

MODULUL II

3

APA. POLUAREA ȘI DEPOLUAREA APEI

OBIECTIVE:

- Cunoașterea răspândirii și importanței apei
- Calitatea apei
- Clasificarea apelor. Categoriile de ape
- Cunoașterea surselor de poluare a apei
- Identificarea agenților poluanți ai apei
- Metode de epurare a apelor uzate

Termeni cheie:

- *Ape uzate, ape reziduale*
- *Ape tehnologice, ape menajere, ape meteorice*
- *Emisar*
- *Epurarea apelor*
- *Floculare, coagulare, flotație*
- *Tratare primară, secundară, terțiară*
- *Tratare fizică, chimică, biologică*

3. APA. POLUAREA APEI

Apa = substanța minerală cea mai răspândită pe suprafața pământului și are un rol primordial în dezvoltarea social – economică a unei națiuni [1].

3.1. RĂSPÂNDIREA, GOSPODĂRIREA ȘI CALITATEA APEI

Consumul de apă dă gradul de civilizație al unei țări. El variază între 3 litri/om/zi în zonele aride ale Africii și 1054 litri/om/zi la New-York.

Problema gospodăririi și consumului de apă este foarte importantă: de exemplu, dacă fiecare om ar consuma, în medie, 200 l zilnic, în cursul unui an, ar trebui ca înălțimea pânzei de apă să scadă cu 0,64 mm.

În ultimul deceniu se lucrează după conceptul de utilizare durabilă a resurselor de apă, care face parte integrată din conceptul de *dezvoltare durabilă*.

În natură apa se găsește în proporții diferite în *hidrosferă*, *atmosfera* și *litosferă* (tabelul 3.1).

Tabelul 3.1. Distribuția apei pe planeta Pământ [2]

Sursa de apă	Volumul de apă, km ³	% față de volumul total de apă
Mări și oceane	1370*10 ⁶	97,5
Distribuția apei dulci pe Terra		% față de volumul de apă dulce
Calote glaciare și ghețari	27,097*10 ⁶	77,19
Apele subterane și umiditatea din sol	7,87*10 ⁶	22,41
Lacuri și mlaștini	0,123*10 ⁶	0,35
Atmosfera	0,014*10 ⁶	0,04
Râuri	0,0035*10 ⁶	0,01
Volum total de apă dulce	35,107*10 ⁶	100
Volum total de apă	1405,107*10 ⁶	100,00

Apa nu numai că trebuie să fie prezentă în cantități importante, dar ea trebuie să îndeplinească *anumite criterii de calitate* [3].

Calitatea apei = ansamblul caracteristicilor fizice chimice, biologice și bacteriologice, exprimate cuantificat, care permit încadrarea probei într-o categorie, căpătând astfel însușirea de a servi unui anumit scop. Planul

mondial de supraveghere a mediului înconjurător GEMS, al Națiunilor Unite prevede urmărirea calității apelor prin trei categorii de parametri [4]:

1. *parametrii de bază*: temperatura, pH-ul, conductivitatea, oxigenul dizolvat, conținut de colibacili;
2. *parametrii indicatori* ai poluării persistente: cadmiu, mercur, compuși organo-halogenati și uleiuri minerale;
3. *parametri opționali*: carbon organic total, consum biochimic de oxigen, detergenți anionici, metale grele, arsenic, clor, sodiu, cianuri, uleiuri totale, streptococi.

În tabelul 3.2 se prezintă condițiile de calitate ale apelor de suprafață, subterane și tratate, precum și metodele specifice de analiză [5].

Tabelul 3.2. Metode de analiză actuale pentru diverse tipuri de ape

Nr. crt.	Indicator	Metoda de analiză în vigoare (STAS, SR sau SR ISO)			Tipul de aparat
		apa din surse de suprafață și ape uzate	apa din surse subterane și apa tratată	tipul de analiză	
1	Prelevare probe		2852/94		echipament de prelevare
2	Gust, miros		6324/61		
3	Temperatură		6325/61	instrumentală	termometru
4	pH		6325/75	instrumentală	pH - metru
5	Culoare		6322/61	instrumentală	spectrometru VIS*
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	CBO3	6560/82		volumetric	termostat
12	Alcalinitate și aciditate		6363/76	volumetric	
13	Duritate		3026/76	volumetric	
14	Calciu		3662/90	volumetric, absorbție atomică	spectrometru AA*
15	Magneziu		6674/77	spectrometric	Spectrometru VIS și AA

Nr. crt.	Indicator	Metoda de analiză în vigoare (STAS, SR sau SR ISO)			Tipul de aparat
		apa din surse de suprafață și ape uzate	apa din surse subterane și apa tratată	tipul de analiză	
16	Sodiu	8295/69	3223/2/80	flamfotometric sau absorbție atomică	flamfotometru, spectrometru AA
17	Potasiu	8295/69	3223/1/80	flamfotometric sau absorbție atomică	flamfotometru, spectrometru AA
18	Cloruri	8663/70	3049/88	Volumetric	
19	Sulfați	8061/70	3069/87	gravimetric	cuptor electric, baie de nisip sau apă
20	Amoniu	8683/70	6328/85	spectrometric	spectrometru VIS
21	Azotați		3048/1/77	spectrometric	spectrometru VIS
22	Azotiți	8990/2/71	3048/2/77	spectrometric	spectrometru VIS
23	Azot total	7312/83		spectrometric	spectrometru VIS
24	Fosfați	10064/75	3265/86	spectrometric	spectrometru VIS
25	Cobalt	8288/69		spectrometrie și absorbție atomică	spectrometru VIS și AA
26	Nichel	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	Aluminiu	9411/83	6326/90		
36	Crom	7884/91			
37	Seleniu		12663/88		
38	Mercur	8045/79	10267/89		

Nr. crt.	Indicator	Metoda de analiză în vigoare (STAS, SR sau SR ISO)			Tipul de aparat
		apa din surse de suprafață și ape uzate	apa din surse subterane și apa tratată	tipul de analiză	
39	Siliciu	9375/73	3225/61	spectrometric	spectrometru VIS
40	Floruri	8910/71	6673/62	volumetric și spectrometric	spectrometru VIS
41	Arsen	7885/67		spectrometric sau absorbție atomică	spectrometru VIS și AA
42	Cianuri	7685/79	10847/77	spectrometric	spectrometru VIS
43	Fenoli	7167/92	10266/87	spectrometric	
44	Paranitrofenoli	13218/95		spectrometric	
45	Sulfocianuri	13183/95		spectrometric	
46	Detergenți	7875/1; 2/84		spectrometric	
47	Sulfuri	7510/66		volumetric sau spectrometric	
48	Clor rezidual		6364/78	volumetric	
49	Bariu		10258/75	spectrometric	spectrometru VIS
50	Pesticide organo-clorurate		12650/88	cromatografic	cromatograf în fază gaz
51	Substanțe extractibile	7587/66		spectrometric	spectrometru VIS
52	Produse petroliere	7877/87			
53	Toluen	8484/69			
54	Anilină	8507/70			
55	Naftalină	8562/70			
56	Hidrazină	8563/70		spectrometric	spectrometru VIS
57	CS ₂	8581/70			
58	α si β naftol	8582/70			
59	Sulf mercaptanic	8684/70			
60	Furfurol	8685/70			
61	Chinolină	8716/70			
62	Uree	13252/95			
63	Benzaldehidă	8717/70			
64	Compuși	8891/71			

Nr. crt.	Indicator	Metoda de analiză în vigoare (STAS, SR sau SR ISO)			Tipul de aparat
		apa din surse de suprafață și ape uzate	apa din surse subterane și apa tratată	tipul de analiză	
	hidroxi-aromatici			grafic	în fază gaz
65	Fenil β naftilamină	11139/78		spectrometric	spectrometru VIS
66	Determinări de biodegradabilitate la detergenți	9888/74		tester	teste specifice
67	Carbon organic total	8285/95		instrumental	analizor de carbon organic
68	Apa utilizată în laboratoarele analitice	3696/95			aparat distilare și bidistilare
69	Reziduu fix	3638/76		gravimetric	etuvă și baie electrică
70	Materii în suspensie, pierdere pentru tratare		6953/81	gravimetric	etuvă, baie de apă și cuptor electric
71	Doze de reactiv pentru tratare			metoda jar-test	agitator multiplu
72	Nitroetilbenzen	13208/94		spectrometric	spectrometru VIS
73	Doza de clor pentru dezinfecție		13158/93		spectrometru VIS
74	Analiza biologică		6329/90		centrifugă, microscop binocular
75	Analiză bacteriologică		3001/91		microscop, autoclavă termostat

*VIS = vizibil; AA= adsorbție atomică

Dintre *criteriile* de clasificare a apei cele mai importante sunt:

- sursa de proveniență;
- domeniul (sectorul) de utilizare.

O ilustrare a diferitelor categoriilor de ape existente în natură este prezentată în tabelul 3.3.

Tabelul 3.3. Clasificarea apei

APA ÎN NATURĂ		
	Categorie	Forme /categori
După sursa de proveniență	Apa de suprafață	- oceane - mări - ghețari - fluvii - râuri - lacuri
	Apa atmosferică	- apa meteorică
	Apa subterană	- straturi acvifere - izvoare
Domeniul de utilizare	Ape industriale	- <i>materii prime</i> pentru diverse industrii - <i>auxiliar</i> în procesele de fabricație (celuloză și hârtie, industria chimică, alimentară, metalurgică etc.) - <i>agent de vehiculare</i> a materiilor prime în industria chimică - <i>purtător de energie</i> (hidroenergie, termoenerie, energie nucleară etc) - <i>agent de răcire/încălzire</i> (industria chimică, de rafinare, celuloză și hârtie, alimentară etc.)
	Apă potabilă	- pentru consum casnic - pentru agricultură

În tabelele 3.4 – 3.6 se prezintă utilizarea apei tehnologice, niveluri de consum specific de apă și volume de ape uzate în anumite sectoare industriale românești.

Așa cum se observă în tabelul 3.6, industria chimică participă la poluarea apelor cu un procent însemnat, care este de circa 3 ori mai mare decât al celorlate industrii.

Tabelul 3.4. Utilizarea apei tehnologice

	Categoria	Utilizare /proces
Apa tehnologică	Dizolvant pentru soluțiile de reactivi sau mediu de reacție	- soluții de hidroxizi, acizi, săruri - polimerizare, industria alimentară, farmaceutică
	Materie primă	- în electroliză
	Apă de răcire	- în răcitoare, condensatoare etc.
	Apă de spălare	- metalurgie, flotație, industria chimică, scrubere
	Apă pentru alimentarea cazanelor	- producerea aburului tehnologic, instalații de termoficare
	Apă distilată, bidistilată și sterilizată	- laboratoare, industria farmaceutică, alimentară, biotehnologii
	Apă potabilă	- casnic și industrial

Tabelul 3.5. Consumuri specifice de apă în industrie

Utilizarea apei	Consumul de apă t apă/t produs
Spălarea cărbunelui	2,3 – 9,0
Fabricarea zahărului	76, 0 – 95,0
Extracția țiteiului	1,0 – 12
Rafinarea petrolului	3 – 70

Tabeleul 3.6. Volumul apelor uzate din România (deversate și tratate)

Domeniu de activitate	Volum ape uzate, milioane m³/an
Alimentare cu energie electrică și termică	2 593 (43 %)
Stații municipale	2 241(37%)
Industria chimică	453 (15%)
Alte industrii	151 (5%)

3.2. SURSE DE POLUARE A APEI

Poluarea apei = orice modificare a compoziției sau calității ei, astfel încât aceasta să devină mai puțin adecvată tuturor, sau anumitor, utilizări ale sale.

Protecția calității apei = păstrarea, respectiv îmbunătățirea caracteristicilor fizic-chimice și biologice ale apelor pentru gospodărirea cât mai eficientă a acestora.

Poluarea apei poate fi împărțită după mai multe criterii:

- 1. după perioada de timp cât acționează agentul impurificator:**
 - a. permanentă sau sistematică;
 - b. periodică;
 - c. accidentală.
- 2. după concentrația și compoziția apei:**
 - a. impurificare = reducerea capacității de utilizare;
 - b. murdărire = modificarea compoziției și a aspectului fizic al apei;
 - c. degradare = poluarea geavă, ceea ce o face improprie folosirii;
 - d. otrăvire = poluare gravă cu substanțe toxice.
- 3. după modul de producere a poluării:**
 - a. naturală;
 - b. artificială (antropică). Poluarea artificială cuprinde: poluarea urbană, industrială, agricolă, radioactivă și termică.
- 4. după natura substanțelor impurificatoare:**
 - a. poluare fizică (poluarea datorată apelor termice);
 - b. poluarea chimică (poluarea cu reziduuri petroliere, fenoli, detergenți, pesticide, substanțe cancerigene, substanțe chimice specifice diverselor industrii);
 - c. poluarea biologică (poluarea cu bacterii patogene, drojdii patogene, protozoare patogene, viermii paraziți, enterovirusurile, organisme coliforme, bacterii saprofite, fungii, algele, crustaceii etc.);
 - d. poluarea radioactivă.

Fenomenele de poluare a apei pot avea loc:

- la suprafață (ex. poluare cu produse petroliere);
- în volum (apare la agenți poluanți miscibili sau în suspensie).

Deoarece poluanții solizi, lichizi sau gazoși ajung în apele naturale direct, dar mai ales prin intermediul apelor uzate, *sursele de poluare a apei sunt multiple.*

Clasificarea surselor de poluare a apei se face după mai multe criterii:

- 1) ***Acțiunea poluanților în timp;*** după acest criteriu distingem următoarele surse [7]:
 - a) *continue* (ex. canalizarea unui oraș, canalizările instalațiilor industriale etc)
 - b) *discontinue temporare sau temporar mobile* (canalizări ale unor instalații și obiective care funcționează sezonier, nave, locuințe, autovehicule, colonii sezoniere etc.)

