

Chimie tehnologică

Cuprins

1. . Noțiuni fundamentale în chimia tehnologică. Proces tehnologic, proces de producție. Flux tehnologic și criterii de alegere. Mărimi ce caracterizează procesele chimice industriale: conversia totală, conversia utilă, randamentul, selectivitatea
2. Simboluri tehnice și scheme tehnologice. Clasificarea proceselor tehnologice. Etapele elaborării proceselor tehnologice. Bilanțul de materiale în sisteme tehnologice
3. Tehnologia apei. Apa potabilă. Condiții de calitate. Tratarea apelor naturale pentru obținerea apelor potabile. Eliminarea suspensiilor. Sterilizarea apei. Ape industriale. Dedurizarea apei. Demineralizarea apei. Ape reziduale. Epurarea apelor uzate și reziduale
4. Tehnologia acidului sulfuric. Procedee de fabricare a acidului sulfuric. Materii prime pentru obținerea gazelor sulfuroase. Prăjirea piritei. Purificarea și uscarea gazelor sulfuroase. Oxidarea catalitică a dioxidului de sulf. Absorbția trioxidului de sulf. Sortimente de acid sulfuric. Utilizări ale acidului sulfuric
5. Fabricarea gazului de sinteză
6. Tehnologia amoniacului

CHIMIE TEHNOLOGICĂ

Chimia tehnologică este disciplina care prezintă aplicațiile în industrie ale cunoștințelor dobândite prin studiul celor patru mari grupe de discipline de chimie fundamentală: chimie anorganică, organică, analitică și al chimiei fizice.

Studiul chimiei tehnologice oferă suportul teoretic pentru a realiza industrial procese de fabricare și de prelucrare a numeroase substanțe necesare în activitatea economică și ca bunuri de consum.

1. Noțiuni fundamentale în chimia tehnologică

1.1. Proces tehnologic, proces de producție

Definiții

Procesul tehnologic reprezintă transformarea materiilor prime în produse intermediare sau finite cu ajutorul unuia sau mai multor procese chimice fundamentale și a uneia sau mai multor operații fizice sau mecanice (desfășurate paralel sau ciclic).

Procesul de producție sau de procesul de fabricație reprezintă totalitatea proceselor folosite pentru transformarea materiilor prime și a semifabricatelor în produse finite. Un proces de producție este un sistem format din procesul tehnologic, procesul de muncă și procese naturale în unele cazuri.

Procesele chimice fundamentale (exemplu halogenarea, sulfurarea, nitrarea, oxidarea, alchilarea) schimbă natura și compoziția substanțelor, transformându-le în alte substanțe cu alte proprietăți.

Operațiile fizice și mecanice, numite *operații unitare* nu schimbă natura substanțelor respectiv nu implică reacții chimice. Aceste operații au ca obiective:

- pregătirea materiei prime
- izolarea produselor din mediul de reacție și purificarea lor.

Principalele operații tip sau operații unitare sunt:

- Transportul materialelor, lichidelor, materialelor solide;
- Concasarea
- Mărunțirea;
- Sedimentarea;
- Filtrarea;
- Amestecarea;
- Încălzirea și răcirea;
- Fermentarea;
- Pasteurizarea, sterilizarea;
- Concentrarea;

- Condensarea;
- Cristalizarea;
- Uscarea;
- Distilarea și rectificarea;
- Extracția.

1.2. Fluxul tehnologic și criteriile de alegere a proceselor tehnologice

Reprezentarea procesului tehnologic

Traseul materiei prime de-a lungul proceselor chimice fundamentale și a operațiilor unitare, până la produsul finit, constituie *fluxul tehnologic*.

Reprezentarea grafică a fluxului tehnologic se numește *schema tehnologică*.

Schema tehnologică poate fi de două tipuri:

- A. Schemă tehnologică de operații
- B. Schemă tehnologică de fabricație

Schema tehnologică de operații reprezintă operațiile unitare și procesele chimice fundamentale scrise în dreptunghiuri. Substanțele implicate în operația respectivă se scriu într-o parte sau alta a dreptunghiului, indicându-se prin săgeți dacă intră sau ies din aceasta.

Schema tehnologică de fabricație cuprinde reactoarele și celelalte utilaje implicate în proces, pentru efectuarea operațiilor unitare, reprezentate în ordinea de succesiune urmată și la nivelele adecvate.

