ca CBO₅, azot și fosfor) cu valorile uzuale specificate în publicațiile de specialitate;

— materialul reținut pe grătare: 2–15 dm³/loc.·an în funcție de interspațiul grătarelor;

— nisip: 5 dm³/loc.·an din zone de blocuri de locuințe;

— suspensii: 60–80 g/loc.·zi în sistem separativ și 70–80 g/loc.·zi în sistem de canalizare mixt;

— CBO₅: 50–70 g/loc.·zi în sistem de canalizare separativ și 60–80 g/loc.·zi în sistem de canalizare mixt.

— azot: 10–15 g/loc.·zi;

— fosfor: circa 4 g/loc.·zi;

— stabilirea debitelor de poluanți (calculate pe baza debitelor măsurate și analizelor de ape uzate) care intră și ies zilnic în și din stație cât și în și din fiecare dintre treptele acesteia; prin aceasta se obțin date cu privire la eficiența de epurare atât pe ansamblul stației cât și pe faze de epurare;

— determinarea parametrilor reali la care funcționează diferitele componente ale stației și compararea acestora cu valorile prevăzute în regulamentul de

exploatare al stației (în tabelul 12.1 sunt prezentate valorile uzuale ale acestor parametri);

Tabelul 12.1

Valori uzuale ale parametrilor de exploatare în stațiile de epurare

Treapta	Parametrul	Valori uzuale
Deznisipatoare	Viteza	0,3 m/s
Decantoare primare	Timpul de retenție hidraulică Încărcarea de suprafață	1,5 h 1,5–1,6 m ³ /m ² ·h
Bazine de aerare	Volumul de sediment la 1 oră Concentrația suspensiilor Indicele de volum al nămolului Încărcarea organică (CBO ₅) a nămolului Oxigenul dizolvat Rata de recirculare nămol activ	80–120 ml/l 1–4 kg/m ³ 50–100 cm ³ 0,1–1 kg/kg·zi peste 0,5 mg/l peste 50%
Decantoare secundare	Încărcarea de suprafață	0,8–1,2 m ³ /m ²
Bazine de fermentare anaerobă a nămolului	Temperatura Timpul de stabilizare	32...35 °C circa 30 zile

- evaluarea stării și performanțelor utilajelor din stație;
- determinarea tuturor cheltuielilor care intervin în exploatarea stației.

Pe baza datelor obținute și a comparării lor cu parametrii prevăzuți în regulamentul de exploatare precum și cu condițiile cuprinse în autorizația de gospodărire a apelor, se stabilesc:

• măsurile necesare pentru optimizarea performanțelor în vederea respectării condițiilor impuse la evacuare și a minimizării costurilor;

• oportunitatea unor măsuri de extindere și completare a stației și costul realizării acestora.

Pentru o valorificare optimă a datelor obținute prin măsurători și analize, precum și din evidențe contabile, este deosebit de eficientă sintetizarea lor (pe baza registrelor tabelare) în diagrame prezentând variația în timp a valorilor pentru:

- debitele de ape uzate;
- debitele poluanților principali (suspensii și CBO₅);
- încărcarea decantoarelor primare (timp de retenție în ore și încărcarea de suprafață în m³/m²·h);
- volumele de nămol primar evacuate;

— încărcarea volumică a bazinelor cu nămol activ (kg CBO₅/zi la 1 m³ spațiu de aerare);

— concentrația nămolului activ în bazinele de aerare (kg/m³);

— rata de recirculare a nămolului activ din decantoarele secundare spre bazinele de aerare (în procente din debitul intrat în treapta biologică);

— încărcarea masică a nămolului activ (kg CBO₅/zi la 1 kg substanță uscată din nămol activ);

— indicele de volum al nămolului activ (cm³/g);

— încărcarea superficială a decantoarelor secundare (m³/m²·h);

— cantitățile de nămol excedentar evacuate (kg/zi substanță uscată);

— încărcarea volumică a biofiltrelor (kg CBO₅/zi la 1 m³ de umplutură a biofiltrului).

În diagramele referitoare la încărcările diferitelor instalații este util să se prezinte în paralel și variația eficiențelor de epurare realizate.

Diagramele referitoare la aspectele tehnologice trebuie completate cu un grafic care să evidențieze totalul cheltuielilor efectuate în anumite perioade de timp (lună, trimestru sau semestru), cheltuieli care să fie raportate la volumul apelor uzate, numărul de locuitori echivalenți și, în măsura posibilităților, la cantitățile de poluanți îndepărtați (lei/m³, lei/loc·an, respectiv lei/kg).

Desigur că evidența datelor de exploatare și prelucrarea acestora pot fi considerabil ușurate prin folosirea calculatoarelor electronice.

În ceea ce privește intervenția operatorilor în exploatarea stației pe baza datelor obținute prin măsurători și analize, aceasta se poate realiza manual sau prin folosirea unor sisteme de automatizare.

În stațiile de epurare a apelor uzate se utilizează funcții automate pentru:

— pomparea apelor uzate (în funcție de nivelul din bazinul de aspirație);

— îndepărtarea materialelor reținute pe grătare, în separatoare de grăsimi și în deznisipatoare (frecvența operațiilor în funcție de debitul apelor uzate sau de cantitatea de material separată);

— îndepărtarea nămolului din decantoarele primare (în funcție de debitul apelor uzate, de nivelul nămolului, de concentrația nămolului sau la intervale de timp programate);

— intensitatea aerării pentru oxigenare (în funcție de concentrația oxigenului, debitul apelor uzate sau prin operarea conform unui program prestabilit);

— recircularea nămolului activ (în funcție de debitul apei uzate, de nivelul nămolului sau după un program prestabilit);

— evacuarea nămolului activ în exces (în funcție de volumul zilnic de apă uzată, de concentrația nămolului în bazinul de aerare sau după un program prestabilit);

— fermentarea anaerobă (prin controlul automat al temperaturii, al debitului de alimentare și pH-ului);

— neutralizarea (pe baza semnalelor de senzori adecvați de pH, rH etc.).

12.4. Aparatură și standarde de analiză utilizate în tratarea și epurarea apelor

În domeniul tratării și epurării apelor, în laboratoarele de analiză fizico-chimică, biologică și microbiologică se determină diverși indicatori de calitate, după diferite metodologii standardizate și utilizând o scară largă de tipuri de aparate.

12.4.1. Standarde de analiză în vigoare

În laboratoarele autorizate ale stațiilor de tratare și epurare se recomandă a fi avute în vedere utilizarea unor metode de analiză indicate în tabelul următor.

Tabelul 12.2

Indicatori de calitate

Nr. crt.	Indicator	Metoda de analiză în vigoare (STAS, SR sau SR ISO)			Tipul de aparat
		apă din surse de suprafață și ape uzate	apă din sursă subterană și apă tratată	tipul de analiză	
1	2	3	4	5	6
1	prelevare probe		2852/94		echipament de prelevat
2	gust, miros		6324/61		
3	temperatura		6325/61	instrumentală	termometru
4	pH		6325/75	instrumentală	pH-metru
5	culoare		6322/61	instrumentală	fotometru; spectrometru în vizibil
6	turbiditate		6323/88	instrumentală	turbidimetru
7	conductivitate electrică	7722/84		instrumentală	conductometru
8	oxigen dizolvat		6536/87	volumetric, instrumentală	oxigenometru
9	CCO-Mn	9887/94	3002/85	volumetric	
10	CCO-Cr	6954/64	3002/85	volumetric	baterie electrică de încălzire
11	CBO ₅	6560/82		volumetric	termostat
12	alcalinitate și aciditate		6363/76	volumetric	

Tabelul 12.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6
13	duritate		3026/76	volumetric	
14	calciu		3662/90	volumetric, absorbție atomică	spectrometru de absorbție atomică
15	magneziu		6674/77	spectrometric, absorbție atomică	spectrometru în vizibil și absorbție atomică
16	sodiu	8295/69	3223/2/80	flamfotometric sau absorbție atomică	flamfotometru, spectrometru de absorbție atomică
17	potasiu	8295/69	3223/1/80	flamfotometric sau absorbție atomică	flamfotometru, spectrometru de absorbție atomică
18	cloruri	8663/70	3049/88	volumetric	
19	sulfati	8061/70	3069/87	gravimetric	cuptor electric, baie de nisip sau apă
20	amoniu	8683/70	6328/85	spectrometric	spectrometru vizibil
21	azotați	8900/1/71	3048/1/77	spectrometric	spectrometru vizibil
22	azotiți	8900/2/71	3048/2/77	spectrometric	spectrometru vizibil
23	azot total	7312/83		spectrometric	spectrometru vizibil
24	fosfați	10064/75	3265/86	spectrometric	spectrometru vizibil
25	cobalt	8288/69		spectrometrie și absorbție atomică	spectrometru în vizibil și absorbție atomică
26	nicel	7987/67			
27	cupru	7795/80	3224/69		
28	zinc	8314/87	6327/81		
29	cadmiu	5961/95	5961/95		
30	plumb	8637/79	6362/85		
31	molibden	11422/84			
32	argint	8190/68			
33	fier	8634/70	3086/68		
34	mangan	8662/70	3254/81		
35	aluminu	9411/83	6326/90		
36	crom	7884/91			
37	seleniu		12663/88		
38	mercur	8045/79	10267/89		

Tabelul 12.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6
39	siliciu	9375/73	3225/61	spectrometric	spectrometru în vizibil
40	fluoruri	8910/71	6673/62	volumetric și spectrometric	spectrometru în vizibil
41	arsen	7885/67		spectrometric sau absorbție atomică	spectrometru în vizibil și absorbție atomică
42	cianuri	7685/79	10847/77	spectrometric	spectrometru în vizibil
43	fenoli	7167/92	10266/87	spectrometric	
44	paranitrofenol	13218/95		spectrometric	
45	sulfocianuri	13183/95		spectrometric	
46	detergenți	7875/1;2/84		spectrometric	spectrometru în vizibil
47	sulfuri	7510/66		volumetric sau spectrometric	
48	clor rezidual		6364/78	volumetric	trusă de clor, spectrometru
49	bariu		10258/75	spectrometric	spectrometru în vizibil
50	pesticide organo-clorurate		12650/88	gaz cromatografie	gaz cromatograf
51	substanțe extractibile	7587/66		spectrometric	spectrometru în vizibil
52	produse petroliere	7877/87		spectrometric și gravimetric	etuvă, spectrometru în vizibil
53	toluen	8484/69		spectrometric	spectrometru în vizibil
54	anilină	8507/70			
55	naftalină	8562/70			
56	hidrazină	8563/70			
57	sulfură de carbon	8581/70			
58	α și β naftol	8582/70			
59	sulf mercaptanic	8684/70			
60	furfurol	8685/70			
61	chinolină	8716/70			
62	uree	13252/95			
63	benzaldehydă	8717/70			