- c) *accidentale* (avarierea instalațiilor, rezervoarelor, conductelor etc.)
- 2) **Proveniența poluanților.** Acest criteriu împarte sursele de poluare a apei în: a) surse de poluare organizate, și b) surse de poluare neorganizate (tabelele 3.7 și 3.8).
- a) *sursele de poluare organizate* sunt următoarele:
- surse de poluare cu ape reziduale menajere;
 - surse de poluare cu ape reziduale industriale.
- b) *sursele de poluare neorganizate* sunt următoarele:
- apele meteorice;
 - centrele populate amplasate în apropierea cursurilor de apă ce pot deversa:
 - a) reziduuri solide de diferite proveniențe;
 - b) deșeuri rezultate dintr-o utilizare necorespunzătoare.

Tabelul 3.7. Surse de poluare a apei și procesele de proveniență a acestora

Categoria	Sursa	Procesul generator de poluare	Agenții poluanți
Ape uzate industriale	Industria minieră	Prepararea minereurilor metalifere și nemetalifere; Preparațiile de cărbune; Flotațiile; Extracția și prelucrarea minereurilor radioactive.	-săruri de metale grele; -particule în suspensie (argilă, praf de cărbune); -produși organici folosiți ca agenți de flotație; -deșeuri radioactive.
	Industria metalurgică	Procedee pirometalurgice și Hidrometalurgice; Procese de răcire; Procese de spălare.	-suspensii insolubile; - ioni de metale grele; - fenoli; - cianuri; - sulfați;
	Industria chimică	Apa de răcire, dizolvare și reacție din procesele tehnologice de fabricare a substanțelor organice și anorganice	- acizi; - baze; - săruri; - cenușă; - suspensii; - coloranți; - detergenți.

	Sursa	Procesul generator de poluare	Agenții poluanți
Ape uzate industriale	Industria petrolului și petrochimică	Extracția țițeiului, transportul și depozitarea țițeiului și fracțiunilor sale, transportul naval, accidentele tancurilor petroliere	-petrol; -produse petroliere; - compuși fenolici și aromatici; -hidrogen sulfurat; - acizi naftenici.
	Industria termoenergetică	Deversarea lichidelor calde din sistemele de răcire a instalațiilor sau centralelor electrice	- lichide calde (poluare termică)
	Industria alimentară	Procese de fabricare și prelucrare	-substanțe organice; -germeni patogeni.
	Industria celulozei și hârtiei	Procesele de fabricare și prelucrare	- acizi organici; - rășini; - zaharuri; - coloranți; -compuși cu sulf; -suspensii; -celuloză.
Ape uzate menajere	Locuințe Înstituții publice Băi spălători Spitale școli Hoteluri Unități comerciale și de alimentație	Folosirea apei ca agent de spălare și curățare	-produse petroliere; - detergenți; - pesticide; - microorganisme; -paraziți; - substanțe minerale.
Ape uzate agrozootehnice	Agricultura	Irigarea terenurilor agricole	- îngrășăminte; - pesticide; - suspensii.
	Zootehnia	Adăparea animalelor; Salubritatea crescătorilor de animale.	-suspensii organice; - agenți patogeni.
Ape meteorice	Ploaia Zăpada	Contactul precipitațiilor	- ploi acide; - îngrășăminte; - pesticide; -reziduuri animale.

Tabelul 3.8. Clasificarea efluenților industriali

Apele reziduale	
Tipul apei reziduale	Sursa industrială
Cu compuși anorganici	Industria chimică anorganică Ceramică Metalurgie
Cu compuși organici	Industria alimentară Farmaceutică
Cu compuși organici toxici	³ Uzine cocsochimice Rafinării Industria organică de sinteză
Cu compuși micști	Combinat chimice Combinat petrochimice Procese complexe de prelucrare

Dintre sursele industriale prezentate, trebuie remarcat că rafinăriile și combinatele petrochimice sunt, de regulă, interconectate și, prin urmare, apele reziduale conțin atât compuși organici toxici, cât și compuși micști.

3.3. AGENȚII POLUANȚI AI APEI

Multitudinea de surse de poluare a condus la încercarea de împărțire a poluanților apei după mai multe criterii (tabelele 3.9 și 3.10):

Tabelul 3.9. Clasificarea poluanților apei după tipul și natura lor

Criteriul de împărțire	Categoria de poluanți	Poluanții
Tipul poluanților	Substanțe organice	- hidrocarburi; - pesticide; - detergenți.
	Substanțe anorganice	- metale grele; - fosfor; - azot;
	Suspensii	- material steril din mine sau din cariere; - fibre de celuloză și lemn; - diverse deșeuri.

Tipul poluanților Proveniență și caracteristici comune	Produce petroliere	- hidrocarburi din rafinării; - foraj- extracție; -combinat petrochimice; - transport auto, naval și prin conducte.
	Substanțe radioactive	-substanțe din atmosferă; -scăpări de la reactoarele nucleare; - izotopi radioactivi din laboratoare de cercetare.
	Ape termale	- apa caldă din industrie; - apa caldă din centrale termoelectrice.
	Microorganisme patogene	- din spitale; - crescătorii de animale; - ștranduri și locuințe.
Natura poluanților	Poluanți fizici	- substanțe radioactive; - ape termale.
	Poluanți chimici	- plumb; - mercur; - azot și fosfor; - hidrocarburi; - detergenți; - pesticide.
	Poluanți biologici	- microorganisme.

Ca urmare a poluării apei pot fi perturbate următoarele procese:

- a. *Alimentarea cu apă potabilă a centrelor urbane* (impurificarea apei cu reziduuri menajere și industriale, cu germeni patogeni, substanțe toxice etc.);
- b. *Alimentarea cu apă a unităților industriale* (apa tehnologică poate fi impurificată cu anumiți poluanți indezirabili în anumite procese tehnologice);
- c. *Alimentarea cu apă a crescătorilor de animale* (concentrații mici de substanțe toxice pot afecta sănătatea animalelor; concentrații de sare peste 1,5% s-au dovedit mortale pentru animalele de fermă);
- d. *Irigațiile* (plantele pot fi afectate de prezența în apa de irigat a metalelor grele, borului, sodiului etc.);
- e. *Piscicultura* (deversarea în emisar a unor ape reziduale cu substanțe toxice: cianura de sodiu, cuprul, zincul, fenolul, amoniacul etc.);
- f. *Centralele hidroelectrice* (creșterea corozivității apei râurilor și fluviilor aferente centralelor pot avea un impact negativ asupra funcționării normale a utilajelor centralei);

- g. *Sportul de agrement și turismul* (poluarea lacurilor și râurilor de agrement cu alge, de exemplu, poate conduce la mirosuri ofensive și aspecte inestetice care scad interesul turistic);
- h. *Navigația* (poluarea apelor fluviale și marine conduce la creșterea acidității și corozivității acestor ape, cu efecte negative asupra părții metalice a navelor; depozitarea cantitativă a unor substanțe în suspensie poate perturba circulația navelor).

Tabelul 3.10. Clasificarea poluanților apei după modificările proprietăților apei

Criteriul de împărțire	Categoria de poluanți	Poluanții
Modificarea proprietăților chimice și/sau biologice ale apei	Compuși toxici anorganici	- plumb; - mercur; - cupru; - zinc; - crom; - cianuri, etc.
	Compuși organici greu degradabili	- pesticide; - detergenți.
	Săruri fertilizatoare	- azot; - fosfor.
	Săruri organice	- substanțe organice din mine și din exploatări petroliere.
	Microorganisme	- bacterii; - viruși; - paraziți, etc.
Modificarea proprietăților fizice și/sau organoleptice ale apei	Uleiuri Coloranți Substanțe degradabile	- hidrocarburi; - compuși organici.
	Substanțe solide	- suspensii.

3.4. PREVENIREA ȘI COMBATEREA POLUĂRII APEI

Problema purificării apelor reziduale are atât un aspect economic (recuperarea produselor petroliere antrenate și re folosirea apei recirculate), cât și un aspect sanitar, pentru a evita o impurificare apelor primitoare (emisar).

Asigurarea calității apei ce urmează a fi utilizată într-un anumit scop se realizează și se menține prin:

1. *Reducerea cantității și concentrației poluanților* prin folosirea unor tehnologii de fabricație care să reducă cantitatea de apă implicată, reutilizarea apei în circuit închis după epurări parțiale sau totale, renunțarea la fabricarea unor produse toxice (DDT, detergenți nebiodegradabili etc.), majorarea suprafețelor irigate cu apă uzată etc.
2. *Mărirea capacității de autoepurare* a cursurilor naturale prin: mărirea diluției la deversarea efluenților în cursurile naturale, mărirea capacității de oxigenare naturală a râurilor prin crearea de praguri, cascade etc., reaerarea artificială a cursurilor naturale cu echipamente mecanice plutitoare, amenajarea complexă a cursurilor naturale cu acumulări, derivări, turbinări etc.
3. *Epurarea apelor uzate*, realizată prin procedee avansate în stații specializate care folosesc tehnologii și echipamente moderne, fiabile, eficiente [8].

3.4.1. PREVENIREA IMPURIFICĂRII BAZINELOR NATURALE CU PRODUSE PETROLIERE

Condițiile fizico-chimice și bacteriologice privind deversarea apelor reziduale sunt prezentate în tabelul 3.11 [9]:

Tabelul 3.11. Limite de încărcare cu poluanți a apelor uzate evacuate în resursele de apă

Nr. Crt.	Indicator de calitate	UM	Limite maxime admisibile	Metoda de analiză
A.Indicatori fizici	1.Temperatura	°C	30 °C	-
B. Indicatori chimici	2.Concentrația ionilor de hidrogen (pH) pentru fluviul Dunărea	unit. pH	6,5-8,5	STAS 8619/3-90
	3. Materii totale în suspensie (MTS)		6,5-9,0	STAS 6953/3-81
	4. Consum biochimic de oxigen la 5 zile (CBO ₅)	mg/dm ³	60,0	
	5. Consum chimic de oxigen – metoda cu permanganat de potasiu (CCO-Mn)	mg/dm ³	20,0	STAS 6560-82
	6. Consum chimic de oxigen – metoda cu bicromat de potasiu (CCO-Cr)	mg/dm ³	40	STAS 9887-74
	7. Azot amoniacal (NH ₄ ⁺)	mg/dm ³	70	STAS 6954-82

	8. Azot total (N)	mg/dm ³	2,0	STAS 8683-70
	9. Azotați (NO ₃ ⁻)	mg/dm ³	10,0	STAS 7312-83
	10. Azotiți (NO ₂ ⁻)	mg/dm ³	25,0	STAS 8900-71
	11. Sulfuri și hidrogen sulfurat (H ₂ S)	mg/dm ³	1,0	STAS 8900-71
	12. Sulfiți (SO ₃ ²⁻)	mg/dm ³	0,1	STAS 7510-66
	13. Fenoli antrenabili cu vapori de apă (C ₆ H ₅ OH)	mg/dm ³	1,0	STAS 7661-89
	14. Substanțe extractibile cu eter de petrol	mg/dm ³	0,05	STAS 7167-92
	15. Produse petroliere	mg/dm ³	5,0	STAS 7587-66
	16. Fosfați (PO ₄ ³⁻)	mg/dm ³	1,0	STAS 7877-87
	17. Fosfor total (P)	mg/dm ³	4,0	STAS 10064-75
	18. Detergenți sintetici anion activi, biodegradabili	mg/dm ³	1,0	STAS 7576-66
	19. Arsen	mg/dm ³	0,5	STAS 7885-67
	20. Aluminiu (Al ³⁺)	mg/dm ³	0,05	STAS 9411-83
	21. Calciu (Ca ²⁺)	mg/dm ³	8,0	STAS 3662-90
	22. Plumb (Pb ²⁺)	mg/dm ³	300	STAS 8637-79
	23. Cadmiu (Cd ²⁺)	mg/dm ³	0,2	STAS 7852-80
	24. Crom (Cr ³⁺)	mg/dm ³	0,1	STAS 7884-91
	25. Crom (Cr ⁶⁺)	mg/dm ³	1,0	STAS 7884-91
	26. Fier total ionic (Fe ²⁺ + Fe ³⁺)	mg/dm ³	0,1	STAS 8634-70
	27. Cupru (Cu ²⁺)	mg/dm ³	5,0	STAS 7795-80
	28. Nichel (Ni ²⁺)	mg/dm ³	0,1	STAS 7987-91
	29. Zinc (Zn ²⁺)	mg/dm ³	0,1	STAS 8314-91
	30. Mercur (Hg ²⁺)	mg/dm ³	0,5	STAS 8014-79
	31. Argint (Ag ⁺)	mg/dm ³	0,005	STAS 8190-68
	32. Fluoruri (F)	mg/dm ³	0,1	STAS 8910-71
	33. Molibden (Mo ²⁺)	mg/dm ³	0,5	STAS 11422-84
	34. Seleniu (Se ²⁺)	mg/dm ³	0,1	STAS 12663-88
	35. Mangan (Mn ²⁺)	mg/dm ³	0,1	STAS 8662-70
	36. Magneziu (Mg ²⁺)	mg/dm ³	1,0	STAS 6674-77
	37. Cobalt (Co ²⁺)	mg/dm ³	100,0	STAS 8288-69
	38. Cianuri (CN ⁻)	mg/dm ³	1,0	STAS 7685-79
	39. Clor liber (Cl ₂)	mg/dm ³	0,05	STAS 6364-78
	40. Cloruri (Cl)	mg/dm ³	0,05	STAS 8663-70
	41. Reziduu filtrat la 105 °C	mg/dm ³	500,0	STAS 9187-84
	42. Bacterii coliforme totale	nr./100 cm ³	2000,0	STAS 3001-91
	43. Bacterii coliforme fecale	nr./100 cm ³	1 mil.	STAS 3001-91
	44. Streptococi fecali	nr./100 cm ³	10 000	STAS 3001-91
C. Indicatori bacteriologici	45. Salmonella	nr./100 cm ³	5 000 absent	STAS 3001-91

Pentru prevenirea impurificării bazinelor naturale cu produse petroliere sunt prevăzute următoarele măsuri:

1. Reducerea cantității de ape reziduale.

Conținutul de produse petroliere al apelor reziduale la ieșirea din sistemele de purificare (separatoare) se va reduce prin micșorarea la minimum a cantității de ape evacuate, prin:

- a) raționalizarea utilizării apei de răcire ceea ce poate duce la reducerea cantității de apă recirculată cu cca 20-25% (utilizarea în trepte a apei de răcire, folosind apa pentru produse mai ușoare și apoi pentru cele mai grele);
- b) înlocuirea răcitoarelor-condensatoarelor cu aparate cu aer, vehiculate de ventilatoare, reducându-se și cheltuielile de întreținere și chiar cele de investiții;
- c) utilizarea apei în sistem închis, răcirea în trepte etc.

2. Reducerea pierderilor de produse petroliere.

Pierderile de produse petroliere se vor minimiza aplicând următoarele măsuri;

- a) reducerea pierderilor și scurgerilor la rezervoarele de țitei prin prelucrarea unui țitei cât mai “Curat”, iar scurgerile rezervoarelor să fie automatizate;
- b) etanșarea corespunzătoare a conductelor și utilajelor instalațiilor tehnologice;
- c) colectarea cu grijă a produselor petroliere (ex. punctele de prelevare a probelor).

3.5. METODE DE EPURARE A APELOR REZIDUALE

Epurarea apelor = proces complex de reținere și neutralizare a substanțelor nocive dizolvate, în stare coloidală sau de suspensii, prezente în apele uzate industriale și orășenești, care nu sunt acceptate în mediul acvatic în care se face deversarea apelor tratate și care permite refacerea proprietăților fizico-chimice ale apei înainte de utilizare.

Epurarea apelor uzate cuprinde două mari grupe de operații succesive:

- *reținerea sau neutralizarea* substanțelor nocive sau valorificabile prezente în apele uzate;
 - prelucrarea materialului rezultat din prima operație.
- Astfel, epurarea are ca rezultate finale:*
- *ape epurate*, în diferite grade, vărsate în emisar sau care pot fi valorificate în irigații sau alte scopuri;
 - *nămoluri*, care sunt prelucrate, depozitate, descompuse sau valorificate.

Metodele principale de epurare a apelor reziduale diferă în funcție de poluanții prezenți [10,11]. Se pot clasifica, în primul rând, în funcție de

mecanismul care conduce la reducerea poluantului prin metode “convenționale”:

- *fizico-mecanice;*
- *fizico-chimice;*
- *biochimice sau biologice.*

Combinarea acestor metode permite o purificare avansată, efluenții epurați putând fi reintroduși în circuitul economic.

Adoptarea unui anumit procedeu depinde de:

- cantitatea efluentului;
- conținutul în poluanți;
- condițiile de calitate impuse la evacuarea apei epurate în emisar;
- mijloacele financiare ale agentului economic respectiv.

Se poate *calcula gradul de epurare* corespunzător fiecărui echipament mecanic, chimic sau biologic. Gradul de epurare se stabilește cu relația [17]:

$$\varepsilon = \frac{c_i - c_f}{c_i} \cdot 100 \quad (\%) \quad (3.1)$$

în care: c_i și c_f sunt concentrația inițială și respectiv finală a poluantului în apa supusă epurării.

Există ape uzate provenite din industrie care conțin *poluanți specifici* și care nu pot fi înlăturați prin cele trei metode așa zis convenționale.

Este cazul apelor uzate care conțin substanțe minerale solubile și substanțe organice nedegradabile biologic. În aceste situații se recurge la *tehnici de epurare avansate* [13].

Ca eficiență și cost cele mai bune rezultate s-au obținut în *procedeele de epurare cu adsorbție, cu schimbători de ioni și procedeele de oxidare chimică.*

Procedeele de epurare cu adsorbție permit eliminarea cantităților mici de substanțe organice rămase după etapa biologică. Uzual, ca *material adsorbant* se folosește, cărbunele activ obținut prin condiționarea specială a cărbunelui vegetal sau fosil.

Procedeele de epurare cu adsorbție se aplică, în special, pentru îndepărtarea avansată a fenolilor, detergenților și a altor substanțe ce pot da un miros sau gust neplăcut apei de băut.

Procedeele de epurare cu schimbători de ioni se utilizează frecvent pentru eliminarea poluanților minerali care se găsesc în apă sub formă ionică: calciu, magneziu, sodiu, sulfați, nitrați, fosfați, amoniu, metale grele etc. Anumite tipuri de schimbători de ioni, sintetizate, pot epura și compuși organici de tipul fenolilor, detergenților, coloranților etc.

Procedeele de oxidare chimică se aplică eficient la eliminarea substanțelor poluante anorganice (cianuri, sulfuri, anumite metale grele etc.) și organice (fenoli, coloranți, anumite pesticide etc.).

Ca *reactivi* sunt utilizate substanțe chimice cu proprietăți oxidante: ozonul, apa oxigenată, clorul cu produșii săi derivați (hipocloritul, bioxidul de clor)

Ca tehnici de epurare aplicabile în viitor se menționează:

- eliminarea poluanților la temperaturi mari în reactoare cu plasmă;
- tratarea cu radiații ultraviolete.

Schema instalației de epurare descrie succesiunea etapelor principale arătând legăturile între ele și indicând elemente de tehnologie. Schema aleasă poate include *un anumit număr de etape* de tratare (epurare), corelate astfel încât să realizeze gradul de epurare impus.

Schema unei instalații de epurare *se stabilește în funcție de:*

- caracteristicile apei uzate;
- de proveniența lor;
- de gradul de purificare necesar;
- de metodele de tratament a nămolului;
- de suprafața disponibilă;
- de tipul echipamentului ce va fi folosit;
- de condițiile locale.

Alegerea metodei de epurare depinde de eficiența obținută în diferite procedee. Acestea sunt prezentate centralizat în tabelul 3.12 [14].

Tabelul 3.12. Eficiența procedeeleor de epurare a apei

Procedeu	Îndepărtare, %			
	CBO ₅	CCO	Suspensii	Bacterii
Trecere prin site	5-10	5-15	2-20	10-20
Clorinare	15-30	-	-	90-95
Decantare	25-40	20-35	40-70	25-75
Coagulare, floculare	50-85	40-70	70-90	40-80
Epurare în biofiltru	50-95	50-80	50-92	90-95
Epurare cu nămol activ	55-95	50-80	55-95	90-98
Epurare în iaz biologic	90-95	70-80	85-95	95-98
Clorinare finală	-	-	-	98-99

O stație de epurare ape poate funcționa cu una, două sau trei trepte după proveniența și caracteristicile apelor uzate (v. tabelul 3.13).

Tabelul 3.13. Proveniența apelor uzate și tratamentele aferente

Ape uzate din	Tratamente aplicate
Industria prelucrătoare de materii prime și substanțe anorganice	- treapta mecanică - treapta chimică - ambele trepte aplicate succesiv
Industria prelucrătoare de materii organice	- treapta mecanică - treapta chimică - ambele trepte aplicate succesiv
Activitatea socială	- epurare mecano- chimică - epurare mecano-biologică - ambele trepte
Zootehnie	- treapta mecanică - treapta chimică - treaptă biologică

Într-o instalație de epurare ape reziduale se urmărește, în general, epurarea sau pasivizarea tuturor substanțelor poluante [14,15].

3.5.1. PROCEDEE ȘI ECHIPAMENTE ÎN EPURAREA FIZICO-MECANICĂ

Epurarea fizico-mecanică a apelor uzate constituie prima treaptă de epurare a apelor uzate (*primary treatment*) și se bazează pe procese fizice de separare a poluanților din apele uzate. În această treaptă *se îndepărtează, în special, materiile solide* (cu densitatea mai mare de 1g/cm^3) sau *cele solide și lichide* cu densități mai mici decât 1g/cm^3 . De asemenea sunt *reținute și substanțele organice*, dar cu o eficiență relativ redusă (între 20 și 30%) [15].

În cadrul epurării fizico mecanice se disting următoarele *etape*:

1. *Reținerea corpurilor și suspensiilor mari;*
2. *Prelucrarea depunerilor de pe grătare și site;*
3. *Sedimentarea;*
4. *Deznisiparea;*
5. *Decantarea.*

Reținerea corpurilor și suspensiilor mari împreună cu deznisiparea formează *etapa de pretratere*.

Instalațiile pentru *epurarea fizico-mecanică* se amplasează astfel încât apa să treacă prin ele succesiv și pe cea mai scurtă cale [16].

O instalație de acest tip se compune din (figura 3.1.):

- bazin de egalizare;
- grătar și denisipator;
- separator de țitei;
- bazin de decantare suplimentară (eleșteu);
- pompe etc.

Schema unei instalații de *purificare mecanică* este prezentată în figura 3.2. Apa reziduală trece mai întâi prin bazinul de egalizare și apoi printr-un denisipator, pentru depunerea suspensiilor solide. În cazul pătrunderii în canalizare a apelor meteorice, bazinul de egalizare permite dirijarea excesului de apă într-un bazin de rezervă denumit bazin de avarii. Din denisipator apele trec prin camera de distribuție în separatorul de țitei, unde se reține cea mai mare parte a produselor petroliere și a mълului și apoi în eleșteu, unde are loc egalizarea și o separare suplimentară în produse. De aici, apele reziduale trec la o purificare suplimentară sau se recirculă în instalație.

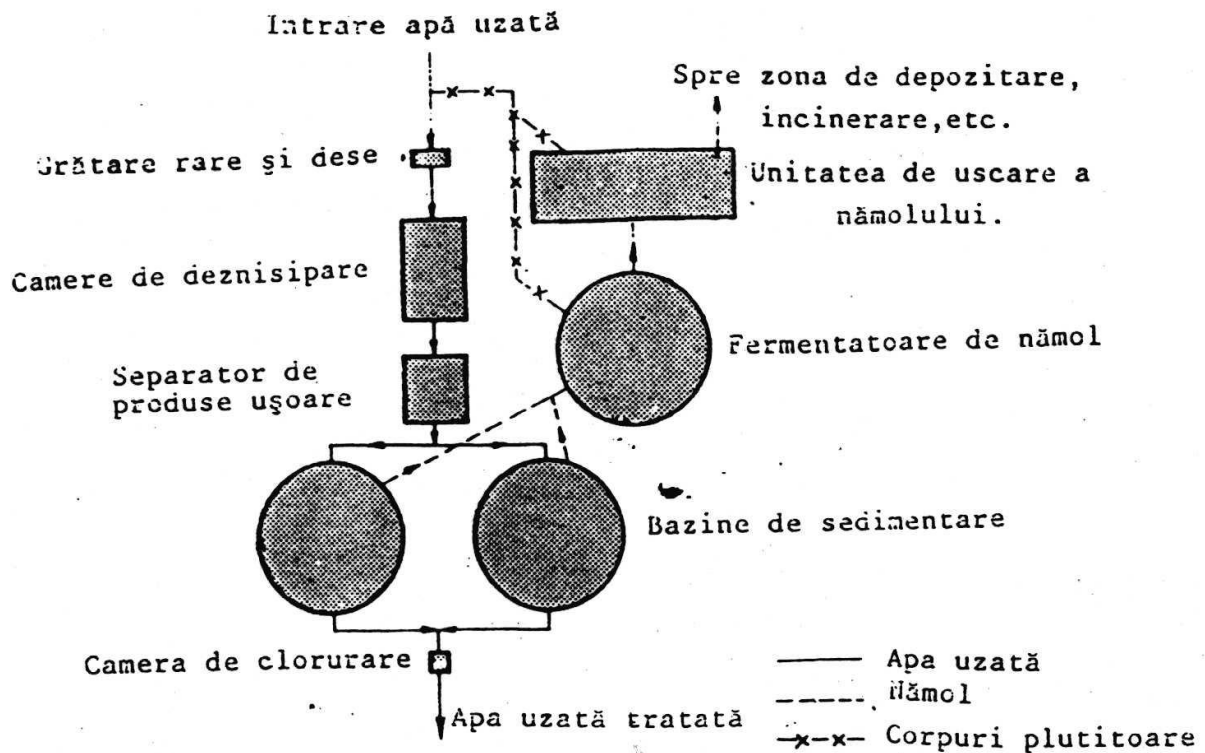


Figura 3.1. Schema epurării fizico-mecanice a apelor reziduale

În continuare se vor prezenta principalele echipamente necesare în epurarea fizico-mecanică.

A. Grătare

Grătarele sunt construcții din bare de oțel, care au rolul de a reține corpurile și suspensiile mari din apele uzate. Sunt amplasate la intrarea apelor uzate în stația de epurare. În funcție de distanța între bare (b), ele pot fi [17]:

- grătare rare - cu $b = 50-150$ mm;
- grătare dese: - curățate manual cu $b = 40-60$ mm;
- curățate mecanic cu $b = 16-20$ mm.

Grătarele rare se amplasează în amonte grătarelor dese. Ele pot fi plane sau curbe. Unghiul pe care grătarele îl fac cu planul orizontal depinde de metoda de curățire folosită [18]: grătarele curățate manual au înclinația cuprinsă între $30-75^\circ$, pe când cele curățate mecanic au înclinații de $45-90^\circ$.

Formele tipice ale barelor de grătare sunt prezentate în figura 3.2, iar modul de amplasare al grătarelor cu curățire manuală este ilustrat în figura 3.3.

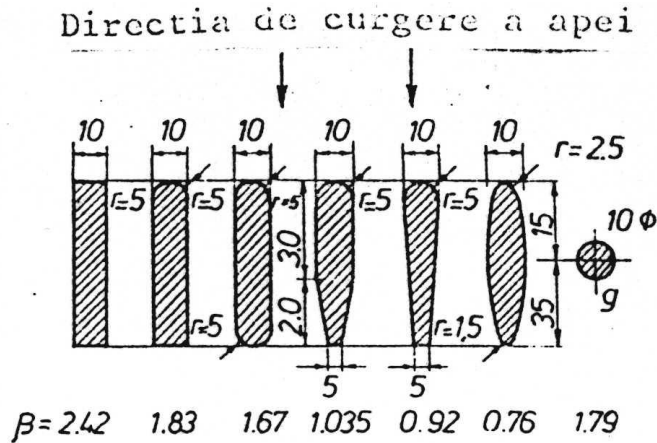


Figura 3.2. Forme tipice ale barelor de grătare.