Tabelul 12.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6
64	compuși hidroxiaromatici	8891/71		gaz cromatografie	gaz cromatograf
65	fenil β naftilamină	11139/78		spectrometric	spectrometru în vizibil
66	determinare biodegradabilitate detergenți	9888/74			
67	carbon organic total	8285/95		instrumental	analizor de carbon organic
68	apă utilizată în laboratoare analitice	3696/95			aparat distilat și bidistilat apă
69	reziduu fix	3638/76		gravimetric	etuvă electrică, baie de apă electrică
70	materii în suspensie, pierdere la calcinare		6953/81	gravimetric	baie de apă electrică, etuvă electrică, cup-tor electric
71	doze de reactivi pentru tratare			metoda jar-test	agitator multiplu
72	nitroetilbenzen	13208/94		spectrometric	spectrometru în vizibil
73	doză de clor pentru dezinfecție		13158/93		spectrometru în vizibil
74	analiză biologică		6329/90		centrifugă electrică, microscop binocular
75	analiză bacteriologică	3001/91	3001/91		microscop binocular, autoclav, termostat

12.4.2. Aparatura necesară

Se prezintă aparatura minim necesară și aparatura specială necesară dotării laboratoarelor de analize fizico-chimice, biologice și microbiologice:

Dotarea obișnuită se face pentru laboratoarele din stații de tratare și epurare și cuprinde:

- pentru laboratoare fizico-chimice:
 - balanță tehnică;
 - balanță analitică;
 - cuptor electric;
 - etuvă termoreglabilă;
 - termostat electric, baie de apă (electrică sau nu);
 - agitator multiplu (4 sau 6 agitatoare) cu posibilitate de reglare a turației;
 - agitator electric și/sau magnetic;
 - pH-metru, de teren și laborator;
 - conductometru, de teren și laborator;
 - echipament pentru recoltat probe de apă de suprafață și de adâncime;
 - spectrometru în vizibil;
 - echipament de prelucrat date;
 - trusă de termometre;
 - trusă de densimetre;
 - ceas autostop;
 - cronometru;
 - aparat distilat și bidistilat apă;
- pentru laboratoare de biologie:
 - echipament de prelevare probe;
 - disc Secchi;
 - microscop binocular cu micrometru ocular;
 - balanță analitică;
 - balanță tehnică;
 - centrifugă;
 - echipament prelucrare date;
- pentru laboratoare de microbiologie:
 - incubator (0...50 °C);
 - autoclav;
 - microscop binocular cu micrometru ocular;
 - balanță analitică;
 - balanță tehnică;
 - echipament prelucrare date.

Dotarea specială se face pentru laboratoarele de cercetare și din stațiile mari și cuprinde:

- spectrometru în ultraviolet;
- spectrometru în infraroșu;
- flamfotometru;
- spectrometru cu absorbție atomică (cu flacără, cu cuptor de grafit, cu generator de hidrură);
- gaz sau lichid cromatograf;
- ionometru cu electrozi ioni selectivi;
- analizor de carbon organic total;
- analizor pentru compuși organici cu halogeni (AOX);
- stereomicroscop.

12.4.3. Calități tehnice și performanțe ale principalelor aparate

Aparatura necesară dotării laboratoarelor stațiilor de tratare și epurare trebuie să îndeplinească anumite norme de calitate și performanță.

- Balanță tehnică:**
- domeniu de cântărire: 0–1 kg;
 - precizie: $\pm 0,1$ g;
 - limita minimă de citire: 0,1 g;
 - cutie cu greutate până la 1 kg;
- Balanță analitică:**
- domeniu de cântărire: 0–200 g;
 - precizie: $\pm 0,0002$ g;
 - limita minimă de citire: 0,0001 g;
 - dotare cu autozero;
 - dotare cu adaptor pentru sursa de curent.
- Cuptor electric:**
- prevăzut cu termostat;
 - domeniu de temperatură: 0...800 °C; 0...1 200 °C;
 - precizie: ± 1 °C;
 - limita minimă de citire a temperaturii: 50 °C;
 - timp de încălzire de la temperatura camerei până la 100 °C în 20 minute.
- Etuvă termoreglabilă și pupinel:**
- în regim de aer uscat;
 - domeniu de temperatură: 0...200 °C;
 - prevăzută cu termostat și termometru;
 - control și reglaj de temperatură;
 - cu 2–3 rafturi în interior;
 - pereți dubli, rezistenți la coroziune.

Pupinel: — în regim de aer umed cu aceleași caracteristici ca mai sus.

Termostat electric și incubator electric: — domeniu de temperatură: temperatura mediului 0...60 °C;
— prevăzut cu termostat;
— uniformitate: $\pm 0,5$ °C;
— afișarea temperaturii cu termometru;
— precizie $\pm 0,5$ °C.

Agitator multiplu: — număr de poziții de agitare independente 4-6;
— posibilitate de variație a vitezei de rotație în domeniul 60-40 ture/min și 140-160 ture/min.

Agitator electric: — domenii de viteză:
• 0-2 000 rot/min
• 0-1 000 rot/min
— cu și fără încălzire.

Agitator magnetic: — domeniu de viteză: 100-1 000 rot/min;
— număr poziții de amestecare: 1;
— volumul: 10-1 000 ml;
— volum maxim de amestecare: 1 000 ml.

pH-metru: — afișaj digital sau scală gradată în unități de pH, mV;
— reglaj de temperatură în funcție de temperatura mediului;
— domenii de măsură:
• unități pH: 0-14
• mV: 0-4 mV
— limita de citire: 0,1 sau 0,01 unități pH;
— prevăzut cu 1 sau 2 electrozi (în funcție de tipul aparatului);
— prevăzut cu soluții standard de etalonare.

Conductometru: — prevăzut cu mai multe domenii de măsură:
• 0-20 μ S
• 0-200 μ S
• 0-2 000 μ S
— precizie: $\pm 0,5\%$;

— domeniul de pH acoperit: 0-14;
— reglaj pentru temperatură în funcție de temperatura mediului;
— soluții standard pentru etalonare.

Turbidimetru: — domeniu de măsură: 0-2; 0-20; 0-200 NTU;
— rezoluție: între $\pm 0,01$ și $\pm 0,1$ NTU;
— acuratețe: $\pm 0,2-0,5\%$ pe întreaga scară;
— soluții etalon.

Centrifugă: — indicator de control al vitezei de rotație;
— viteza de rotație în domeniul 0-3 000 rot/min;
— prevăzut cu rotor și eprubete cu capacitate 80-100 ml.

Microscop binocular: — prevăzut cu micrometru ocular;
— mărire de 1 500 sau 2 000 de ori.

Autoclav: — sterilizare cu căldură umedă și sub presiune;
— alimentare cu gaze sau electrică;
— limita maximă de temperatură: 140...200 °C;
— sterilizare: în 60 minute;
— uscare: în 30 minute;
— prevăzut cu manometru.

Spectrometru în vizibil: — domeniul de măsură (al lungimii de undă): 300-700 nm;
— precizia lungimii de undă: ± 1 nm;
— domeniul fotometric: 0-120%; 0-2,000 A;
— fanta: 10 nm;
— lampa sursă: cuarț-halogen;
— detector: fotocelulă cu siliciu.

Spectrometru în infraroșu: — domeniul lungimii de undă: 4 000-600 cm^{-1} ;
— precizia lungimii de undă: ± 3 cm^{-1} ;
— lampa sursă: nichel-crom;
— domeniul fotometric: transmitanța (%), absorbție.

Spectrometru cu absorbție atomică: — domeniul lungimii de undă: 190-900 nm;
— precizia lungimii de undă: ± 2 nm;
— reproductibilitatea lungimii de undă: $\pm 0,1$ nm;

- fanta: 0,2; 0,7 sau 2,0 nm (la alegere);
- monocromator;
- cuptor de grafit (la cerere);
- generator de vapori reci (la cerere);
- combustibil: acetilenă, argon etc.;
- compresor de aer;
- computerizare (monitor, imprimantă - la cerere).

Spectrometrul cu absorbție atomică se utilizează pentru determinarea următoarelor elemente:

— absorbție atomică în flacără: aluminiu, stibiu, bariu, cadmiu, calciu, crom, cobalt, cupru, aur, fier, plumb, litiu, magneziu, mangan, molibden, nichel, platină, potasiu, argint, sodiu, zinc;

— absorbție atomică cu formare de hidrură: arsen, mercur, seleniu, stibiu, staniu, bismut, telur;

— cu cuptor de grafit se pot determina toate metalele care se determină în flacără.

Pentru fiecare element există o lampă specială, cu o anumită limită de detecție, sensibilitate și domeniu de concentrații și soluții etalon.

Flamfotometru:

- domeniul de măsură: 0-100 ppm pentru sodiu, potasiu, litiu;
- linearitate: >2%;
- viteză de aspirație: 2-6 ml/min;
- stabilizarea citirii: ~ 8 secunde;
- sursa de aer: 6 l/min la 14 psi;
- combustibil: propan, butan, amestec propan/butan la aproximativ 30 psi.

Ionometru:

- cu diferiți electrozi ioni selectivi pentru determinarea următorilor indicatori: pH, temperatură, oxigen, amoniu, brom, cloruri, azotați etc.

Oxigenometru portabil:

- domeniul de concentrație: 0,0-19,9 mg/l;
- rezoluție: 0,1 mg/l;
- precizie: $\pm 2\%$;
- domeniul de temperatură: $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$... $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- rezoluție la temperatură: $\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- precizie: $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- compensarea automată a temperaturii: $0\text{...}40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Gaz cromatograf cu:

- detector cu captură de electroni (ECD):
 - limită de detecție: 1 ppb;
 - coloana: umplută cu încărcătură specială;
 - domeniu de temperatură: $25\text{...}300\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - valori pentru viteza de încălzire și răcire;
 - control al debitului de gaz.

Se utilizează pentru determinarea următorilor compuși: molecule electronegative (compuși clorurați, bromurați, fluorurați), tetraclorura de carbon, bromoform, pesticide (DDT).

- detector cu ionizare în flacără (FID):
 - limite de detecție: 100 ppb;
 - coloana: umplută cu încărcătură specială;
 - domeniu de temperatură: $25\text{...}300\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - valori pentru viteza de încălzire și răcire;
 - control al debitului de gaz.

Se utilizează pentru determinarea hidrocarburilor poliaromatice, hidrocarburi petroliere, fenoli etc.

- detector cu azot-fosfor (NPD):
 - limite de detecție: 10 ppb;
 - coloana: umplută cu încărcătură specială;
 - domeniu de temperatură: $25\text{...}300\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - valori pentru viteza de încălzire și răcire;
 - control al debitului de gaz.

Se utilizează pentru determinarea compușilor cu sulf, azot și fosfor, droguri, erbicide cu azot sau fosfor (ex. malationul).

Aparat distilat și

bidistilat apa:

— distilare electrică sau trecere prin schimbători de ioni.

12.5. Dimensionarea personalului de laborator

În condițiile rolului crescând al laboratorului în pilotarea stației de epurare, stabilirea personalului de laborator (număr, specialitate, nivel de pregătire) capătă importanță.

În general, această dimensionare poartă amprenta situației locale a stației de epurare.

Având în vedere analizele necesar a fi efectuate, frecvența acestora, secțiunile de control, prelucrarea și interpretarea datelor, în tabelul 12.3 se prezintă

o propunere orientativă, în funcție de dimensiunile stației de epurare. Dimensionarea este recomandată având în vedere o stație de epurare cu o tehnologie complexă de funcționare.

Tabelul 12.3

Personal necesar pentru o stație de epurare de tip mecano-biologic, inclusiv cu prelucrarea nămolului

Specialitate	100 l/s – 400 l/s				500 l/s – 900 l/s				peste 1 000 l/s			
	S _I	S _{II}	S _{III}	Total	S _I	S _{II}	S _{III}	Total	S _I	S _{II}	S _{III}	Total
Ing. tehnolog	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Chimist	1	0	0	1	1	1	0	2	1	1	1	3
Biolog	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	2
Tehnician chimist	1	1	0	2	1	1	1	3	2	1	1	4
Tehnician biolog	1	0	0	1	1	1	0	2	1	1	1	3
Laborant chimist	1	1	1	3	2	1	1	4	2	2	1	5
Laborant biolog	1	1	0	2	1	1	1	3	2	1	1	4
Probagiu	1	1	1	3	1	1	1	3	2	1	1	4
Total	6	4	2	12	8	6	4	18	12	8	6	26

Notă: S_I – schimbul I; S_{II} – schimbul II; S_{III} – schimbul III.

La această dimensionare s-au avut în vedere analizele curente necesare a fi efectuate, analize speciale, frecvențele de recoltare și secțiunile de control.

Aceste elemente se stabilesc în general pentru fiecare stație în parte, în cadrul regulamentului de exploatare.

Unele dintre aceste elemente s-au prezentat anterior. În ceea ce privește frecvența de analiză pentru indicatorii specifici, se prezintă spre orientare în tabelul 12.4 propunerea normativului francez (menționat într-un capitol anterior). Se observă că această frecvență de analiză depinde de mărimea stației de epurare (numărul de locuitori echivalenți) și de sensibilitatea zonei în care este situată stația.

Tabelul 12.4

Frecvențe de măsurări la stație (număr de zile pe an)

CBO ₅ kg/zi*	120–600	601–1 800	1 801–3 000	3 001–6 000	6 001–12 000	12 001–18 000	> 18 000
Număr de locuitori echivalenți	> 2 000	> 10 000	> 30 000	> 50 000	> 100 000	> 200 000	> 300 000
Caz general							
Debit	365	365	365	365	365	365	365
TSS	12	24	52	104	156	260	365
CBO ₅	4	12	24	52	104	156	365
CCO	12	24	52	104	156	260	365
ATK	–	6	12	24	52	104	208
NH ₄ ⁺	–	6	12	24	52	104	208
NO ₂ ⁻	–	6	12	24	52	104	208
NO ₃ ⁻	–	6	12	24	52	104	208
PT	–	6	12	24	52	104	208
Nămol**	4	24	52	104	208	260	365
Zonă sensibilă la azot							
ATK***	–	12	24	52	104	208	365
NH ₄ ⁺	–	12	24	52	104	208	365
NO ₂ ⁻	–	12	24	52	104	208	365
NO ₃ ⁻	–	12	24	52	104	208	365
Zonă sensibilă la fosfor							
PT	–	12	24	52	104	208	365

* Incărcare brută de poluant organic primită de stație, exprimată în kg/zi de CBO₅.

** Cantitate de substanță organică (SU).

*** În acest caz particular, măsurarea în amonte a diferitelor forme de azot se poate asimila cu măsurarea Azotului Total Kjeldhal.

13

COSTUL APEI EPURATE

Exploatarea stațiilor de epurare se reflectă în costul epurării apei (lei/m^3 apă epurată), în condițiile în care se realizează integral indicii stabiliți, conform normelor în vigoare pentru primirea apelor epurate în receptor.

Cheltuielile anuale de exploatare se calculează cu relația:

$$A = a + b + c + d + e + f + g + h - V, \quad (13.1)$$

în care: A este totalul cheltuielilor care se fac în timp de un an pentru exploatarea tehnică a stației de epurare;

a – cotele de amortisment ale stației de epurare;

b – costul energiei electrice necesare pentru: pompare, mișcarea mecanismelor, iluminat, semnalizări, încălziri tehnologice etc.;

c – costul combustibililor și energiei calorice consumate la fermentare, deshidratare, dezghețare și încălzit;

d – costul reactivilor folosiți pentru epurare, dezinfecție și deshidratare;

e – costul apei potabile și de incendiu sau alte folosințe;

f – cheltuieli de transporturi tehnologice;

g – retribuții și alte drepturi bănești ale personalului;

h – cheltuieli generale de exploatare și administrative, indirect legate de exploatarea tehnică;

V – venituri rezultate din valorificarea produselor.

Costul energiei electrice se stabilește pentru fiecare obiect, luând consumul pe durata de funcționare respectivă; calculul se face pentru consum anual în vigoare la data proiectului sau a exploatării.

Costul energiei calorice se stabilește pentru fiecare obiect, în funcție de sursele de energie folosite.

Costul reactivilor se stabilește pentru fiecare material, pe obiect: se aplică prețurile de la magazia stației de epurare.

Costul apei potabile și pentru combaterea incendiilor sau alte folosințe se apreciază pe baza altor stații de epurare similare.

Cheltuielile de transport privesc evacuarea gazelor, nămolului și depunerilor la locul de depozitare și consum.

Retribuțiile și alte drepturi bănești ale personalului se stabilesc conform indicațiilor oficiale și experienței pentru stații similare.

Veniturile pot rezulta din vânzarea gazelor produse prin fermentare, a nămolului deshidratat, a nisipului de la deznisipatoare și a grăsimilor reținute în separatoarele de grăsimi.

Toate cheltuielile arătate se stabilesc în proiect pentru fiecare variantă de stație de epurare studiată și pentru fiecare etapă de dezvoltare a acesteia.

Costul apei epurate se stabilește cu relația:

$$C = \frac{A}{Q} \quad [\text{lei}/\text{m}^3], \quad (13.2)$$

în care: A reprezintă cheltuielile anuale de exploatare;

Q – cantitatea totală de apă epurată într-un an, în m^3 .

14 MĂSURAREA DEBITELOR

14.1. Generalități

Pe parcursul lucrării s-a evidențiat de mai multe ori necesitatea măsurării debitelor pentru o eficientă exploatare a echipamentelor din stațiile de epurare.

În acest capitol se vor prezenta elemente necesare a fi avute în vedere în activitatea de măsurare a debitelor de ape uzate.

La alegerea metodelor și mijloacelor pentru măsurarea debitelor se au în vedere următoarele considerente principale:

— pentru ca măsurarea debitelor să se poată face în condiții bune și cu precizia cerută, este necesar să existe posibilitatea amplasării corecte a instalațiilor de măsurare care necesită anumite gabarite. Condițiile de gabarit sunt impuse de cele mai multe ori de necesitatea *uniformizării regimului de scurgere a curentului de apă în dreptul secțiunii de măsurare*. De obicei, este necesară asigurarea în amonte de secțiunea de măsurare (de multe ori și în aval) a unei porțiuni rectilinii, fără obstacole perturbatoare, care să influențeze nefavorabil scurgerea.

Privită sub acest aspect, problema realizării instalațiilor de măsurare a debitului este relativ simplă, la folosințele pentru care în faza de proiectare au fost prevăzute dispozitive pentru măsurarea debitelor și condiții de gabarit adecvate. Mai complicată este introducerea acestor instalații la folosințele în exploatare sau în curs de construcție, la care, în schemă, nu a fost prevăzută posibilitatea măsurării debitelor;

— la alegerea celor mai adecvate mijloace de măsurare o pondere importantă o au *pierderile de sarcină* în instalațiile de măsurare. În general, mijloacele de măsurare cele mai uzuale și mai comode sunt cele în care o pierdere de sarcină sau o diferență de nivel în secțiunea de măsurare este minimă. Ca atare, trebuie verificat dacă pierderea de sarcină efectivă poate fi suportată fără perturbații în ansamblul circuitului de aducere sau restituire a apei;

— alegerea și amplasarea instalațiilor de măsurare a debitelor sunt condiționate, de asemenea, de *calitatea apelor*. De exemplu, apa cu un conținut important de materiale în suspensie sau de material târât (caz curent la captarea apelor de suprafață) elimină posibilitatea adoptării anumitor tipuri de instalații de măsurare. De asemenea, apele care conțin substanțe corosive impun măsuri speciale la construcția instalațiilor de măsurat.

Varietatea sistemelor de captare și evacuare a apei, cât și considerații de ordin energetic, impun o varietate corespunzătoare de sisteme de măsurare a debi-

tului, astfel încât într-un caz dat, în funcție de multitudinea parametrilor de care trebuie ținut seama, se recomandă un anumit mijloc de măsurare.

Acest lucru este deosebit de important, atât la folosințele în exploatare, la care trebuie introdusă evidența debitelor, cât și la folosințele noi aflate în faza de proiectare sau care urmează a se proiecta și construi, întrucât un mijloc de măsurare greșit, introdus în rețea, poate duce la neajunsuri dintre cele mai diverse, începând de la dereglarea circulației apei, cu consecințele ce decurg din aceasta, și până la obținerea unor rezultate eronate ale măsurătorilor de debit. De aceea, în vederea introducerii hidrometriei pentru evidența conducerilor și restituțiilor de apă se impune:

— *reglementarea criteriilor de alegere a mijloacelor de măsurare optimă*, într-un caz dat, în funcție de parametrii circuitului de apă;

— *uniformizarea relațiilor de dimensionare* a mijloacelor de măsurare a debitelor și a altor elemente privind proiectarea, montarea și exploatarea, respectiv, a instrucțiunilor de folosire a acestora.

Sintetizând, măsurarea și evidența debitelor urmăresc ca obiective importante:

— *gospodărirea operativă a apelor prin controlul debitelor captate și evacuate la folosințe*, în vederea:

• verificării și respectării autorizațiilor și acordurilor de gospodărire a apelor la folosințele de apă;

• stabilirii măsurilor operative pentru eliminarea risipei de apă și reducerea pierderilor;

• controlului aplicării de restricții în alimentarea cu apă a folosințelor în perioade de secetă, conform planurilor de exploatare;

— stabilirea și urmărirea respectării normelor de folosire a apei (indici privind necesarul, cerința și consumul specific etc.) ale diferitelor categorii de folosințe, care sunt necesare pentru:

• activitatea de autorizare a folosințelor;

• activitatea de proiectare și avizare a lucrărilor în domeniul apelor;

• activitatea de planificare pentru evaluarea preliminară a cerințelor de apă;

— urmărirea exploatarei raționale a apelor subterane în scopul extragerii debitelor de apă fără a se depăși viteza critică de curgere a apei în strat;

— distribuirea și reglarea cantităților de apă, în sisteme amenajate, conform cerințelor planificate și a scopului urmărit (problema tarifării – taxării apelor).

— urmărirea indicilor de calitate ai apelor epurate care constituie indicatori ai autorizației de funcționare.