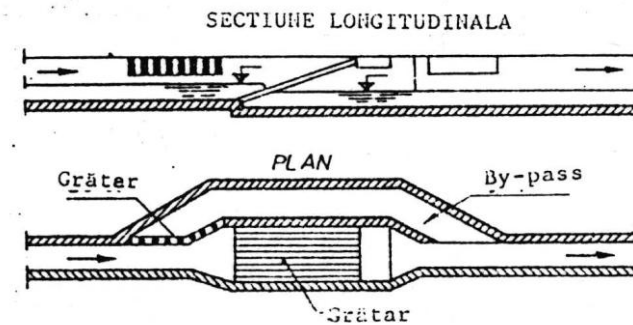


Figura 3.3. Amplasarea grătarelor cu curățire manuală

Dimensionarea grătarelor se face astfel încât viteza medie a apei să fie 0,8 - 0,9 m/s în canalul din amontele grătarului și 1,0 - 1,1 m/s printre barele grătarului. La trecerea debitului de verificare (Q_u orar min), viteza medie în canalul din amontele grătarului trebuie să fie minim 0,4 m/s în scopul evitării depunerilor.

B. Site

Sitele au ca scop reținerea materialelor mai fine din apele uzate, care au trecut printre grătare și constau din discuri perforate, împletituri din sârmă inox, cu ochiuri de 0,75-1,75 cm [19].

Substanțele reținute sunt transportate special, iar în stațiile mari sunt fie incinerate, fie fermentate sau compostate.

C. Decantare

Sedimentarea este procesul de separare din apele uzate a particulelor solide prin depunere gravitațională [20]. În cursul sedimentării (care poate fi de mai multe tipuri) se pot delimita într-o coloană cilindrică de sticlă mai multe zone:

- o zonă superioară de lichid limpezit;
- o zonă de sedimentare cu o concentrație uniformă de suspensii;
- o *zonă de tranziție*;
- o *zonă de compresiune* – *tasare* a nămolului depus.

În epurarea apelor uzate, sedimentarea este utilizată pentru îndepărtarea, atât a substanțelor solide organice, cât și anorganice care se depun în apă sau care au fost aduse într-o formă care se depune (coagulare, precipitare). Pentru apele uzate, procesul de sedimentare se aplică în următoarele amenajări:

- *Deznisipatoare* – unde se separă suspensiile granulare cu dimensiuni de 0,15-0,20 mm și mai mari (nisip, alte particule grosiere). Ele se află sub formă de particule discrete ce sedimentează independent unele de altele și cu viteză constantă. *Deznisipatoarele* au rolul de a proteja echipamentele împotriva abraziunii produsă de nisip în timpul curgerii, de a preveni colmatarea conductelor cauzată de depunerea particulelor, de a reduce frecvența de curățire a fermentatoarelor de nămol și a decantoarelor de depunerile excesive. În stația de epurare, *deznisipatoarele* sunt *plasate* în spatele grătarelor și înaintea decantoarelor primare.
- *Decantare sau bazine de sedimentare primare* – unde se rețin materiile solide în suspensie separabile prin decantare, precum și suspensiile floculente compuse din [21]:
 - *particule* ce formează aglomerări mari;
 - *flocoane* provenite de la coagularea suspensiilor din apă;
 - *materii organice solide în suspensie* care sedimentează mai bine când se unesc între ele.
- *Decantoarele finale sau secundare* – unde se rețin, în general suspensiile provenite din treapta de epurare biochimică.

Eficiența de sedimentare a materialului solid în suspensie este influențată de numeroși factori, dintre care cei mai importanți sunt:

- curenții de apă de diferite origini, cu direcții diferite, care depind de natura lor;
 - curenți turbionari datorăți inerției fluidului la intrare;
 - curenți de suprafață produși de vânt în bazinele descoperite;
 - curenți de convecție verticală de origine termică;
- curenți de densitate produși de apa rece sau “grea” care curge în partea de jos a bazinului și apa caldă sau “ușoară” care curge la suprafață. Pentru a preveni formarea curenților verticali de densitate, care pot provoca scurt-

circuite sau întârzieri în curgerea apei, decantoarele trebuie să fie cât mai plate posibil. Se recomandă ca raportul între adâncime și diametru sau lungime să fie $\approx 1/20$ [22].

Calculul de dimensionare a bazinelor de decantare constă în determinarea timpului necesar ca particulele solide să ajungă la fundul bazinului cunoscând viteza acestora de cădere și viteza de deplasare a apei [23].

3.5.2. PROCEDEE ȘI ECHIPAMENTE ÎN EPURAREA FIZICO-CHIMICĂ

Această etapă intervine în cazul în care sedimentarea naturală a suspensiilor din apă nu este suficientă pentru îndepărtarea completă a suspensiilor fine sau coloidale și a substanțelor chimice dizolvate.

Epurarea fizico-chimică are la bază *procedee și fenomene chimice* de neutralizare, precipitare, coagulare, floculare, realizate prin tratarea apei cu reactivi chimici.

Metoda se aplică apelor uzate industriale și altor categorii de ape atunci când se urmărește o epurare rapidă și eficientă. Epuarea chimică se aplică atât poluanților în suspensie, cât și celor dizolvați.

Materiile aflate în suspensie fină, care nu s-au decantat în decantorul primar, fiind dispersate coloidal, se elimină cu ajutorul unor reactivi chimici (coagulanți). Aplicarea procedurii de decantare cu coagulanți asigură eliminarea materiilor în suspensie în proporție de peste 95% și reduce conținutul de substanțe organice dizolvate.

Eliminarea poluanților dizolvați se realizează prin reacții chimice în care reactivul introdus formează cu poluantul un produs greu solubil. Acesta fie se depune la baza bazinului de reacție, fie este descompus sau transformat într-o substanță inactivă chimic. Se pot elimina în acest mod din soluție metalele grele, cianurile, fenolii, coloranți etc. Ca reactivi se utilizează laptele de var, clorul, ozonul.

De asemenea, apele uzate cu caracter acid sau alcalin, înainte de deversarea în emisar, se supun preepurării prin neutralizarea lor în bazine cu ajutorul unor reactivi corespunzători.

Procesul de coagulare-floculare comportă două faze [24]:

- a) COAGULAREA care este interacțiunea chimică dintre coagulant, apă și suprafața particulelor coloidale;
- b) FLOCULAREA care reprezintă procesul fizic de alipire a particulelor destabilizate în micile macroscopice.

Reactivi de coagulare. La ora actuală se produce un număr mare de *coagulanți*, care fac parte din următoarele categorii de substanțe:

- anorganice;
- organice;
- naturale;
- modificate.

Dintre cei mai uzuali coagulanți, se menționează: sărurile de aluminiu (sulfat, $AlCl_3$), sărurile de fier ($FeCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, argilele etc.

Un loc aparte îl ocupă agenții de *coagulare sintetici* rezultați prin polimerizare și sunt așa numiții *polielectroliți*. Există polielectroliți cationici, anionici (se încarcă negativ), dar și *neionici*.

Procesul de coagulare a compușilor poluanți prezenți în apele reziduale este dependent de:

- doza de coagulant;
- pH-ul de hidroliză;
- potențialul ζ ;
- condițiile hidrodinamice în care se desfășoară procesul de coagulare;
- temperatura.

Dozarea coagulanților se poate face uscat sau umed.

Amestecarea apei supusă epurării cu reactivii se poate realiza:

- gravitațional (cu șicane);
- pneumatic, cu aer comprimat;
- mecanic (cu agitatoare mecanice).

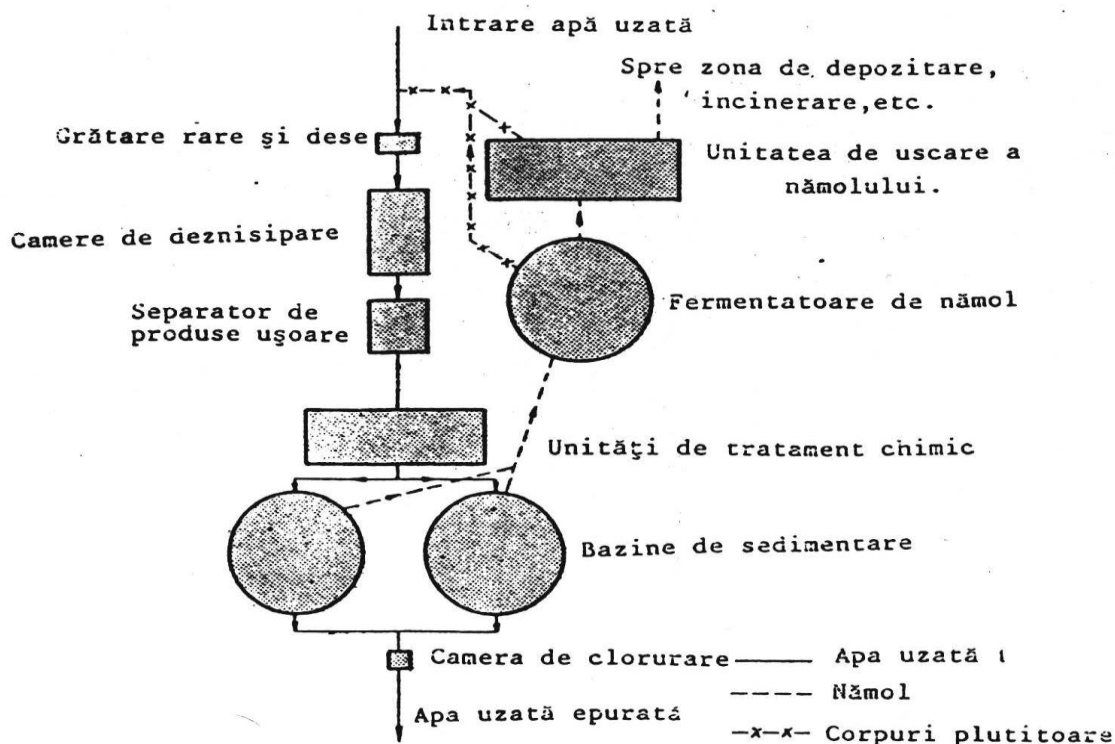


Figura 3.4. Schema epurării mecano-chimice a apelor reziduale

În cadrul etapei fizico–chimice, tratarea chimică a apelor reziduale are ca scop [25-27]:

- coagularea materiilor solide în suspensie aflate în stare coloidală sau dispersate în particule foarte fine;
- corectarea pH-ului;
- recarbonatarea;
- adăugarea de nutrienți în vederea epurării biologice;
- condiționarea pentru filtrare etc.

A. PRECIPITAREA CHIMICĂ

Îndepărtarea din apa uzată a materiilor foarte fine, coloidale și în suspensie, are loc prin adăugarea de *coagulanți* care le fac să sedimenteze. *Coagulanții* sunt acele substanțe care, adăugate în apă, conduc la aglomerarea particulelor sub forma unor flocoane din ce în ce mai mari care, sub acțiunea gravitației, se depun pe fundul bazinului, antrenând și particulele neaglomerate.

Precipitarea chimică reprezintă combinarea procesului de floclare cu cel de sedimentare [28].

Ca substanțe coagulante se folosesc, în special, clorura ferică (FeCl_3), sulfatul feric [$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sau $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$], varul sub formă de CaO sau $\text{Ca}(\text{OH})_2$, sulfatul de aluminiu [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$]. Pentru creșterea eficienței coagulării se mai utilizează bentonită, silice activată sau anumiți polimeri.

B. CORECTAREA PH-ULUI

Se face fie în scopul asigurării condițiilor necesare treptei de tratare biologică, fie pentru mărirea eficienței coagulării.

Corectarea pH-ului se face prin introducerea de acizi sau baze în apa uzată. Tipul acestora este funcție de cantitatea, aciditatea sau alcalinitatea apei uzate, de volumul apei uzate, de caracteristicile ei chimice, de costul reactanților, de metoda de lucru, etc.

De câte ori este posibil, pH-ul se corectează prin amestecarea apelor reziduale acide cu ape reziduale alcaline în proporții convenabile.

C. RECARBONATAREA

Recarbonatarea = introducerea de CO_2 în apa uzată în scopul corectării pH-ului, în special în cazurile în care coagularea se face cu ajutorul varului.

Prin adăugarea de CO_2 se realizează transformarea hidroxidului de calciu în bicarbonat de calciu (fig. 3.5).

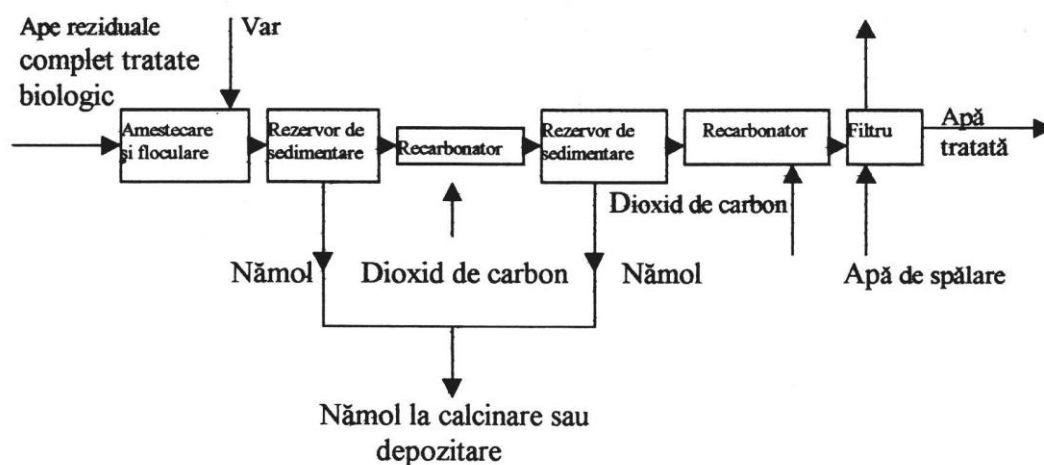


Figura 3.5. Sistemul de tratare cu var în două trepte cu recarbonat.