— stabilirea corecțiilor ce trebuie aduse datelor hidrometrice de la posturile din rețeaua hidrologică de stat, influențate prin lucrări de captare sau de

evacuare pentru folosințele de apă, în vederea stabilirii regimului natural și a verificării bilanțului.

Realizarea acestor obiective reprezintă una dintre condițiile necesare pentru ca sursele de apă, care reprezintă o mare bogăție naturală (apa lor fiind utilizabilă practic în toate ramurile economiei naționale), să fie folosite cu maximum de eficacitate pentru dezvoltarea economică a țării și, totodată, să fie asigurată protecția lor ca factor al mediului înconjurător.

14.2. Instalații de măsurare a debitelor

Mijloacele de măsurare a debitelor de apă sunt dispozitive specifice unei metode de măsurare (a debitului de apă), care indică sau înregistrează în timp debitul sau volumul de apă ce traversează secțiunea curentului în dreptul căreia sunt instalate. Un mijloc de măsurare a debitului de apă se compune din două părți distincte:

- elementul primar (de bază) — un dispozitiv sau instalație în contact cu apa în mișcare supusă măsurării, care generează sau pune în evidență, într-un mod specific, o mărime caracteristică (diferență de presiune sau de nivel, volum etc.), variabilă cu debitul;

- elementul secundar (auxiliar) — un dispozitiv, instalație sau aparatură, prin intermediul căreia mărimea caracteristică se poate citi, transforma în debite sau în volume, cu sau fără înregistrare simultană a mărimilor citite sau prelucrate.

Elementul primar determină apartenența unui mijloc de măsurare la o metodă sau alta de măsurare a debitului. Elementul secundar nu este specific metodei de măsurare a debitului, aceluiași element primar putându-i-se atașa dispozitive auxiliare funcționând pe principii diferite.

Se deosebesc două feluri de mijloace de măsurare:

- mijloace de măsurare normalizate: mijloace de măsurare special dimensionate și instalate cu destinația de a măsura debite, după relații de calcul și norme consacrate. Trasarea curbei caracteristice (adică reprezentarea grafică a debitului în funcție de mărimea caracteristică) se poate face în aceste cazuri direct prin calcul, fără etalonări prealabile;

- mijloace de măsurare improvizate: construcții, instalații sau echipamente existente pe traseul unui circuit de apă, având altă destinație funcțională decât aceea de a măsura debitele de apă și care pot fi amenajate pentru măsurarea debitelor de apă prin introducerea unui aparat auxiliar și cu o etalonare corespunzătoare pentru determinarea curbei caracteristice.

Mijloacele de măsurare pot fi fixe sau mobile, în funcție de scopul urmărit. Astfel, pentru scopuri de exploatare (sau etalonări la stand) se utilizează mijloace de etalonare fixe, care se atașează circuitului respectiv și au funcționarea continuă,

asfel încât, mărimea caracteristică, debitul sau debitul integrat se poate afla în aparatul auxiliar respectiv în momentul dorit.

Pentru tarări „in situ” sau evaluări ocazionale ale debitului se utilizează în schimb mijloace de măsurare comportând aparatură și instalații mobile, care se atașează circuitului pe o perioadă scurtă, în scopul măsurării debitului numai la un moment dat. Determinarea debitului în aceste cazuri nu este imediată, necesitând de obicei un program complex de determinări și prelucrări ulterioare, în scopul obținerii mărimii caracteristice sau debitului care a traversat secțiunea de măsurare la data efectuării măsurătorii.

Sistemul de curgere, adică modul în care se produce curgerea în raport cu condițiile de contact, este un element important în hidrometrie, majoritatea mijloacelor de măsurare fiind specializate numai printr-un anumit sistem. Se deosebesc:

- sistem (de curgere) cu nivel liber, în care lichidul în mișcare are o suprafață liberă în contact cu atmosfera sau cu un gaz (de exemplu, un canal sau o conductă parțial umplută cu apă);

- sistem (de curgere) sub presiune, în care fluidul în mișcare umple complet spațiul de curgere (de exemplu, conductă umplută cu apă).

Calitatea apei de măsurat, sub aspectul conținutului solid, are de asemenea importanță în măsurarea debitelor. Deosebim astfel:

- apă limpede: apă care nu are suspensii ce se depun atunci când lichidul este în repaus;

- apă cu suspensii: apă care conține suspensii solide, a căror depunere nu se produce în limitele vitezelor de lucru din dreptul secțiunii de măsurare;

- apă cu material târât: apă cu un conținut solid ce se depune sau este târât de către curentul de apă în limitele vitezelor de lucru din dreptul secțiunii de măsurare.

Se deosebesc următoarele metode mai importante pentru măsurarea debitelor de apă:

- metoda geometrică;
- metoda volumetrică;
- metoda gravimetrică;
- metoda modificării secțiunii de curgere;
- metoda centrifugală;
- metoda explorării câmpului de viteze;
- metoda rezistenței la înaintare a corpurilor;
- metoda injectării;
- metoda loviturii de berbec;
- metoda electromagnetă;
- metoda termoelectrică;
- metoda ultrasonică.

Definiția metodelor de măsurare enumerate mai sus este dată în mod centralizat în tabelul 14.1.

Din multiplele instalații concepute pentru măsurarea debitelor vor fi prezentate câteva mai semnificative.

14.3. Instalații de măsurare a debitelor pe canale cu scurgere liberă

Dintre instalațiile cele mai utilizate pentru măsurarea debitelor transportate pe canale cu scurgere liberă se menționează: *deversoarele și canalele de măsurare*.

Măsurarea debitelor cu ajutorul deversoarelor. Curgerea peste un deversor are loc ca urmare a diferenței de nivel a suprafeței apei, între partea amonte și aval a acesteia, debitele deversate depinzând de elementele geometrice și hidraulice ale deversorului.

După forma profilului transversal, deversoarele se clasifică în trei categorii:

- deversoare cu perete subțire (sau cu muchie ascuțită);
- deversoare cu profil practic;
- deversoare cu prag lat.

Dintre aceste categorii de deversoare, în practica măsurării debitelor se utilizează cel mai mult deversoarele cu perete subțire, datorită construcției lor extrem de simple și faptului că formulele stabilite pentru calculul debitelor scurse peste aceste deversoare dau rezultate suficient de exacte.

În privința secțiunii de curgere a deversoarelor cu pereți subțiri, cele mai utilizate sunt deversoarele dreptunghiulare și triunghiulare și, în mai mică măsură, cele trapezoidale și circulare. Rezultatele experimentale pentru aceste tipuri de deversoare au fost obținute pentru cazul în care fundul canalului în zona secțiunii de măsurare este orizontal, iar perețele care formează deversorul este vertical și, în același timp, perpendicular pe pereții laterali ai canalului de acces.

Pentru ca deversorul să fie considerat cu perete subțire, trebuie ca grosimea peretelui să nu depășească $0,65 h$, în care h este înălțimea lamei de apă care trece prin deversor.

Grosimea muchiei deversorului trebuie să fie mai mică de 2 mm și se realizează în mod obișnuit din oțel, indiferent din ce material este confecționat peretele deversorului. Trecerea de la grosimea crestei deversorului la grosimea peretelui propriu-zis se face sub un unghi de 60° , pentru a se elimina tendința de aderență la perete a lamei deversante (fig. 14.1).

Tabelul 14.1

Caracteristicile metodelor de măsurare a debitelor de apă

Nr. crt.	Termen	Noțiune	Mărimi caracteristice
1.	Metoda geometrică	Metodă care folosește legătura funcțională între debit și mărimi caracteristice, geometrice și hidraulice ale curgerii.	— secțiune udă; — raza hidraulică; — panta hidraulică.
2.	Metoda volumetrică	Metodă care folosește legătura între debit și timpul în care se scurge un volum de apă măsurabil sau cunoscut.	$\frac{\text{volum}}{\text{timp}}$
3.	Metoda gravimetrică	Metodă care folosește legătura între debit și timpul în care se scurge o masă de apă.	$\frac{\text{masă}}{\text{timp}}$
4.	Metoda micșorării locale a secțiunii de curgere	Metodă care folosește legătura funcțională dintre debit și o înălțime de apă, diferență de presiune, produsă la trecerea curentului printr-un dispozitiv care micșorează local secțiunea de curgere.	— înălțime de apă; — diferență de nivel; — diferență de presiune.
5.	Metoda centrifugală	Metodă care folosește legătura funcțională dintre debit și diferența de presiune ce se creează între latura convexă și latura concavă a scurgerii, în aceeași secțiune transversală, atunci când curentul de apă parcurge o curbă.	— diferență de presiune.
6.	Metoda explorării câmpului de viteze	Metodă bazată pe determinarea distribuției vitezelor sau a vitezei medii într-o secțiune de apă.	— viteză locală; — viteză medie.
7.	Metoda rezistenței la înaintare a corpurilor	Metodă care folosește legătura funcțională dintre debit și mărimea deplasării unui corp de formă specială, sub acțiunea curentului de apă în care este introdus.	— deplasare
8.	Metoda injectării	Metodă în cadrul căreia debitul se determină cu ajutorul unei soluții salinice, colorate sau radioactive, introdusă în curentul de apă.	—

1	2	3	4
8.1.	Metoda diluției cu debit de injectare constant	Metodă de injectare bazată pe introducerea în curentul de apă a unui debit constant, cunoscut, dintr-o soluție salină, colorată sau radioactivă de concentrație necunoscută, și măsurarea concentrației amestecului într-o secțiune din aval în care acesta s-a efectuat complet.	— concentrația amestecului.
8.2.	Metoda diluției cu injectare instantanee	Metodă de injectare bazată pe introducerea instantanee în curentul de apă a unei soluții de volum și de concentrație cunoscute și măsurarea evoluției în timp a concentrației amestecului, într-o secțiune din aval a curentului, în care acesta s-a efectuat complet.	— concentrația amestecului; — timp.
8.3.	Metoda trasorului	Metodă de injectare bazată pe introducerea instantanee în curentul de apă a unei soluții denumite trasor și determinarea timpului de trecere a intensității maxime a amestecului de apă—trasor, între două secțiuni din aval, situate la o distanță cunoscută una de alta.	— intensitatea amestecului; — timp.
9.	Metoda loviturii de berbec	Metodă bazată pe producerea unor suprapresiuni într-o conductă forțată, prin închiderea unui obturator în aval și înregistrarea variației în timp a suprapresiunii.	— suprapresiune; — timp.
10.	Metoda electromagnetă	Metodă care folosește legătura funcțională dintre debit și forța electromotoare indusă, atunci când curentul de apă traversează un câmp magnetic.	— forță electromotoare.
11.	Metoda termoelectrică	Metodă care folosește proporționalitatea dintre debit și diferența de temperatură înainte și după încălzirea electrică a unui conductor introdus în curentul de apă.	— diferență de temperatură.
12.	Metoda ultrasonică	Metodă care folosește proporționalitatea dintre debit și viteza de propagare a ultrasunetelor emise în curentul de apă.	— viteza de propagare a ultrasunetelor.