Reacția se realizează în vase cu adâncime de 2,5 la 3,5 m în care se realizează un timp de staționare de 5 minute.

În cazul sistemului de carbonat în două trepte, vasul intermediar de decantare este dimensionat pentru un timp de ședere de 400 min. la o viteză de volum de $1,1 \text{ l/s} \cdot \text{m}^2$.

D. ADĂUGAREA DE NUTRIENȚI

Tratamentul biologic se realizează în condiții bune având eficiența cerută numai când microorganismele găsesc hrana necesară în apele uzate.

Toate microorganismele necesită o serie de elemente de bază cum sunt carbonul, azotul, fosforul, și sulful ca și urme de elemente ca potasiu, calciu, magneziu, fier, etc.

Multe din apele uzate conțin aceste elemente, dar, unele nu le au în cantitate suficientă. Pentru obținerea concentrațiilor necesare, se adaugă substanțe care conțin aceste elemente.

E. AMESTECAREA ȘI FLOCULAREA

Flocularea = procesul prin care particulele se aglomerează în flocoane care se sedimentează cu ușurință. Particulele de coagulant coloidal atrag alți coloizi, particule colorate, materii organice, particule de pământ, resturi de alge sau crustacee și bacterii.

Flocularea este favorizată de amestecarea lentă a apei comparativ cu mișcarea rapidă realizată în vasele de amestecare.

Coagularea, flocularea și sedimentarea sunt procese strâns legate unul de celălalt [29].

Amestecarea apei în procesul de floculare este mai rapidă la început, apoi mai lentă, în avalul bazinului, pentru a evita distrugerea flocoanelor formate. Pe de altă parte, mișcarea trebuie să fie suficient de rapidă pentru a împiedica depunerea flocoanelor în vasul de reacție.

Vasele de floculare, ca și cele de amestecare, pot fi operate gravitațional, pneumatic sau mecanic.

Floculatoarele gravitaționale [29, 30] pot avea formă de canale cu șicane la 90° față de curent în care mișcarea apei se face orizontal sau vertical.

Bazinele de reacție de tip pneumatic folosesc pentru repartizarea aerului în bazin plăci poroase sau tuburi găurite, plasate pe o latură a bazinului pentru a crea un curent în spirală.

Floculatoarele mecanice pot fi orizontale sau verticale, după poziția axului pe care sunt fixate paletetele care realizează amestecarea apei.

Amestecarea verticală poate fi realizată cu turbine asemănătoare celor folosite în unitățile cu nămol activat. Aproape întotdeauna amestecătoarele cu palete sau turbină au viteza de rotație reglabilă pentru a se adapta la variațiile de viteză și debit, cantitatea și calitatea coagulantului, etc.

Din bazinele de reacție, apele uzate trec la decantoare. Datorită coagulării, volumul de nămol este de trei ori mai mare decât în cazul sedimentării fără coagulanți, deoarece, prin coagulare, se antrenează și materii solide coloidale, precum și cele în suspensie foarte fină iar, pe de altă parte, coagulantul constituie o parte din nămol. Schema unui floculator gravitațional este prezentată în figura 3.6, iar a floculatoarelor mecanice în figura 3.7.

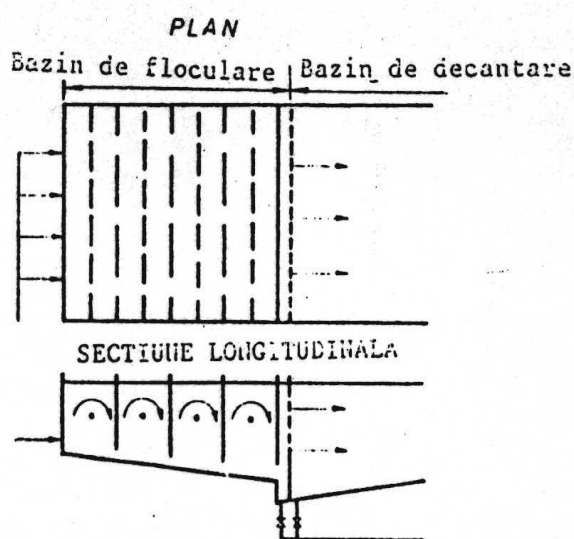


Figura. 3.6. Floculator gravitațional

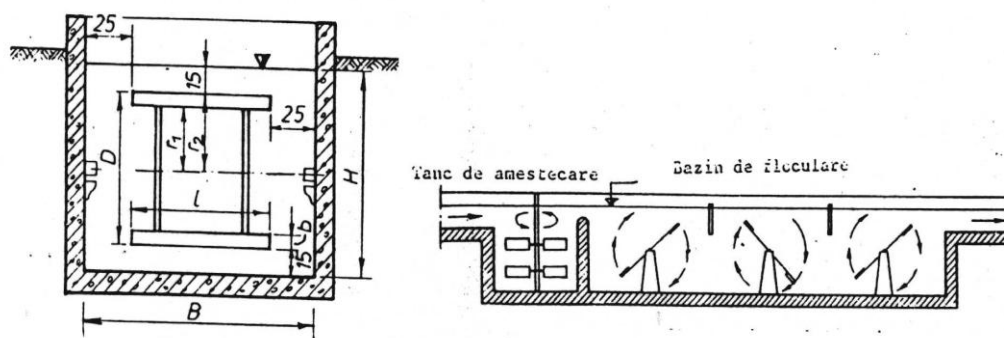


Figura 3.7. Flocatoare mecanice.

Calculul construcțiilor și instalațiilor pentru coagularea suspensiilor se rezumă, în general, la stabilirea dimensiunilor bazinelor folosite și la determinarea caracteristicilor dispozitivelor de amestec.



Procedee de purificare a apelor uzate din rafinăriile de petrol

1. *Filtrarea apelor reziduale.* După ieșirea din separator se folosește pe scară largă filtrarea prin nisip sau diferite alte materiale. Particulele de țitei se lipesc de suprafața granulelor de nisip și sunt reținute de acestea. Apa filtrată este clară, însă are impurități dizolvate. Concentrația produselor petroliere variază - în funcție de concentrația inițială și de viteza de filtrare - între 1,6 și 24 mg/l. Durata filtrării fără spălarea filtrului depinde, de asemenea, de viteza de filtrare și de concentrația țiteiului și a suspensiilor solide în apă, variind între 1 și 6 zile. Spălarea nisipului, care se face cu apă caldă la 60 C, este combinată cu suflarea cu aer timp de 25-35 min. Experimental s-a constatat că nisipul poate reține aprox 0,5% (masă) țitei.

Filtrele de nisip constau din celule dreptunghiulare din beton armat, în care sunt dispuse: dispozitivul de alimentare cu apă și cel de suflare cu aer, un strat de pietriș, un altul de nisip și jgheaburi pentru evacuarea filtrului și apei de spălare. Celulele sunt aranjate pe două rânduri, iar între ele sunt plasate conductele de alimentare și de evacuare. Apa reziduală din canalul de alimentare se urcă prin filtru și se scurge prin jgheaburi la canalul de apă purificată, iar de aici se recirculă la instalații. Apa curată pentru spălarea filtrului și cea murdară rezultată din spălare, care trece prin separator, se manipulează cu ajutorul pompelor.

Se construiesc filtre de 18,36 și 54 m³ cu dimensiunile respective de 3X6 , 6X6 și 6X9 m. Grosimea straturilor filtrante, de granulații diferite este dată în tabelul 3.14.

Tabelul 3.14. Dimensiunile granulelor și grosimea straturilor filtrante

Numărul straturilor (de jos în sus)	Dimensiunea granulelor, mm	Grosimea stratului, mm
1	32-16	150-200
2	16-8	150-200
3	8-4	150-200
4	4-2	300-400
5	2-0,75	1000-1200

Pentru o purificare mai bună, în special când apa este emulsionată, se utilizează coagulanți de tipul sulfat de aluminiu sau sulfat de fier. Pe suprafața filtrului se formează un strat de $\text{Al}(\text{OH})_3$ care reține emulsia. Conținutul de țitei în apă filtrată scade la 0,2 mg/l.

Ca materiale filtrante se mai folosesc: cocs (0,8-0,30 mm), pământ decolorant uzat calcinat (de la contactarea uleiurilor), magnetită mărunțită și diatomit.

2. *Purificarea prin flotație.* Flotația este operația prin care are loc separarea particulelor lichide nemiscibile sau solide la suprafața lichidului, prin antrenarea cu bule de aer dizolvate în lichid. Se produce astfel aderența particulelor de țitei la suprafața de separare între apă și bulele de aer și ridicarea acestora la suprafață, sub formă de spumă saturată cu țitei (produse petroliere). Procesul are loc la dispersarea fină a aerului în apa reziduală.

Fenomenul de aderență reciprocă între particulele dispersate în apă și bulele de aer este în funcție de energia superficială liberă la interfața țitei – apă-aer. La particulele hidrofobe (țitei) energia superficială liberă este mare și puterea de flotație tinde către valori maxime.

Particulele de produse petroliere emulsionate fiind mici, este necesar ca aerul să fie fin dispersat în apă și în cantitate mare, pentru a crește probabilitatea ciocnirii între particulele de țitei și bulele de aer. La aerarea cu bule mari de aer, acestea trec cu viteză mare prin apă și provoacă o amestecare puternică a apei ceea ce favorizează stabilizarea sistemului. Flotația țiteiului și a produselor este mai eficientă cu bule de aer de 15-30 microni. Viteza de ridicare a particulelor aderate la bulele de aer este practic egală cu viteza acestor bule. Astfel, particulele de țitei de 0,5 microni se ridică singure cu o viteză de max. 8 microni/s, iar la flotație cu o viteză de 0,9 mm/s. Prin urmare, viteza de ridicare se mărește de cca 100 ori. Efectul purificării prin flotație a apei reziduale depinde exclusiv de gradul de dispersie a aerului și de cantitatea acestuia în apă. Dispersarea fină se poate obține prin degajarea aerului dizolvat la presiune sau cu ajutorul unei turbine. În acest caz, gradul de dispersie depinde de tensiunea superficială a apei și de viteza de rotație a turbinei, a cărei viteză periferică trebuie să fie minimum 12-15 m/s. La flotație se supun ape reziduale care au trecut prin separator și s-au eliberat de cea mai mare parte de țitei precum și de impurități solide. Temperatura, pH-ul și mineralizarea apei reziduale practic nu au influență asupra efectului și duratei de purificare.

În prezent cele mai utilizate instalații de flotație sunt cele de tip Degremont utilizate și în țara noastră [1].

În funcție de cerințele privind calitatea apei, flotația se poate aplica drept fază finală sau numai preliminară, înainte de purificarea biologică.

3. *Purificarea apelor care conțin tetraetil de plumb (TEP)* se face cu benzină neetilată, în trei vase orizontale prin care trece, în serie, apa impurificată și benzina de extracție. Se poate utiliza benzină de aviație care reduce TEP de la 100 la 0,000004 mg/l, deci aproape total.

4. *Eliminarea H_2S .* Purificarea apelor reziduale care conțin H_2S dizolvat se face prin suflarea cu aer, după acidularea la un pH de max 5. Aerarea se poate efectua în contracurent într-o coloană căptușită cu material anticoroziv, umplută cu inele Rasching.

5. *Purificarea apelor care conțin leși sulfuroase.* Este cunoscut faptul că leșiile sulfuroase rezultate de la rafinarea produselor albe și de la desulfurarea gazelor favorizează formarea emulsiilor stabile. Ele consumă oxigenul din apă, conferind acesteia mirosul neplăcut de H_2S și mercaptani. De aceea, pentru aceste ape, se prevăd rețele de canalizare și instalații speciale, pentru:

- micșorarea consumului de NaOH prin regenerare de leși epuizate;
- dezodorizarea leșiilor sulfuroase;
- purificarea biochimică a leșiilor dezodorizate.

Regenerarea leșiilor se face prin metoda electrolică; oxigenul degajat la electroliza apei oxidând mercaptanii până la disulfuri, punând în libertate NaOH:



Disulfurile, insolubile în apă se îndepărtează prin extracție cu benzină grea iar H_2S este utilizat la fabricarea H_2SO_4 sau se arde; apa dezodorizată se trimite la purificarea biologică.

6. *Purificarea prin coagulare.* Apele reziduale se purifică suplimentar (după separatoare) cu ajutorul substanțelor coagulante: var stins, sulfat de aluminiu sau sulfat de fier, precum și amestecuri de sulfat de aluminiu sau sulfat de fier cu lapte de var, suspensie de carbonat de calciu etc.



3.5.3. TRATAREA BIOLOGICĂ (BIOCHIMICĂ) A APELOR UZATE

Procesele biologice de epurare a apelor uzate (reziduale) sunt procese în timpul cărora materiile organice biodegradabile din apele uzate și din nămoluri sunt descompuse cu ajutorul microorganismelor, în principal bacterii.

Transformările prin care microorganismele degradează substanțele în produși de ultimă degradare sunt:

- a) descompunere aerobă (în prezență de oxigen)
- b) descompunere anaerobă (în lipsa oxigenului)
- c) descompunere anoxică (în prezența ionului nitrat).

Epurarea apelor se poate realiza prin una sau printr-o succesiune a acestor etape de transformare. Cel mai des utilizată este cea aerobă realizată în prezența unui nămol activ, sau prin oxidare pe straturi cu bacterii.

Eliminarea substanțelor organice dizolvate în apă se face prin adsorbția lor la suprafața celulelor bacteriilor. Astfel, din acest proces rezultă noi *celule de bacterii și metaboliții*: CO_2 , săruri minerale etc. Materialul celular format se prezintă sub formă de flocoane aglomerate sau pelicule relativ ușor decantabile [7,9].