În privința tehnicii măsurătorilor, se menționează că înălțimea lamei deversante h , cu ajutorul căreia se calculează debitul deversant, se măsoară pe o miră așezată direct în canal sau într-o cameră alăturată comunicând cu canalul, în amonte de creasta deversorului, la o distanță minimă b mai mare sau egală cu $4h$. Pentru a se realiza citirea în condițiile cele mai bune, este necesar să se realizeze în canal o scurgere cât mai uniformă și mai liniștită. În acest scop se utilizează grătare de liniștire, dispuse în două sau trei rânduri. În unele cazuri este suficientă liniștirea apei numai cu un grătar de scânduri care plutește la suprafața apei.

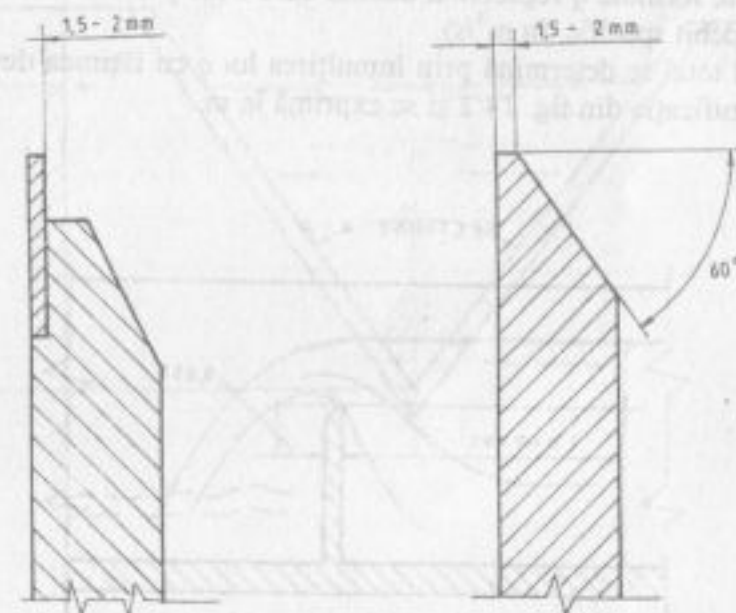


Fig. 14.1. Forme ale crestei deversorului cu perete subțire.

O problemă importantă la determinarea debitelor deversate este, de asemenea, precizarea poziției zero, adică a nivelului crestei deversorului, în raport cu care se stabilește înălțimea lamei deversante h citită pe mira dispusă în amonte.

În cele ce urmează se prezintă formulele de calcul pentru formele cele mai folosite ale deversoarelor cu perete subțire.

Deversorul dreptunghiular. Pentru deversorul dreptunghiular (fig. 14.2) neîncat și fără contracție laterală (când lungimea b a crestei deversorului este egală cu lățimea canalului de acces: $b = B$) se utilizează la calculul debitului deversat următoarele formule:

— formula Bazin:

$$q = \left(0,405 + \frac{0,003}{h} \right) \left[1 + 0,55 \frac{h^2}{(h+p)^2} \right] h \cdot \sqrt{2gh}, \quad (14.1)$$

utilizabilă în limitele $0,1 \text{ m} \leq h \leq 0,6 \text{ m}$;

— formula Rehbock:

$$q = \frac{2}{3} \left(2,673 + 0,36 \frac{h_e}{p} \right) \cdot h_e^{3/2}, \quad (14.2)$$

utilizabilă pentru $h \leq 0,8 \text{ m}$ și unde $h_e = h + 0,0011 \text{ m}$.

În aceste formule q reprezintă debitul care trece peste unitatea de lungime a deversorului (debit specific, în m^3/s).

Debitul total se determină prin înmulțirea lui q cu lățimea deversorului b ; h , b și p au semnificația din fig. 14.2 și se exprimă în m.

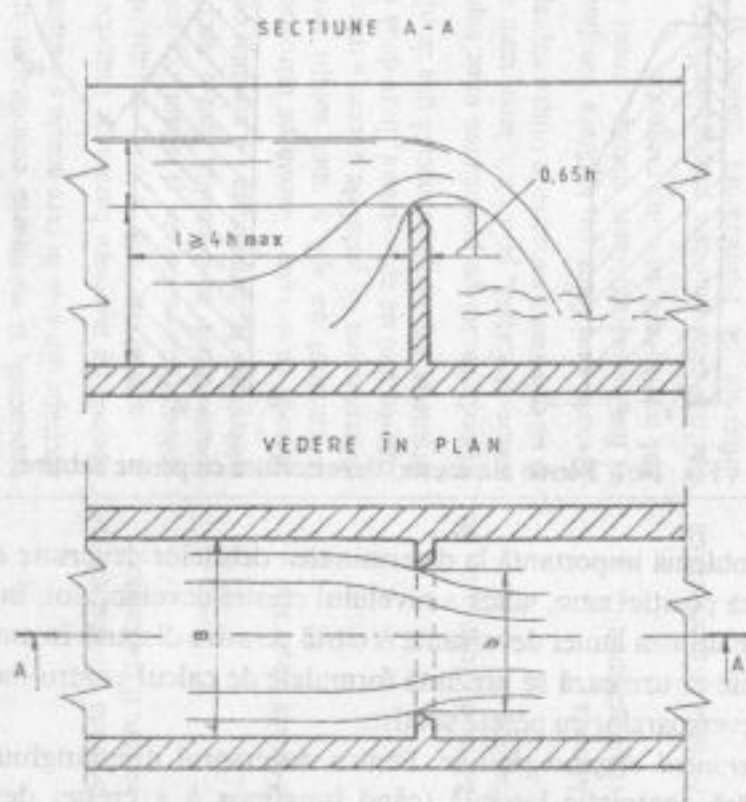


Fig. 14.2. Deversor dreptunghiular.

Pentru a nu perturba curgerea peste deversorul dreptunghiular fără contracție laterală, este necesar ca spațiul de sub lama deversorului să comunice cu atmosfera. În caz contrar, se formează sub lamă un vid parțial, datorită căruia lama se apropie de perete (fără a rămâne stabilă) și provoacă, pentru aceeași sarcină h , o creștere a debitului cu câteva procente.

Deversorul triunghiular (fig. 14.3). Acesta este utilizat în cazurile în care debitele care trebuie măsurate au valori relativ mici. Aceasta, deoarece la variații relativ reduse ale debitului deversat corespund variații sensibile ale înălțimii h a lamei deversante.

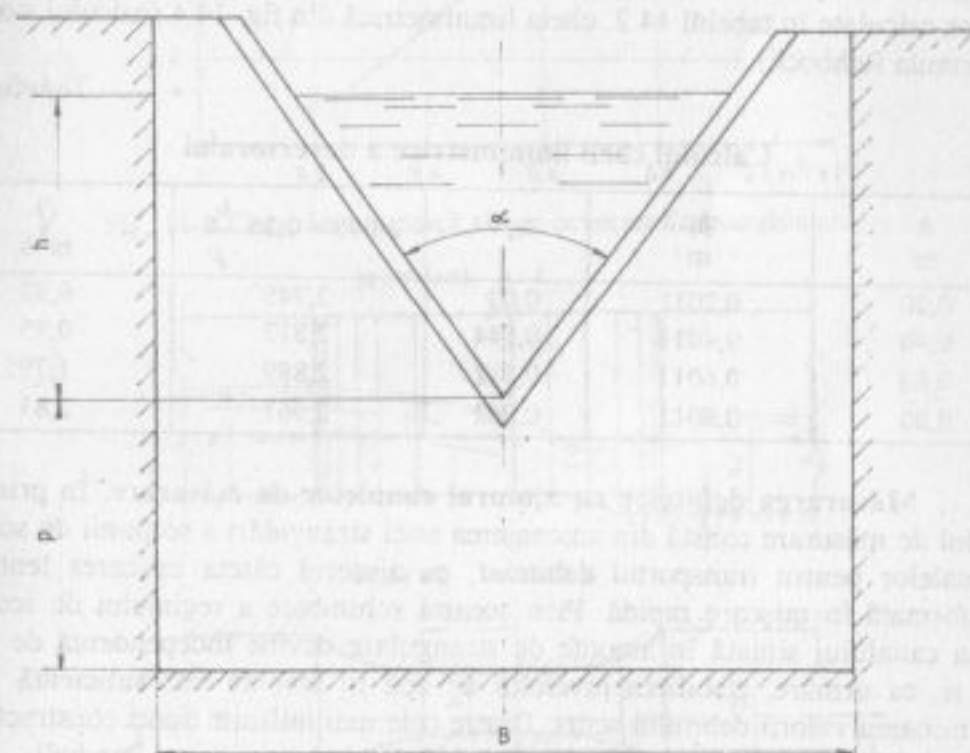


Fig. 14.3. Deversor triunghiular.

Debitul total deversat, în m^3/s , se determină în funcție de h , exprimat în m, fie prin formula lui Thomson:

$$Q = 1,4 h^{5/2}, \quad (14.3)$$

valabilă pentru $0,10 \text{ m} < h < 0,20 \text{ m}$ și $B \geq 0,80 \text{ m}$, fie prin formula propusă de Heyndrick:

$$Q = (1,3643 + 0,01598 h^{-1,25}) \cdot h^{5/2}, \quad (14.4)$$

valabilă pentru $B > 5h$ și $p < 2h$, în care p are semnificația din fig. 14.3.

Ambele formule sunt stabilite pentru deversoare triunghiulare având unghiul egal cu 90° .

Deversoarele trapezoidale și circulare. Acestea se folosesc mai puțin în cadrul instalațiilor pentru măsurarea debitelor. Și pentru acestea există determinarea debitului, în funcție de înălțimea lamei deversante și de elementele geometrice caracteristice.

În practică, pentru cazurile concrete ale diverselor instalații de măsurare a debitelor prin deversoare, se stabilește cheia limnometrică a deversorului, respectiv curba de variație a debitului deversat, în funcție de înălțimea lamei deversante. Astfel, având lățimea $B = 2\text{ m}$ și înălțimea deversorului $p = 1\text{ m}$, rezultă, conform datelor calculate în tabelul 14.2, cheia limnometrică din fig. 14.4 (calculul s-a făcut cu formula Rehbock).

Tabelul 14.2

Calculul cheii limnometrice a deversorului

h m	h_e m	$h_e^{3/2}$	$2,673 + 0,36 \frac{h_e}{p}$	Q m^3/s
0,20	0,2011	0,09	2,745	0,32
0,40	0,4011	0,544	2,817	0,95
0,60	0,6011	0,712	2,889	1,795
0,80	0,8011	0,862	2,961	2,83

Măsurarea debitelor cu ajutorul canalelor de măsurare. În principiu, canalul de măsurare constă din amenajarea unei strângări a secțiunii de scurgere a canalelor pentru transportul debitelor, cu ajutorul căreia mișcarea lentă este transformată în mișcare rapidă. Prin această schimbare a regimului de scurgere, partea canalului situată în amonte de strângare devine independentă de partea aval și, ca urmare, stabilirea nivelului de apă în amonte este suficientă pentru determinarea valorii debitului scurs. Dintre cele mai utilizate tipuri constructive de canale de măsurare se menționează canalul Venturi și dispozitivul Parshall.

Canalul Venturi. Schema acestui mijloc de măsurare a debitelor este dată în fig. 14.5. Secțiunile transversale ale canalului de acces și evacuare în zona amonte și respectiv aval a sistemului de măsurare sunt dreptunghiulare, iar fundul canalului este orizontal în porțiunea de acces.

Racordarea părților laterale între secțiunea curentă a canalului de lățime B și secțiunea strângută de lățime b se realizează prin intermediul unor suprafețe cilindrice. În mod similar se realizează racordarea amonte – aval a fundului canalului.

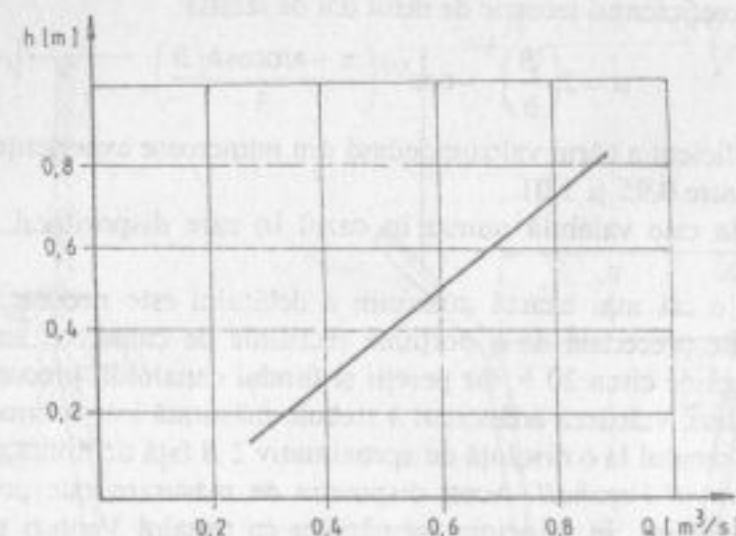


Fig. 14.4. Cheie limnometrică a unui deversor dreptunghiular.

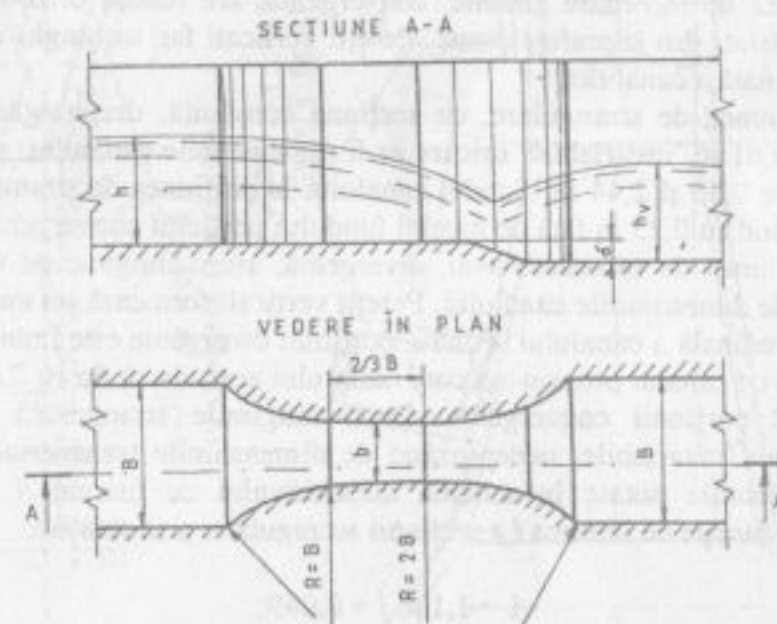


Fig. 14.5. Canal Venturi.

Dacă se notează cu h cota nivelului oglinzii apei în raport cu fundul canalului în amonte de strângare, valoarea debitului care trece prin dispozitivul de măsurare se determină cu formula:

$$Q = c \mu b h \sqrt{2gh}, \quad (14.5)$$

în care: μ este coeficientul teoretic de debit dat de relația:

$$\mu = 2 \left(\frac{B}{b} \right)^{3/2} \cdot \cos^{3/2} \left(\frac{\pi + \arccos b/B}{3} \right); \quad (14.6)$$

c – coeficient a cărui valoare dedusă din numeroase experiențe este cuprinsă între 0,95 și 1,01.

Formula este valabilă numai în cazul în care dispozitivul de încărcare lucrează neîncet.

Pentru o cât mai exactă măsurare a debitului este necesar ca porțiunea stragulată să fie precedată de o porțiune rectilinie de canal, cu secțiune dreptunghiulară, lungă de circa $20b$, iar pereții și fundul canalului, precum și ai stragulării să fie netezi; valoarea adâncimii h trebuie măsurată într-o cameră alăturată, comunicând cu canalul la o distanță de aproximativ $2B$ față de limita stragulării.

Dispozitivul Parshall. Acest dispozitiv de măsurare este prezentat schematic în fig. 14.6. Este în principiu asemănător cu canalul Venturi și are o largă utilizare la stațiile de epurare.

Partea de racordare amonte, convergentă, are fundul orizontal și pereții verticali, realizați din suprafețe plane. Pereții verticali fac un unghi de $11^\circ 10'$ cu axa longitudinală a canalului.

Porțiunea de stragulare, cu secțiune constantă, dreptunghiulară, are o lungime de 0,61 m, invariabilă, oricare ar fi dimensiunile canalului, și lățimi care pot varia între 0,35 și 2,44 m. Fundul canalului în porțiunea de stragulare este în pantă, coborând cu 0,23 m față de nivelul fundului porțiunii convergente.

Porțiunea de racordare aval, divergentă, are o lungime de 0,914 m, independentă de dimensiunile canalului. Pereții verticali formează un unghi de $9^\circ 28'$, cu axa longitudinală a canalului. Fundul porțiunii divergente este îmbinat, astfel ca la racordarea cu canalul propriu-zis cota radierului acestuia să fie cu 7,6 cm mai jos decât fundul porțiunii convergente. Deci, lungimile stragulării și porțiunii divergente sunt invariabile, nedepinzând de dimensiunile transversale ale dispozitivului. Mărimile notate în schema dispozitivului cu literele A , B și B' se determină în funcție de lățimea l a secțiunii stragulate, prin relațiile:

$$\begin{aligned} A &= 1,196 l + 0,049; \\ B &= 0,5 l + 1,22; \\ B' &= l + 0,305, \end{aligned} \quad (14.7)$$

în care toate dimensiunile sunt exprimate în metri.

Citirea nivelului amonte se face într-o cameră de liniștire, situată la distanța de $2/3 B$ de limita stragulării. Deoarece dispozitivul de măsură Parshall

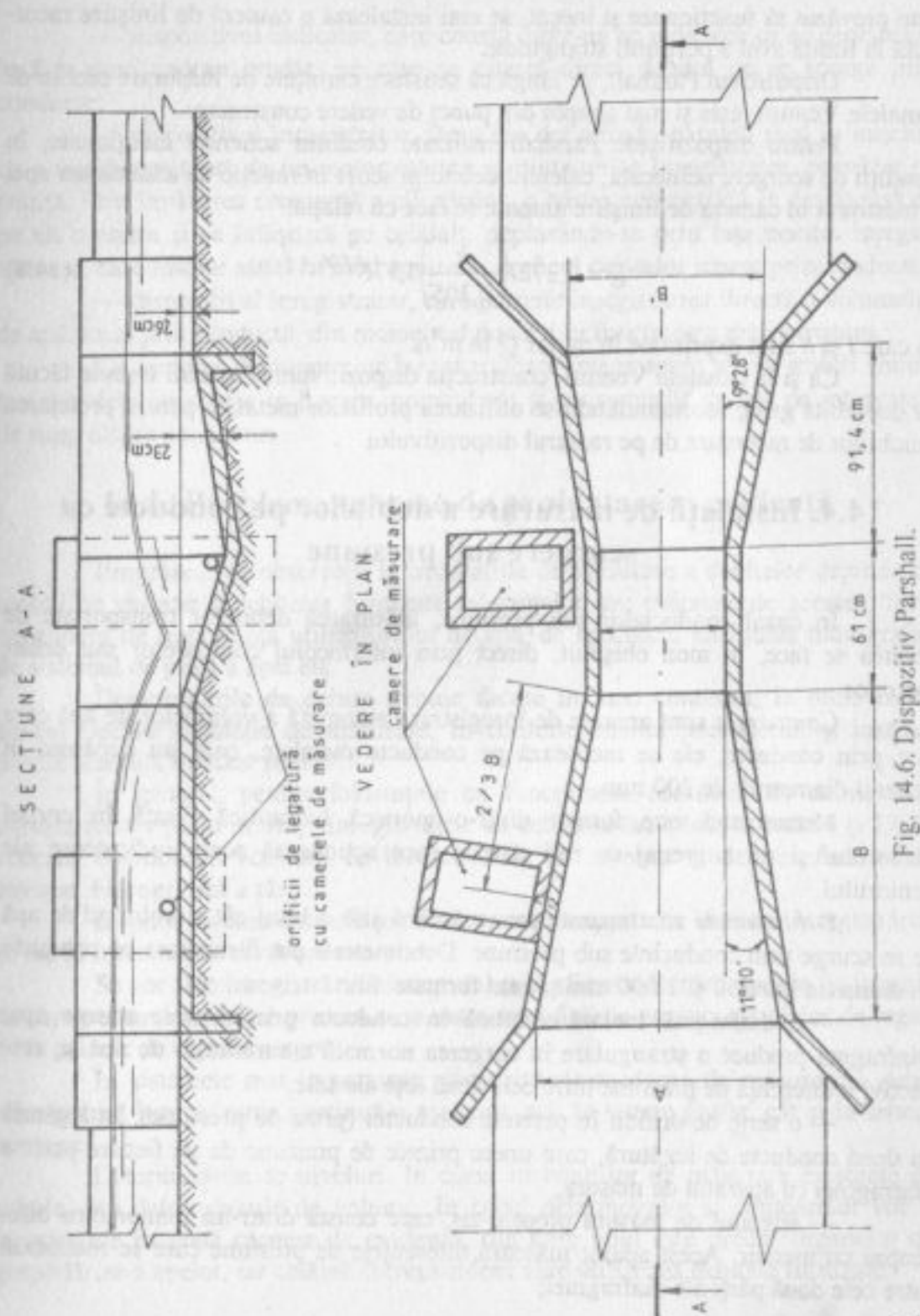


Fig. 14.6. Dispozitiv Parshall.

este prevăzut să funcționeze și înecat, se mai instalează o cameră de liniștire racordată la limita aval a porțiunii strangulate.

Dispozitivul Parshall, pe lângă că satisface cerințele de măsurare oferite de canalele Venturi, este și mai simplu din punct de vedere constructiv.