Populația microorganismelor care realizează epurarea are o compoziție mixtă. Ponderea o dețin bacteriile aerobe și alături de ele se dezvoltă o serie de alte microorganisme de natură vegetală și animală, cu reprezentanți din clasele: ciuperci inferioare, alge albastre, protozoare, metazoare. Toate aceste microorganisme alcătuiesc o biocenoză specifică, a cărui echilibru este în strânsă corelație cu condițiile de exploatare a instalației de epurare.

Biodegradarea = procesul de descompunere a tuturor substanțelor organice desfășurat de un număr impresionant de microorganisme (bacterii, drojdii, ciuperci microscopice, alge, protozoare) omniprezente în toate mediile (ape dulci și marine, soluri și sedimente, instalații de epurare). Biodegradabilitatea poate fi privită ca eliminarea produșilor organici de către agenții biologici.

Biodegradabilitatea *intrinsecă, reală sau totală* este capacitatea unei molecule sau produs de a se transforma, prin intermediul agenților biologici în bioxid de carbon și constituenți microbieni sau biomasă.

În ceea ce privește biodegradabilitatea unei substanțe din punct de vedere al protecției mediului, se discută despre *biodegradabilitatea acceptabilă și biodegradabilitatea totală*.

Biodegradabilitatea totală este procesul prin care o substanță este efectiv și total eliminată de către microorganisme în condiții naturale sau artificiale.

Urmărirea procesului biochimic se face prin testele de biodegradabilitate care constau în :

- punerea în contact a produsului de testat cu nămol activ;
- urmărirea evoluției și/sau a metaboliților rezultați fie a nămolului activ. Realizarea acestor teste implică îndeplinirea unor probleme tehnice:
- alegerea condițiilor de cultură;
- originea inocurilor bacteriene; adaptarea prealabilă a nămolului.

În procesul biochimic există diverse scheme metabolice observate, dependente de natura microorganismelor biodegradatoare și de condițiile de mediu. Pot fi observate numeroase tipuri de reacții: β -oxidare, dezalchilare oxidativă, oxidare tioeterică, decarboxilare, epoxidare, hidroxilarea hidrocarburilor aromatice, hidroliza (esterilor, amidelor, fosfoesterilor, nitrililor), dehalogenarea (hidrolitică, reducătoare), dehidrohalogenarea, nitroreducerea.

Epurarea biologică a apelor uzate se realizează în:

- *instalații de epurare biologică naturală* (câmpuri de irigare și filtrare, iazuri biologice etc.);
- *instalații de epurare biologică artificială* (filtre biologice, bazine cu nămol activ, iazuri de oxidare etc.).

Schema bloc a unei instalații de tratare mecano-biologică este prezentată în figura 3.8.

3.5.3.1. Tratarea biologică naturală

Tratarea biologică naturală se realizează de obicei pe câmpuri de irigare, câmpuri de irigare subterană, iazuri de stabilizare etc.

a) **Câmpurile de irigare** și filtrare sunt suprafețe de teren folosite, fie pentru epurarea și irigarea în scopuri agricole, fie numai pentru epurare, în cazul câmpurilor de filtrare.

Pe plan mondial se evită folosirea apelor uzate industriale pentru irigații, din motive de igienă și protecție a muncii [4,15].

În dimensionarea câmpurilor de irigare și filtrare cea mai importantă problemă o constituie stabilirea cantității de apă necesară culturilor. Aceasta se obține prin întocmirea bilanțului apei în sol.

Necesarul specific de apă se determină pe mai mulți ani, calculându-se pe perioade fixe cu durata de o lună și pe suprafețe gale cu 1 ha. Relația de calcul este următoarea:

$$W_r = E_p - 10P - G_w - R_i + R_f \quad (3.3)$$

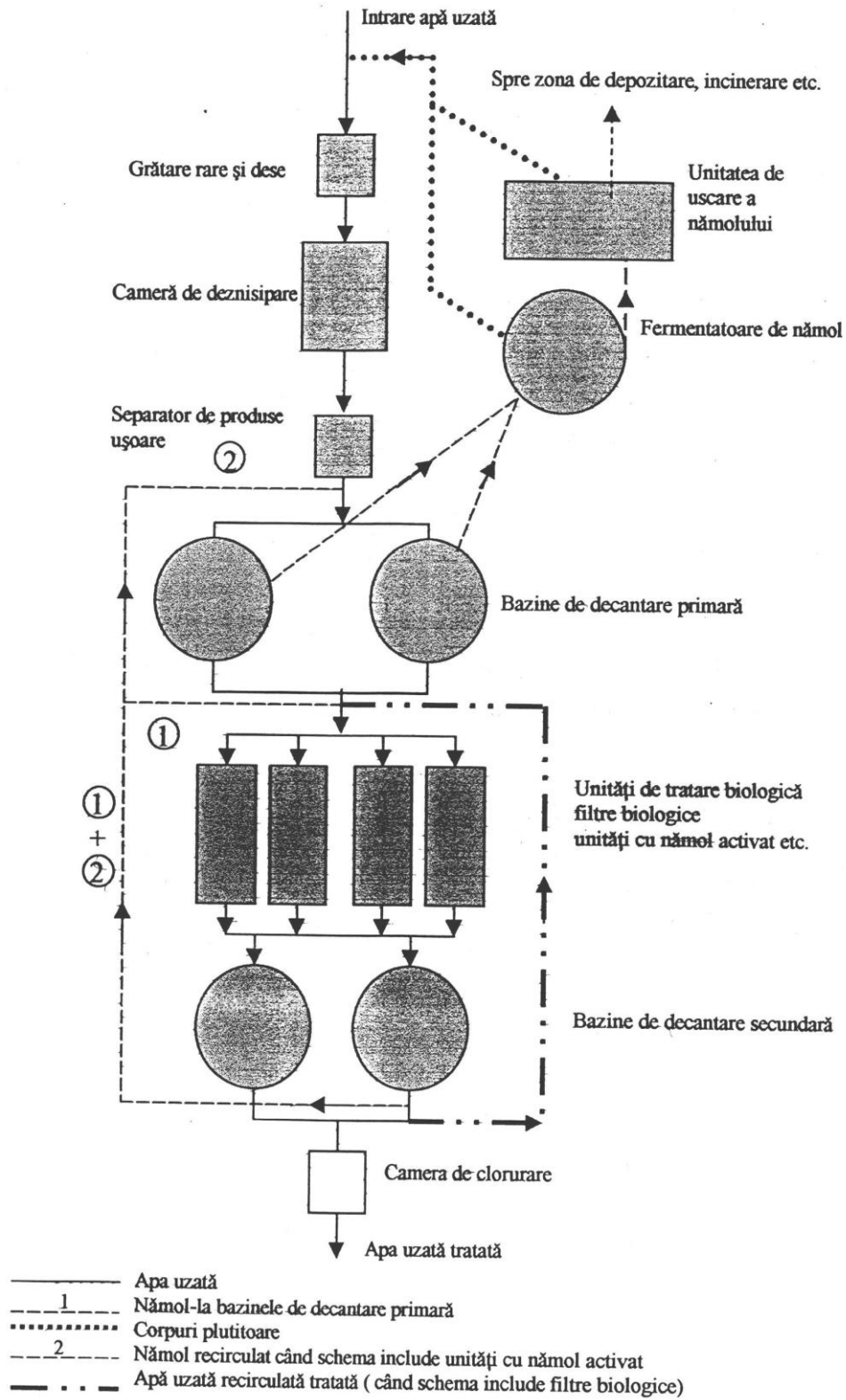


Figura 3.8. Tratarea mecano – biologică artificială a apelor uzate

în care: W_r este necesarul specific de apă, $m^3/lună * ha$; dacă este negativ, se ia în calcul egal cu zero

E_p = evapotranspirația potențială, $m^3/lună * ha$

P = precipitații utile (care se rețin în sol), $m/lună$

G_w = aportul de apă freatică, $m^3/lună * ha$. Se consideră zero pentru nivelul apei freatice mai jos de 2,0 m. adâncime. Între 0-2,0 m este 700-1500 m^3/ha

R_i = rezerva de apă în sol la începutul lunii, m^3/ha

R_f = rezerva de apă în sol la sfârșitul lunii, m^3/ha

b) **Câmpuri de filtrare** (filtre intermitente de nisip).

Pentru construcția unui asemenea filtru de nisip este nevoie de un sol nisipos care se împarte în parcele mai mici de $\approx 0,40$ ha. Solul natural de la suprafață este îndepărtat până la stratul de nisip. Apa distribuită pe parcele este evacuată prin conducte de drenaj cu diametrul de 10 cm, așezate la adâncimea de 1,0 m de la suprafața nisipului și plasate la distanțe de 10,0 m unele de altele.

În timpul exploatarei, fiecare parcelă se încarcă cu apă uzată până la o înălțime de 5-10 cm ceea ce corespunde la o încărcare de 500-1000 m^3/ha și se așteaptă infiltrarea apei în nisip. Dacă în 4 ore apa nu s-a infiltrat în nisip, se scoate parcela din funcțiune și se îndepărtează stratul de nămol de la suprafața nisipului. Perioada normală de funcționare este de 10-15 ani, după care filtrul de nisip trebuie abandonat din cauza colmatării [48].

c) **Iazuri de stabilizare (lagune)**

Procesele de tratare care se desfășoară în iazuri pot fi *aerobice, anaerobice sau complexe*. Iazurile aerobice și complexe pot fi folosite ca iazuri aerate artificial, utilizând în acest scop aeratoare de suprafață sau difuzoare de aer [18].

Iazurile de stabilizare sunt folosite, atât pentru tratarea apelor uzate menajere, cât și pentru cele industriale cu condiția ca acestea să nu conțină substanțe toxice. Aceste amenajări sunt bazine de pământ construite în depresiuni naturale având adâncimi de 1,0 - 2,0 m, destinate epurării apelor uzate, folosind factorii naturali.

Dimensiunile iazurilor de stabilizare depind de gradul de epurare cerut, de calitatea apei uzate, de condițiile climatice, de adâncimea iazului, etc. Se recomandă pentru zone în care variațiile sezoniere de temperatură sunt mari (cazul țării noastre), ca adâncimea să se ia 2,0 - 3,0 m [47].

Parametrii principali care condiționează proiectarea iazurilor de stabilizare sunt: *necesarul de oxigen, încărcarea organică de suprafață, timpul de staționare și temperatura* [48-55].

Temperatura este factorul cel mai important și influențează în mare măsură procesul biologic de tratament în iazuri. Viteza de descompunere a materiei organice scade semnificativ cu descreșterea temperaturii. Pierderea de căldură se datorează convecției, radiației și evaporării; creșterea de căldură datorită radiației solare are, de obicei, o valoare neînsemnată [4].

3.5.3.2. Tratarea biologică artificială

Tratarea biologică artificială se realizează în principal în filtre biologice și în bazine cu nămol activ.

A. Filtrele biologice (biofiltre) sunt construcții specifice în care apa uzată este tratată biologic în condiții specifice în timpul traversării materialului filtrant, de sus în jos.

Biofiltrul propriu-zis format dintr-un turn de 1 – 4 m înălțime și un decantor secundar. Apa uzată provenită de la decantorul primar este introdusă prin partea superioară a biofiltrului și cade liber pe umplutură, colectându-se în decantorul secundar.

Există numeroase tipuri de filtre biologice, ele deosebindu-se prin modul de aerare și funcționare (continuă–periodică, cu recirculare etc); cele mai uzuale biofiltre sunt prezentate în tabelul 3.15.

Tabelul 3.15 Caracteristici principale ale filtrelor biologice [4]

Tipul filtrului biologic	Alimentare	Modul de aerare	Recirculare
Filtru biologic de contact	Periodică	Naturală	Nu
Filtru biologic de mică încărcare	Continuă	Naturală	Cu și fără
Filtru biologic de mare încărcare	Continuă	Naturală	Cu și fără
Filtru biologic cu două trepte	Continuă	Naturală	Cu și fără
Filtru biologic turn	Continuă	Naturală	Nu
Filtru biologic scufundat	Continuă	Artificială	Nu
Aerofiltru	Continuă	Artificială	Nu

Varietatea mare de filtre biologice, cu mod de funcționare și recirculare diferit, este o rezultată a necesității de adaptare la condițiile locale, care de multe ori sunt inconstante [15].

Forma în plan a filtrelor biologice depinde de tipul distribuitorului de apă uzată ales, preferându-se forma circulară. Pereții de susținere sunt construiți de obicei din beton armat, dar, în funcție de dimensiuni, se pot folosi și alte materiale.

Stratul de material filtrant, cu o umplutură de material inert este caracterizat prin natura, dimensiunile granulelor și înălțimea lui. Ca material filtrant se poate folosi zgură, cocs, rocă spartă, cărămidă, inele Raschig, materiale plastice etc. Materialul filtrant trebuie să îndeplinească o serie de condiții, legate de suprafața de adsorbție și rezistența mecanică.

Dimensiunile granulelor sunt diferite în diverse locuri de utilizare. Se recomandă ca fiind cele mai potrivite granulele cu dimensiuni între 40 și 80 mm [50].

Înălțimea stratului filtrant este variabilă depinzând de tipul filtrului și de o serie de condiții locale. Pentru filtrele biologice de mică încărcare, se

folosesc înălțimi ale stratului filtrant cuprinse între 1,50 și 4,00 m. Filtrele de mare încărcare au înălțimi ale stratului filtrant de 1,00 la 1,80 m, în timp ce filtrele biologice turn au 3 – 4 straturi filtrante cu grosimi de 4–5 m.

Stratul filtrant este susținut de un grătar plasat pe grinzi de susținere. Schema unui fitru biologic este prezentată în figura 3.9.