Pentru dispozitivele Parshall realizate conform schemei menționate, în condiții de scurgere neînecată, calculul debitului scurs în funcție de adâncimea apei h măsurată în camera de liniștire amonte se face cu relația:

$$Q = 0,372 l \left(\frac{h}{0,305} \right)^{1,57 l^{0,026}} \quad (14.8)$$

în care l și h sunt exprimate în m, iar Q în m^3/s .

Ca și la canalele Venturi, construcția dispozitivului Parshall trebuie făcută cu deosebită grijă, recomandându-se utilizarea profilelor metalice pentru protejarea muchiilor de racordare de pe radierul dispozitivului.

14.4. Instalații de măsurare a debitelor pe conducte cu scurgere sub presiune

În cazul conductelor sub presiune, măsurarea debitelor transportate de acestea se face, în mod obișnuit, direct prin intermediul contoarelor sau debitmetrelor.

Contoarele sunt aparate de înregistrare automată a volumelor de apă care trec prin conducte; ele se montează pe conducte metalice, care nu depășesc în general diametrul de 200 mm.

Mecanismul este format dintr-o morișcă hidraulică fixată în corpul contorului și un angrenaj de roți dințate care acționează acele indicatoare ale contorului.

Debitmetrele sunt aparate care măsoară atât debitul cât și volumul de apă ce se scurge prin conductele sub presiune. Debitmetrele pot fi montate pe conducte cu diametre între 50 și 1 000 mm și sunt formate din:

- o diafragmă inelară montată în conducta prin care se scurge apa. Diafragma produce o strangulare în curgerea normală a curentului de apă și, respectiv, o diferență de presiune între cele două fețe ale sale;

- o serie de orificii în peretele conductei (prize de presiune), în legătură cu două conducte de legătură, care unesc prizele de presiune de pe fiecare parte a diafragmei cu aparatul de măsură;

- aparatul de măsură propriu-zis, care constă dintr-un manometru diferențial cu mercur. Acest aparat măsoară diferențele de presiune care se realizează între cele două părți ale diafragmei;

- dispozitivul indicator, care constă dintr-un ac indicator ce se deplasează în fața unui cadran gradat, pe care se citește direct debitul ce se scurge prin conducte;

- dispozitivul înregistrator, făcut din doi cilindri paraleli puși în mișcare cu o viteză constantă de un motor electric și dintr-un ac înregistrator, prevăzut cu peniță. Prin învârtirea constantă a cilindrilor, o hârtie milimetrică se desfășoară de pe un cilindru și se înfășoară pe celălalt, deplasându-se prin fața peniței înregistratoare, care înscrie astfel în mod continuu graficul debitelor scurse prin conducte;

- dispozitivul înregistrator, care permite înregistrarea directă a volumului de apă scurs prin conductă, din momentul punerii în funcțiune a debitmetrului.

Cu ajutorul debitmetrelor înregistratoare integrate se pot stabili simultan atât debitele scurse în fiecare moment cât și consumurile de apă pe intervalele de timp dintre două citiri.

14.5. Probleme tehnice de exploatare și evidență

Programul de observații la instalațiile de măsurare a debitelor depinde de modul de variație a debitelor furnizate folosințelor sau evacuate de acestea, fiind dependent de importanța utilizatorului de apă, de specificul bazinului hidrografic, de sistemul de plată a apei etc.

Determinările de debite trebuie făcute în mod continuu, la orele fixate pentru fiecare instalație de măsurare, în conformitate cu prevederile și instrucțiunile stabilite în acest sens.

În general, pentru folosințele cu funcționare continuă, cu debite care variază relativ puțin în timp, înregistrările de debite se fac zilnic la orele 7 și 17, în vederea coordonării acestora cu înregistrările de niveluri și debite efectuate în rețeaua hidrografică a țării.

În cazul în care debitele prezintă variații importante în timp, înregistrările se fac la intervale de două ore sau orar.

Se vor face înregistrări la începutul și la sfârșitul livrării apei în instalațiile de captare (sau evacuare) precum și la toate modificările poziției stăvilor de reglaj de la prizele de captare a apei.

În sistemele mai importante, dispozitivele moderne de măsurare a debitelor permit înregistrarea continuă a acestora, atât în sistem grafic, cât și în sistem numeric.

Determinările de niveluri, în cazul instalațiilor de măsurare existente pe canale, sau determinările de volume, în cazul debitmetrelor și contoarelor vor fi înregistrate în două carnete de evidență, din care unul este predat organelor de gospodărire a apelor, iar celălalt întreprinderii care utilizează debitele furnizate.

Bibliografie

1. Băloiu, V. *Gospodărirea apelor*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1971.
2. Boemond, R., Vuichard, R. *Parametres de la qualité des eaux*. Paris, 1973.
3. Chiriac, V. *Instalații pentru epurarea apelor reziduale*. Editat de Comitetul de Stat al Apelor, București, 1966.
- ✓ 4. Chiriac, V., Filotti, A. *Prevenirea și combaterea inundațiilor*. Editura Ceres, București, 1980.
5. Constantinescu, Gh. *Contribuții la soluționarea sistemelor de epurare a apelor uzate cu cantități mari de substanțe organice*. Teză de doctorat, I.C.B., București, 1981.
- ✓ 6. Crețu, Gh. *Optimizarea sistemelor de gospodărire a apelor*. Editura Facla, Timișoara, 1980.
7. Donald, J. Johnson. *Disinfection Water and Wastewater*. ANN ARBOR SCIENCE U.S.A., 1975.
8. Drobot, R. *Bazele gospodăririi apelor*. I.C.B., București, 1983.
9. Ghederim, V. *Contribuții la tehnologia de deshidratare a nămolurilor provenite din epurarea apelor uzate*. Studii de protecția și epurarea apelor, vol. XIV, București, 1971.
10. Ghederim, V. *Condiționarea nămolurilor*. În: Protecția, tratarea și epurarea apelor, Editat de Consiliul Național al Apelor, București, 1975.
11. Gueron, I. *Stabilizarea nămolurilor*. În: Protecția, tratarea și epurarea apelor, Editat de Consiliul Național al Apelor, București, 1975.
12. Hortopan, I., Filotti, A. *Gospodărirea apelor*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1961.
13. Măruță, Al., Chiriac, V. *Probleme actuale ale apei*. Editura Ceres, București, 1981.
14. Murgoci, C. *Contribuții la optimizarea procesului de epurare biologică a apelor uzate orășenești în bazine cu nămol activ*. Teză de doctorat, I.C.B., București, 1987.
15. Negulescu, C.A.L. *Contribuții la epurarea biologică a apelor uzate de la crescătoriile industriale de porci*. Studii de epurare a apelor, vol. XVIII, București, 1978.
16. Negulescu, M. *Epurarea apelor uzate industriale*. Editura Tehnică, București, 1969.
17. Negulescu, M., Secară, E. *Exploatarea stațiilor de epurare*. Editura Tehnică, București, 1976.
- ✓ 18. Negulescu, M. *Epurarea apelor uzate orășenești*. Editura Tehnică, București, 1974.
- ✓ 19. Negulescu, M. *Epurarea apelor uzate industriale*. Editura Tehnică, București, 1987.
- ✓ 20. Ognean, T., Vaicum, L.M. *Modelarea proceselor de epurare biologică*. Editura Academiei R.S.R., București, 1987.
21. Popescu, V. *Epurarea avansată*. În: Protecția, tratarea și epurarea apelor, Editat de Consiliul Național al Apelor, București, 1975.
22. Ștefănescu, L. *Stabilirea de corelații între caracteristicile de sedimentare ale nămolului activ și condițiile de exploatare a instalațiilor de epurare cu referire la umflarea nămolurilor*. Studii de epurare a apelor, vol. XX, București, 1980.
23. Teodoreanu, I., Filotti, A. și colab. *Gospodărirea apelor*. Editura Ceres, București, 1973.

24. U.N. Economic Commission for Europe. *Protection of Water Resources and Aquatic Ecosystems*. New York, 1993.
25. Vaicum, L.M. *Epurarea apelor uzate cu nămol activ*. Editura Academiei R.S.R., București, 1981.
26. *** *Îndrumar tehnic pentru măsurarea debitelor de apă*. C.N.A., 1981.
27. *** *Operation of wastewater treatment plants*. WPCF, Washington 16 DC, 1961.
28. *** STAS 4162-80. Canalizări. Decantoare. Prescripții generale de proiectare.
29. *** STAS 11566-82. Canalizări. Bazine de aerare cu nămol activ.
30. *** STAS 4162/2-82. Canalizări. Decantoare secundare.
31. *** STAS 4706-88. Ape de suprafață. Categori și condiții tehnice de calitate.
32. *** Buletin de informare și documentare, I.S.L.G.C., 1987.
33. *** Catalog de utilaje și echipamente pentru apă - canal, I.S.L.G.C., 1985.
34. *** Colecția „Buletin Informativ de Gospodărire Comunală și Locativă” - APPLGL, București, 1990-1996.
35. *** Colecția „ROMAQUA” CNPDAR, București, 1995-1997.
36. *** Colecția revistei „Mediul înconjurător”, I.C.I.M., București, 1990-1994.
37. *** Colecția revistei „Hidrotehnica”, C.N.A. - R.A. Apele Române, București, 1980-1994.
38. *** Normativ pentru proiectarea tehnologică a stațiilor de epurare orășenești P. 28-64.
39. *** STAS 11565-82. Platforme pentru uscarea nămolului fermentat din stațiile de epurare orășenești.
40. *** STAS 12278-84. Bazine de fermentare a nămolurilor la stațiile de epurare ale centrelor populate.
41. *** STAS 10859-84. Stații de epurare a apelor uzate provenite de la centrele populate - studii și cercetări pentru proiectare.
42. *** STAS E 12264-84. Separatoare de grăsimi la stațiile de epurare orășenești. Prescripții generale de proiectare.

10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

ANEXE

Anexa 1

Extras din Decretul 414/1970

Valorile limită admisibile ale principalelor substanțe poluante sau indicatorilor de încărcare din apele uzate înainte de evacuarea acestora în cursurile de apă*

Nr. Crt.	Substanța poluantă sau indicatorul de încărcare	U/M	Valorile limită admisibile în funcție de gradul de diluție care se realizează		
			Grad de diluție**		
			1	50	100***
1	2	3	4	5	6
1	Materii în suspensie	mg/dm ³	25	100	200
2	Consum biochimic de oxigen (CBO ₅)	mg/dm ³	15	60	100
3	Hidrogen sulfurat și sulfuri (H ₂ S)	mg/dm ³	0,1	1	2
4	Cianuri (CN)	mg/dm ³	0,1	1	2
5	Fier total ionic	mg/dm ³	2	5	8
6	Mercur (Hg)	mg/dm ³	0,01	0,01	0,01
7	Cadmium (Cd)	mg/dm ³	0,1	0,1	0,1
8	Plumb (Pb)	mg/dm ³	0,2	0,2	0,2
9	Zinc (Zn)	mg/dm ³	0,1	0,5	1

Anexa 1 (continuare)

1	2	3	4	5	6
10	Detergenți anionici biodegradabili	mg/dm ³	0,5	15	30
11	Fenoli antrenabili cu valori de apă	mg/dm ³	0,02	0,3	0,5
12	Concentrația ionilor de hidrogen (pH)	unități pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5

* Valorile limită ale principalelor substanțe poluante nu se referă la evacuarea apelor uzate în subteran, în lacuri naturale sau de acumulare ori în Marea Neagră.

** Gradul de diluție reprezintă raportul dintre debitul mediu lunar și minim anual, cu asigurarea de 95% a cursului de apă receptor, 100% debitul total de ape uzate evacuat. Debitul mediu lunar și minim anual, cu asigurarea de 93% a cursului de apă receptor, se stabilește de către organul de gospodărire a apelor competent, potrivit legii, să emită acorduri, după caz, pentru evacuarea apelor uzate. Pentru unitățile care descarcă ape uzate prin mai multe guri de evacuare, gradul de diluție se determină corespunzător debitului total evacuat.

Valorile limită admisibile ale substanțelor poluante, corespunzătoare gradelor de diluție diferite de cele indicate în anexa nr. 1, se stabilesc prin interpolare.

*** Valorile limită admisibile ale substanțelor poluante, corespunzătoare gradelor de diluție cuprinse între 50 și 100% implică obligatoriu ca evacuarea apelor uzate în cursurile de apă receptoare să se realizeze prin instalații speciale de difuzie-amestec. În caz contrar, se respectă limita înscrisă pentru gradul de diluție 50.

Instalațiile de difuzie-amestec pot fi impuse de organele de gospodărire a apelor competente și la grade de diluție sub 50, de la caz la caz, pentru protecția unor captări de apă amplasate în aval de punctul de evacuare.

Tabelul I

Condiții de calitate a apelor uzate pentru protejarea rețelei de canalizare și a personalului de exploatare a acesteia

Indicatorul normat	U/M	Limita admisă	Metoda de analiză
Temperatura	°C	maximum 40*	—
pH	—	6,5 - 9,0	STAS 8619/3-81(sau cu hârtie indicatoare)
Cianuri (CN ⁻)	mg/dm ³	maximum 1,0	STAS 7685-79
Clor liber (Cl ₂)	mg/dm ³	maximum 1,0*	
Hidrogen sulfurat și sulfuri	mg/dm ³	maximum 1,0*	STAS 7510-66
Substanțe extractibile cu eter de petrol	mg/dm ³	maximum 30	STAS 7587-66
Indicatori pentru protecția betoanelor împotriva agresivității apelor		conform STAS 3349-79	

* Observație: În cazurile în care pe colectorul rețelei de canalizare a centrului populat, în punctul de racord al folosinței, curge în permanență un debit care asigură diluarea corespunzătoare a apelor uzate evacuate de aceasta, întreprinderile care au în exploatare rețeaua de canalizare a centrului populat vor putea stabili, de la caz la caz, condiții de descărcare care să țină seama de diluția realizată. În aceste cazuri, folosințele care se racordează la rețeaua de canalizare a centrului populat sunt obligate să amenajeze căminul de racord corespunzător cu necesitățile de protejare a construcției și cu cele de respectare a condițiilor de salubritate și igienă în spațiul înconjurător.

Tabelul II

Condiții de calitate a apelor uzate pentru asigurarea funcționării normale a proceselor de epurare

Indicatorul normat	Concentrația maximă admisă mg/dm ³	Metoda de analiză
Materii în suspensie	300	STAS 6953-81
Consumul biochimic de oxigen (CBO ₅ , mg O ₂ /dm ³) sau	300	STAS 6560-82
Consum chimic de oxigen (CCO-Cr, mg O ₂ /dm ³)	500	STAS 6954-82
Substanțe fenolice (fenoli antrenabili cu vapori de apă)	30	STAS 7167-65
Detergenți sintetici anionactivi biodegradabili (substanță activă)	30	STAS 7576-66
Crom total (Cr)	1,0	STAS 7884-67
Cupru (Cu)	1,0	STAS 7795-80
Cadmium (Cd)	1,0	STAS 7852-80
Nichel (Ni)	1,0	STAS 7987-67
Zinc* (Zn)	1,0	STAS 8314-69
Plumb (Pb)	1,0	STAS 8637-79

* Observație: În cazul în care în apa de alimentare din rețeaua publică de distribuție cantitatea de zinc este mai mare de 1 mg/dm³, se admite și în apa uzată aceeași cantitate.

Art. 3. - Constituie contravenții în domeniul apelor următoarele fapte, dacă nu sunt săvârșite în astfel de condiții încât, potrivit legii penale, sunt considerate infracțiuni:

1. executarea sau punerea în funcțiune de lucrări, construcții și instalații care au legătură cu apele, precum și modificarea sau extinderea acestora, fără acordul sau autorizația organului competent de gospodărire a apelor ori cu nerespectarea prevederilor acordului sau autorizației;

2. exploatarea sau întreținerea lucrărilor și instalațiilor care au legătură cu apele, fără autorizația organului competent de gospodărire a apelor ori cu nerespectarea prevederilor autorizației;

3. folosirea apelor de suprafață sau subterane, cu excepția apelor minerale și termale, în diferite scopuri, fără acordul sau autorizația organului competent de gospodărire a apelor ori cu nerespectarea prevederilor acordului sau autorizației, cu excepția satisfacerii necesităților gospodăriei proprii;

4. evacuarea de ape uzate, precum și descărcarea de reziduuri și orice alte materiale în ape de suprafață, subterane și în mare, fără acordul sau autorizația organului competent de gospodărire a apelor ori cu nerespectarea prevederilor acordului sau autorizației;

5. nerespectarea, de către persoanele fizice și juridice, a reglementărilor legale în vigoare, în cazurile de poluare a apelor naționale navigabile de către nave sau instalații plutitoare, de peste 150 CP, sub orice pavilion;

6. neanunțarea organului competent de gospodărire a apelor cu privire la avariile care au produs pagube materiale prin poluări accidentale, de către agenții economici poluanți, precum și neluarea de măsuri operative pentru înlăturarea cauzelor și efectelor acestora;

7. neaducerea la îndeplinire a măsurilor dispuse anterior de organele de control, la termenele stabilite, de comun acord cu agenții economici, precum și a solicitărilor legale ale organului competent de gospodărire a apelor;

8. nerespectarea obligației agenților economici de a solicita autorizația organului competent de gospodărire a apelor, la termenele stabilite de comun acord cu aceștia, cu ocazia efectuării controlului;

9. lipsa planurilor de apărare împotriva inundațiilor, fenomenelor meteorologice periculoase și accidentelor la construcții hidrotehnice la nivel de obiectiv, precum și nerespectarea acestora și a planurilor locale de apărare;

10. nerespectarea, de către persoanele fizice și juridice, a regimului impus de organul competent de gospodărire a apelor, în zonele de protecție a apelor;

11. refuzul persoanelor fizice și juridice de a prezenta organelor abilitate acordurile, autorizațiile sau orice alte documente necesare pentru efectuarea controlului, inclusiv de a participa la control cu reprezentanți de specialitate;

12. refuzul de a permite organelor de control accesul la ape, pe terenurile și în incintele utilizatorilor de apă sau deținătorilor de lucrări, precum și în orice alt loc unde este necesar a efectua constatări, a preleva probe de apă sau a interveni în aplicarea prevederilor legale;

13. neorganizarea măsurării debitelor captate și a debitelor evacuate prin instalații corespunzătoare, echipate cu aparatură de măsură, precum și neefectuarea operațiunilor metrologice, în conformitate cu prevederile legale;

14. deversarea apelor uzate în rețele de canalizare ale localităților sau ale obiectivelor industriale, cu nerespectarea condițiilor stabilite de organele de exploatare a rețelelor respective sau fără aprobarea acestor organe;

15. folosirea de canale deschise în afara incintelor stațiilor de epurare, pentru scurgerea apelor fecaloide sau a apelor toxice industriale, fără aprobarea organului competent de gospodărire a apelor sau cu nerespectarea prevederilor acesteia;

16. folosirea, transportul, manipularea și depozitarea de reziduuri sau substanțe chimice, fără asigurarea condițiilor de evitare a poluării, directă sau indirectă, a apelor de suprafață sau subterane;

17. spălarea mijloacelor de transport, a obiectelor sau a instalațiilor de orice fel, în apa râurilor, lacurilor naturale și artificiale;

18. depozitarea în albiile sau pe malurile cursurilor de apă, canalelor, lacurilor, bălților, pe plaja și pe faleza mării, pe baraje și diguri sau pe zonele de protecție a acestora, a materialelor de orice fel care modifică regimul de curgere a apelor;

19. neîntreținerea corespunzătoare a malurilor sau albiilor în zonele stabilite de organul competent de gospodărire a apelor, de către cei cărora li s-a recunoscut un drept de folosire a apei sau de către deținătorii de lucrări;

20. plantarea, tăierea ori distrugerea arborilor, pomilor, tufelor, semănăturilor perene și puieților, pășunatul și cositul în albiile cursurilor de apă, în cuvelele acumulărilor și pe malurile lor sau pe baraje, diguri și în zonele de protecție a acestora, precum și plantarea de stâlpi pe baraje și diguri, fără aprobarea organului competent de gospodărire a apelor sau cu nerespectarea prevederilor acesteia;

21. exploatarea carierelor de piatră sau extragerea pietrișului, nisipului sau a altor materiale din albiile sau malurile cursurilor de apă, canalelor, lacurilor, de pe plaja sau de pe faleza mării, fără aprobarea organului competent de gospodărire a apelor sau cu nerespectarea prevederilor acesteia;

22. dislocarea sau deteriorarea reperelor, mirelor hidrometrice sau a altor însemne tehnice sau topografice, așezate în albiile sau pe malurile cursurilor de apă, canalelor, lacurilor, bălților, pe plaja și pe faleza mării, precum și în zona barajelor, forajelor hidrogeologice și a altor lucrări hidrotehnice;

23. construirea de poduri și instalarea de conducte, linii aeriene prin, peste sau sub albiile râurilor și lucrări, construcții și instalații care au legătură cu apele, ori în zonele de protecție a acestora, fără acordul organului competent de gospodărire a apelor sau cu nerespectarea prevederilor acestuia;

24. dislocarea, deteriorarea și manevrarea de către persoane neautorizate a stăvilarelor, grătarelor, vanelor, barierelor, a altor construcții și instalații hidrotehnice, hidrometrice și pluviometrice;

25. nerespectarea, de către persoanele fizice și juridice, a restricțiilor în folosirea apelor și a altor măsuri stabilite de organul competent de gospodărire a apelor, în perioadele de secetă sau de ape mari;

26. efectuarea de arături, săpături, gropi sau șanțuri, pe maluri și în albiile cursurilor de apă sau canalelor, precum și în baraje, diguri sau în zonele de protecție a acestor lucrări, fără aprobarea organului competent de gospodărire a apelor sau cu nerespectarea prevederilor acesteia;

27. circulația cu vehicule, trecerea cu animale sau staționarea acestora pe baraje, diguri sau canale, cu excepția locurilor anume destinate în acest scop sau în caz de intervenții operative, autorizate de organele competente de gospodărire a apelor.