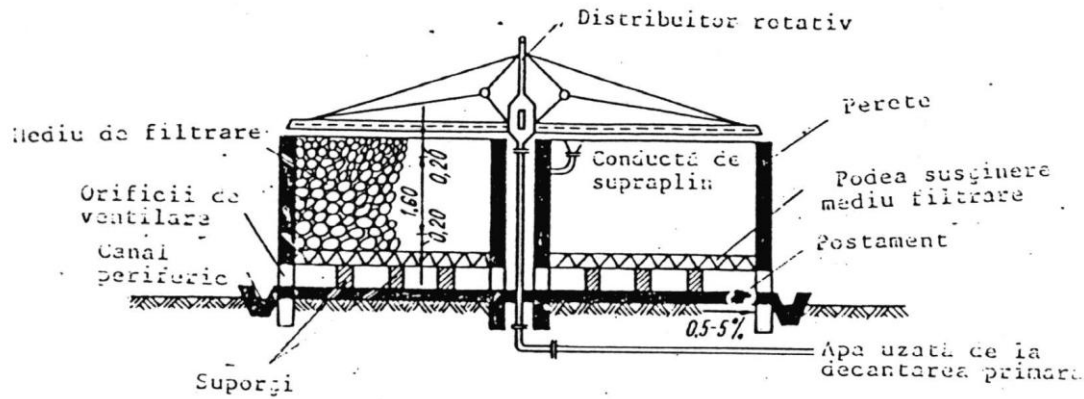


Figura 3.9. Filtru biologic

Asigurarea oxigenului necesar procesului aerob se realizează prin ventilație îndepărtându-se și bioxidul de carbon rezultat din mineralizarea materiilor organice. De obicei, alimentarea cu aer se obține prin ventilație naturală, care se realizează ca urmare a diferenței de temperatură între interiorul și exteriorul filtrului.

Recircularea apei este una din problemele importante ale filtrelor biologice. Ea reprezintă o modalitate de mărire a eficienței din punct de vedere al CBO (consumul biochimic de oxigen).

Calculul detaliat al dispozitivelor care echipează filtrul biologic este prezentat în literatură [47 – 55]

B. Epurarea biochimică a apelor uzate cu impurificare organică prin procedeul cu nămol activ

În aprilie 1914 se demonstrează posibilitatea epurării apelor uzate menajere prin aerare și având ca rezultat un depozit format prin sedimentarea suspensiilor numit "nămol activ".

Se disting 3 linii generale pentru realizarea unei bune funcționări a aerotancurilor:

1. Crearea suprafețelor specifice mari necesare dezvoltării microorganismelor, deziderat atins prin agitarea permanentă a flocoanelor de nămol activ, care să contacteze permanent apa reziduală. Se constată că 1 mg de cultură bacteriană cuprinde o sută de milioane organisme, a căror suprafață totală este de 4,2 m².
2. Introducerea într-o cantitate suficientă a oxigenului în apa reziduală (aerarea cu bule mari și agitarea apei și cu perii și palete).
3. Aducerea oxigenului pe suprafața celulei și îndepărtarea produselor de metabolism.

Progrese se înregistrează în domeniul perfecționării utilajelor de aerare, al optimizării instalațiilor (recircularea nămolului, distribuția apei uzate, folosirea oxigenului în locul aerului etc.).

Mai nou, se impun procedeele de *biofiltrare* care combină filtrarea și biodegradarea într-un singur reactor umplut cu un mediu granular fin imersat. Pe lângă avantajele tehnice (sunt compacte, modulare, asigură limpezirea, se pot automatiza), biofiltrarea realizează îndepărtarea azotului amoniacal, a azotaților și a poluării organice și a materiei în suspensie.

Principii generale ale epurării apelor uzate prin procedeul cu nămol activ

Tehnologia de epurare a apelor uzate în instalațiile cu nămol activ cuprinde fluxurile (figura 3.11):

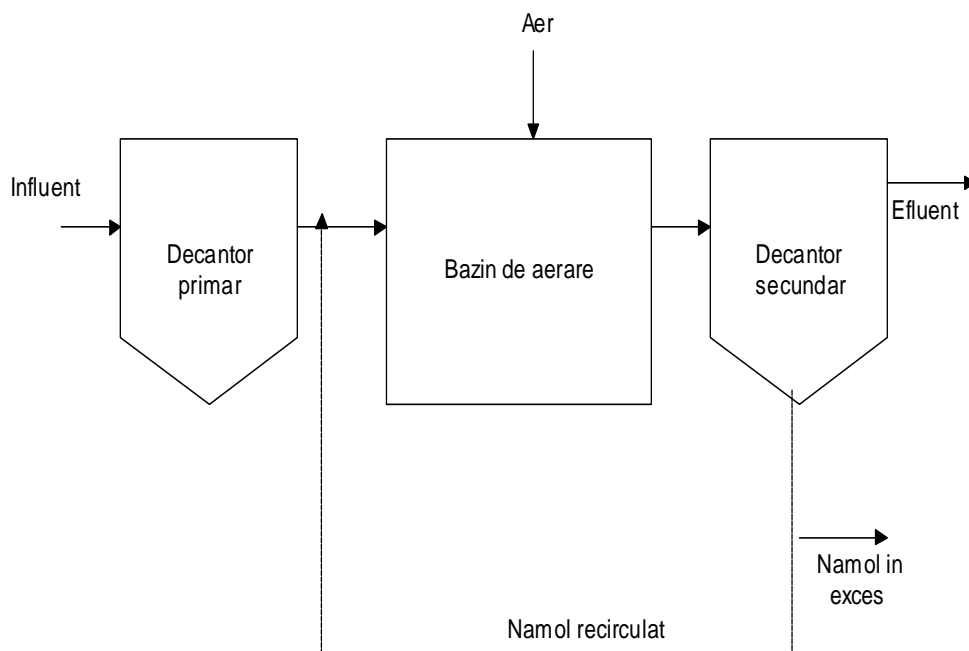


Fig. 3.12. Fluxul tehnologic al epurării apelor uzate cu nămol activ

a. Apa uzată – preepurată anterior mecanic în separatorul mecanic, sau după caz, supusă procesului fizico-chimic de epurare, se amestecă cu nămolul recirculat și se aerează cu nămolul activ în bazinul de aerare, pentru ca oxigenul dizolvat să satisfacă cerințele microorganismelor aerobe, aglomerate în flocoane, iar acestea să se mențină în suspensie.

b. Apa epurată

a. Nămolul activ

b. Nămolul activ excedentar

3.5.4. PROCEDEE DE TRATARE A NĂMOLURILOR

Aceste procedee sunt dependente de tipul nămolurilor [53-57].

Clasificarea nămolurilor (după compoziție și proveniență) este:

A. Compozițional :

- nămoluri minerale, în care cantitatea de materiale solide totale minerale este mai mare de 50%.
- nămoluri organice, în care cantitatea de materiale solide organice depășește 50%.

B. Din punctul de vedere al provenienței deosebim:

- nămoluri mecanice (care sunt în general fermentabile);
- nămoluri fizico-chimice (conțin substanțe chimice, cu mirosuri specifice);
- nămoluri biologice (floculente, brune).

Nămolurile se pot caracteriza prin proprietăți fizice, chimice, biologice și bacteriologice [54].

Tratarea nămolurilor cuprinde următoarele etape preliminare:

- Îngroșarea (concentrarea nămolurilor);
- Condiționarea (tratarea suplimentară cu coagulanți);
- Elutrierea (spălarea) nămolurilor fermentat pentru eliminarea coloizilor și particulelor fin dispersate;
- Deshidratarea – eliminarea apei în vederea reducerii volumului nămolului pentru depozitare;
- Reducerea parțială a substanțelor organici prin tratare termică, având ca rezultat turte cu umiditate 50-55 %, fie prin oxidare umedă, cu turte sterile cu cca 65 %.
- Reducerea totală a materiilor organice prin incinerare;
- Arderea în strat fluidizat pentru nămoluri cu umidități;
- Incinerarea în cuptoare rotative- cu combustibili lichizi sau gazoși;
- Depozitarea nămolurilor și a cenușilor, realizată în gropi, foste cariere de nisip, în depresiuni (fără miros și afectarea pânzei freatice).

Legat de realizarea propriu-zisă a epurării biologice (biochimice) aceasta se realizează în bazine și decantoare secundare.

Bazine cu nămol activ. *Instalația de epurare cu nămol activ* (figura 3.10) include *bazine de aerare* (aerotancuri), care sunt construcții în care epurarea biologică aerobă a apei are loc în prezența unui amestec de nămol și apă uzată, agitat în permanență și aerat [51]. Epurarea în aceste bazine este similară autoepurării care are loc în apele de suprafață. În aceste bazine, se realizează însă și accelerarea procesului prin trimiterea nămolului de recirculare rezultat din decantarea efluentului din bazinele cu nămol activ în decantoarele secundare.

În timpul staționării apei (2-4 ore) în aerotanc se formează flocoane de microorganisme care consumă substanța organică poluantă, ducând la formarea unui material celular cu aspect de nămol.

Nămolul sedimentat în decantorul secundar este utilizat parțial pentru însămânțarea aerotancului, iar excesul este îndepărtat sau condus în altă instalație a stației de epurare.

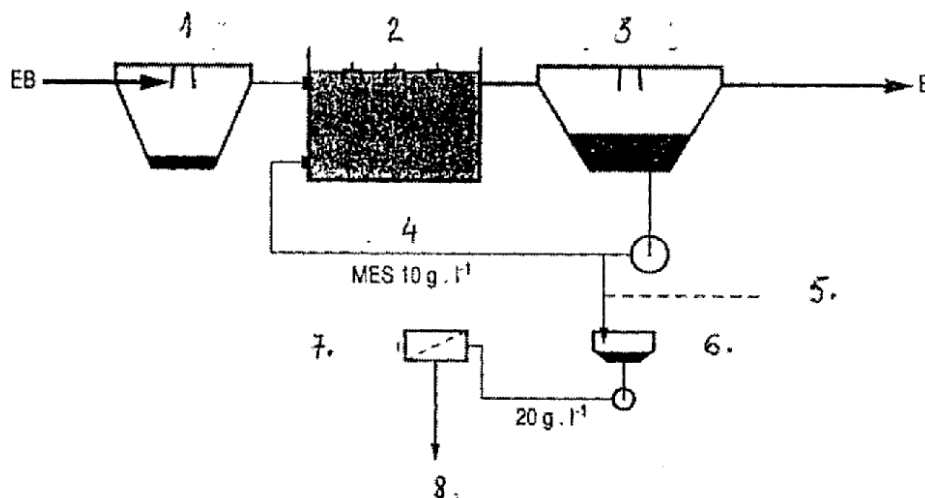


Figura 3.11. Epurarea biologică cu nămoluri active [1]: 1. Decantor primar; 2. Bazin de aerare; 3. Decantor secundar; 4. Recirculare; 5. Nămol în exces; 6. Concentrator; 7. Deshidratare; 8. Nămol uscat.

Nămolul activ este format din flocoane (culoare variabilă de la brun până la aproape negru) rezultate prin creșterea unei populații mixte de bacterii și de alte microorganisme în prezența unei ape uzate tratabilă biologic și a oxigenului.

Floconul reprezintă unitatea structurală a nămolului activ. La microscop, se obține o imagine complexă, caracterizată printr-o masă gelatinoasă secretată de bacterii în care sunt cuprinse numeroase bacterii, dar și substanțe organice și anorganice inerte. Printre flocoane trăiesc protozoare și unele metazoare, care contribuie la consistența nămolului.

Ca și filtrele biologice, bazinele cu nămol activ ocupă suprafețe mult mai mici decât câmpurile de irigare și filtrare. Spre deosebire de filtrele biologice, au calitatea de a nu emana în jur miros neplăcut și de a nu favoriza dezvoltarea muștelor.

Randamentele sunt ridicate și constante, atât vara cât și iarna, ușor superioare filtrelor biologice (85-95%).

Pentru dimensionarea bazinelor cu nămol activ este necesară cunoașterea unor parametri de proiectare comuni tuturor tipurilor de bazine, ca și parametrii corespunzători bazinelor de aerare pneumatică și a celor cu aerare mecanică. În aproape toate instalațiile de tratare, volumul este împărțit în două sau mai multe compartimente, care pot fi operate independent. Uneori, volumul fiecărui compartiment este împărțit în mai multe subcompartimente prin pereți longitudinali, formând un canal. În secțiune transversală, lățimea nu trebuie să depășească de două ori adâncimea. Raportul lungime : lățime trebuie să fie 5:1 până la 10:1 pentru a

reduce scurtcircuitele la minim. Lungimea bazinelor poate varia între 30 și 100 m.

Decantoare secundare. Constituie o parte importantă a treptei de epurare biologică și au drept scop reținerea nămolului - materii solide în suspensie separabile prin decantare – rezultat în urma tratării biologice. Nămolul din aceste decantoare are un conținut mai mare de apă, este puternic floclat, este ușor și intră repede în descompunere.

Dimensionarea decantoarelor secundare se face similar decantoarelor primare, ținând seama de debitul apelor uzate, viteza de sedimentare, încărcarea hidraulică superficială, timpul de decantare, încărcarea de suprafață cu materii solide și coeficientul de recirculare a nămolului activ [19]. Nămolurile rezultate din tratarea apelor uzate sunt tratate prin fermentarea anaerobă, care are ca scop reducerea conținutului de materii organice, a conținutului de apă și a nocivității. Nămolul se deshidratează, apoi se descompune și se incinerează. De asemenea nămolul se poate laguna (depozita).

În final, se prezintă schema instalației de tratare apă de la Petromidia [53], putându-se evidenția conexiunile dintre diferitele părți componente ale procesului (fig. 3.12).

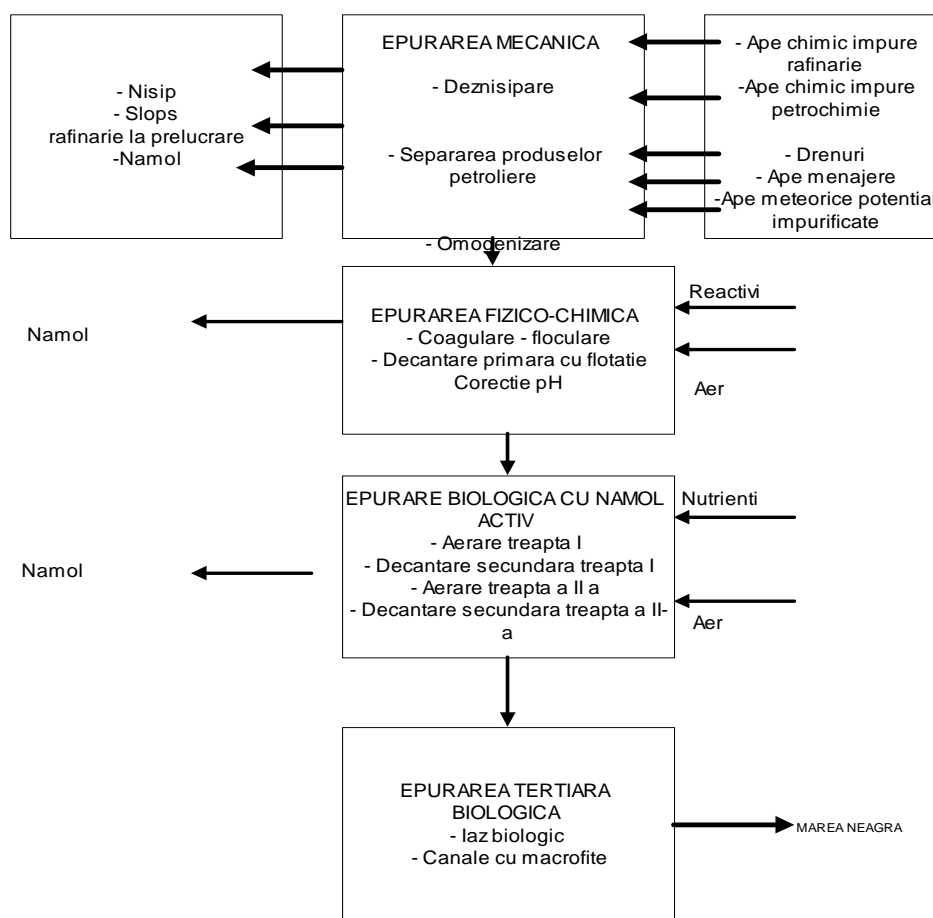


Fig. 3.12. INSTALATIA DE EPURARE FINALA A APELOR DIN PETROMIDIA S.A.

3.6. PROCEDEE ACTUALE DE SEPARARE A AMESTECURILOR HIDROCARBURI – APĂ

Poluarea cu hidrocarburi a apelor poate fi [53,55]:

- 1) Poluarea în care are loc amestecul molecular-apă – hidrocarburi;
- 2) Poluarea în care se produce dizolvarea și emulsionarea în absența agenților tensioactivi;
- 3) Poluarea în care se produce dizolvarea și emulsionarea în prezența agenților tensioactivi;
- 4) Poluarea datorată filmelor sau peliculelor de hidrocarburi la suprafața apei.

Tratamentul poluărilor de suprafață (hidrocarburi care formează pelicule sau filme) se poate realiza prin:

- *procedee de dispersie* a hidrocarburilor în toată masa tratată cu agenți tensioactivi;
- *procedee de pompare directă sau asistată* care se aplică în poluarea accidentală și au dezavantajul că sunt neselective;
- procedee de bazate pe *adsorbție* și pot fi nerecuperative și recuperative. *Adsorbția nerecuperativă* se realizează cu dispozitive de tip tambur din compuși fluorocarbonați, oțel inox, policlorură de vinil (PVC), polipropilenă și alte materiale cu tensiuni superficiale în domeniul hidrocarburilor.

Procedeele recuperative utilizează tambururi, discuri și benzi recuperatoare.

Importantă în depoluarea recuperativă este productivitatea în reținerea produselor petroliere. De exemplu, pentru discurile recuperative se utilizează relația:

$$P_0 = 0,664(D^{1,258}xN^{1,212}xv_0^{0,452}x\frac{I^{1,17}}{g^{0,332}}) \quad (3.3)$$

în care: P_0 este productivitatea în produse petroliere a unei fețe a discului;

D = diametrul discului, m;

N = viteza de rotație a discului, rot/min;

v_0 = vâscozitatea cinematică a produselor petroliere, m^2/s ;

L = înălțimea de imersie a discului, m;

G = accelerația gravitațională,

În ceea ce privește *tratarea emulsiilor* se remarcă utilizarea procedeelor discutate la desalinarea electrică. În plus se pot aminti:

- Procedee bazate pe separarea accelerată;
- Utilizarea echipamentelor granulare cu rășini oleofile;
- Echipamente de coalescență cu ghidaje;
- Echipamente tubulare cu perii
- Echipamente cu *Spiraloil* [53].

☠ Teste de autoevaluare

A. Alegeți răspunsul sau răspunsurile corecte:

1. *După proveniența poluanților, sursele de poluare a apei sunt de următoarele tipuri:*
 - a- surse de poluare organizate;
 - b- surse de poluare simultane;
 - c- surse de poluare neorganizate
 - d- surse de poluare discontinue.

2. *Limita admisibilă pentru CONSUMUL BIOCHIMIC DE OXIGEN (CBO₅) în apele uzate este de:*
 - a- 50 mg/l;
 - b- 100 mg/l;
 - c- 80 mg/dm³;
 - d- 60 mg/dm³.

3. *Deznisipatoarele au rolul de a:*
 - a- separa suspensiile granulare cu dimensiuni mai mici de 1,5 mm;
 - b- separa suspensiile granulare cu dimensiuni mai mari de 0,15-0,20 mm;
 - c- reține toate tipurile de materiale solide pentru a proteja echipamentele împotriva abraziunii;
 - d- separa particulele solide în funcție de dimensiuni, formă și densitate.

4. *Precipitarea face parte din categoria:*
 - a- tratamentelor primare;
 - b- tratamentelor secundare;
 - c- tratamentelor terțiare;
 - d- tratamentelor cuaternare.

5. *Care din următoarele procedee face parte din categoria tratamentelor de epurare biologică:*
 - a- procedeul de floculare;
 - b- procedeul de tratare cu nămol activ;
 - c- procedeul de sedimentare;
 - d- procedeul cu iazuri de oxidare.

B. Răspundeți, în scris, la următoarele întrebări:

1. Definiți: a) poluarea apei b) efluent; c) emisar; d) contaminanți.
2. Care sunt sursele de poluare a apei?
3. Ce este epurarea apei?
4. Enumerați metodele de epurare a apelor reziduale.
5. Care sunt etapele tratării nămolurilor?

BIBLIOGRAFIE

1. * * * *World water balance and water resources of Earth*, UNESCO, Paris, 1978.
2. Lvovich, M.I., White, G.F., *Use and transformation of terrestrial water in systems*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990.
3. Newman, P.J., *Classification of surface water quality management*, Heinemen Professional Publishing, Oxford, 1988.
4. Uttomark, P., Wall, P., *Lake classification for water quality management*, University of Wisconsin Water Research Center, 1975.
5. Degrémont, *Water Treatment Handbook*, Lavoisier Publishing Paris, 1991.
6. Robescu, D., Robescu, Diana, *Procedee, instalații și echipamente pentru epurarea apelor*, Litografia UPB, București, 1996.
7. Berné, F., Cordonnier, J., *Tratament des eaux*, Edition TECHNIP, 1991.
8. Chevalier, *Technique de l'eau*, 33, 386, 1979.
9. Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 327/25.XI.1997.
10. Popp V. I., Ionescu Homoriceanu, ș. a. - *Brevet, R.S.R. 58 309*, 1974.
11. Popp V. I., *Rev. chim.* 29, 1, 60, 1978.
12. Ianuli, V., Rusu, Gh.C., "Stații de epurare a apelor uzate românești. Exemple de calcul. Partea I.", Institutul de Construcții, București, 1983.
13. Franco H. J., a. o., *Industrial Water Engineering*, 18, 5, 11, 1981.
14. Coheci V., Popp V. I., Bacaloglu R., ș.a., *Buletinul științific și tehnic, seria Chimie, I.P.T.V.Timișoara, Dom 23(37) fasc.1*, 1978.
15. Coheci V., Popp V. I., *Probleme actuale ale protecției, tratării și epurării apelor*, Simpozion p.9, Timișoara, 1984.
16. Coheci V., Martin A., Mășu S. – *Simpozion "Tratare ape"*, p.29, Timișoara, 1984.
17. Stoianovici, S., Robescu, D., "Procedee și echipamente mecanice pentru tratarea și epurarea apei", Ed.Tehnică, București, 1983.
18. Edeline, F., *Chemical Eng. Rev.*, 24, 457, 509, 1981.
19. Trambouze, P., *Materiels et equipements*, Editions Technip, Paris, 1999.
20. Negulescu, M. ș.a., *Epurarea apelor uzate industriale*, Ed. Tehnică, București 1978.
21. Gaid, K., Caveller, C., Martin, G., *Water Ressources*, 16, 17, 1982.
22. * * * STAS 4162/1 - 80, "Decantoare primare. Prescripții de proiectare".
23. * * * STAS 4162/2 - 82 "Decantoare secundare. Prescripții de proiectare".
24. Gantz, R.G., Sour Water Stripper Operations, API Special Report, *Hydrocarbon Processing*, May 1975, pag 85
25. Dobrazanski, L.T. și Thomson, J.W. , "Performance Evaluation of Sour Water Strippers" paper presented at *AIChE 76 th National Meeting*, Tulsa, martie 10, 1974, cit.5.
26. Ewing, R.C., *Oil and Gas Journal*, vol. 69, 8 martie, 1971.
27. Beychok ,M.R., *Aqueous Wastes from Petroleum and Petrochemical Plants*, volum 22, nr.7, John Wiley Sons, London, 1967.

28. Roper, R.E., Dikey, R.O., Marman, S., Kim, S.W., Yandt, R.W., "Design effluent quality", Journ.Env.Eng.Div.Proc.Amer.Soc.Civ.Engr., Apr.1979.
29. Linsey, R.K., Kohler, M.A., Paulhus, J.L.H., *Hydrology for Engineers*, 2nd ed. McGraw – Hill, New York, 1975.
30. Heppler, P., *Water pollution by oil*, London, 1971.
31. CNA. ICPGA. "Protecția, tratarea și epurarea apelor", Vol.II, București, 1976.
32. Cornet J.C., Moisse R., *Technologie de l'eau*, 428-429, 23, 1982.
33. Negulescu, M., "Municipal waste water treatment", Ed.Elsevier, Amsterdam, Oxford, New-York, Tokio, 1985.
34. Grigoraș, D., Cruceru, A., *Revista Română de Petrol*, vol. 2, nr. 3, 1995, pag. 306-311.
35. Vintilescu, M., Vintilescu, A., Mara, S., *Mediul înconjurător*, vol. V, nr. 4, 1994.
36. * * * "Epuratıon des eaux." Ed.Technip , Paris, 1990.
37. DeSilva, Fr., *Tips for process water purifications*, Chem. Eng., August, 1996.
38. Drimuș I. și colaboratorii, *Aditivi pentru apele de injecție - Materialele consfătuirii științifice în probleme de ape reziduale*, p.31-33, Ploiești (1966).
39. Atkinson, B., *Biochemical Reaction Engineering*, in: "Chemical Engineering", coord. Coulson, J.M., Richardson, J.F., vol.3, cap.5, Pergamon Press, Oxford, 1971.
40. Dumitrescu G., *Epurarea apelor industriale din schelele petroliere*, Consfătuire științifică p. 17-24, Ploiești, 1966.
41. * * * "Alimentare cu ape și ape reziduale în industria petrolieră", Centrul de Documentare al Industriei Chimice și Petroliere, București, 1968.
42. Consiliul Național al Apelor, "Normativ privind condițiile de descărcare a apelor uzate în rețelele de canalizare a centrelor populate C.90-83", București, 1983.
43. Degremont, "Memento technic de l'eau", Ed.Technip, Paris, 1989.
44. Masters, R.G., *Introduction to Environmental Engineering and Science*, Prentice – Hall International Inc., 1991.
45. Thirumurthi, D., "Design criteria for aerobic aerated lagoons", Journ. Env. Eng. Div. Amer. Soc. Civil Eng., Febr.1979.
46. Stowell, R., Ludwig, R., Colt, Y., Tchobanoglovs, G., "Concepts in aquatic treatmenet system design", Journ. Env. Eng. Div. Proc. Amer. Soc. Civil Eng., Oct.1981.
47. Roper, R.E., Dikey, R.O., Marman, S., Kim, S.W., Yandt, R.W., "Design effluent quality", Journ.Env.Eng.Div.Proc.Amer.Soc.Civ.Engr., Apr.1979.
48. Saget, Ph., "L'Environnement en millieu industriel", Université de Technologie de Compiégne, 1997.
49. Suciū, Gh., "Procese calorice și mecanice de separare", I.P.G.G.București, 1962.

50. * * * STAS 11566-82, "*Bazine de aerare cu nămol activ. Prescripții de proiectare*".
51. Neag, Gh., *Depoluarea solurilor și apelor subterane*, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca, 1997.
52. Gudin, C., *Proc. Int. Symp. on Groundwater Pollution by Oil Hydrocarbons*, Prague, 1978.
53. Chirilă, Elisabeta, *Protecția mediului*, Ovidius University Press, Constanța, 2000.
54. * * * *Waste Management and Recycling International*, Sterling Publications, Limited, London, 1994.
55. Stoianovici, S., Robescu, D., "*Procedee și echipamente mecanice pentru tratarea și epurarea apei*", Ed. Tehnică, București, 1983.
56. Spencer, C. Watson, L., *Optimize wastewater operations*, Hydrocarbon Processing, June, 1997.
57. Negulescu, M., "*Epurarea apelor uzate orășenești*", Ed. Tehnică, București, 1978.