Alegerea procesului tehnologic

Un produs chimic finit poate fi obținut prin mai multe tipuri de procese tehnologice formate din secvențe diferite de procese chimice fundamentale și operații unitare. Produsul chimic obținut poate avea aceleași calități sau calități diferite, în funcție de procesul tehnologic utilizat pentru obținerea lui.

Natura procesului determină randamentul de obținere al acestuia, cheltuielile de materii prime, materiale, energie și forța de muncă.

De aceea alegerea procesului tehnologic de fabricație al unui produs se face astfel încât să ducă la obținerea unui produs de bună calitate, la un cost cât mai mic, cu un consum minim de materii prime, materiale, energie și un grad înalt de automatizare.

Deci criteriile de alegere a unui proces tehnologic sunt:

- a. asigurarea cu materii prime și energie;
- b. calitatea produsului finit;
- c. cantitatea de produs finit ce trebuie obținut în unitatea de timp;
- d. costul produsului finit.

De asemenea, se alege procesul tehnologic pentru care *consumurile specifice* sunt mai reduse, iar subprodusele se obțin în cantități mai mici și pot fi valorificate.

Se vor prefera procesele tehnologice cu consumuri de energie mai mici.

b. Calitatea produsului finit

Obținerea direct din proces a unui produs cu un înalt grad de puritate, este o condiție esențială în alegerea procesului de fabricație al acestuia.

Un proces tehnologic prin care se obțin produși impurificați cu substanțe secundare necesită operații și instalații în plus, pentru purificare, ceea ce determină consumuri de materiale, energie și investiții superioare.

c. Cantitatea de produs finit ce trebuie obținut în unitatea de timp

Dacă produsul trebuie obținut în cantitate mare, atunci se alege un proces tehnologic cu funcționare continuă. Deși acest proces necesită instalații mai scumpe decât un proces cu funcționare discontinuă, devine rentabil dacă instalațiile sunt mari. Pentru produsele ce trebuie obținute în cantitate mică în unitatea de timp, se aleg procesele tehnologice cu funcționare discontinuă, care sunt mai ieftine.

d. Costul produsului finit

Pentru fabricația unui produs, se alege acel proces tehnologic pentru care costul acestuia este minim.

La costuri egale, se preferă procesul tehnologic care nu conduce la produși secundari.

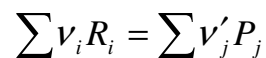
Eficiența economică a unui proces tehnologic se urmărește cu ajutorul unor indicatori tehnico-economici care presupun cunoașterea conversiei, a randamentului, bilanțului de materiale, bilanțul termic, productivitatea muncii, costul de producție, etc.

Orice proces tehnologic se compune dintr-o succesiune de operații fizice și chimice care pot fi grupate astfel:

- operații de pregătire a materiilor prime;
- operații de prelucrare a materiilor prime care conduc la obținerea produselor finite;
- operații de valorificare a subproduselor și a deșeurilor;
- operații auxiliare (transport, depozitare, etc.)

1.3 Mărimi ce caracterizează procesele chimice industriale: conversia, randamentul, selectivitatea

Se consideră reacția chimică generală de forma:



unde: R reprezintă reactanții, P reprezintă produșii de reacție, iar v_i , respectiv v'_j reprezintă coeficienții stoechiometrici ai reactanților și ai produșilor de reacție.

Conversia, notată cu „C” este definită ca raportul dintre numărul de moli de materie primă care s-a transformat în produși chimici și numărul de moli de materie primă alimentată.

$$C(\%) = \frac{\text{nr. de moli de materie primă transformată}}{\text{nr. de moli de materie primă alimentată}} \cdot 100$$

Randamentul, η , este raportul dintre cantitatea de produs util obținută în urma reacției și cantitatea de materie primă intrată în proces.

Pentru procesele a căror desfășurare se poate exprima prin ecuații stoechiometrice cunoscute, randamentul în produs final este:

$$\eta(\%) = \frac{\text{moli de produs obținut practic}}{\text{moli de produs teoretic}} \cdot 100$$

Selectivitatea este raportul dintre numărul de moli de produs util obținut și numărul de moli de materie primă transformată (calculele se fac pentru reactantul aflat în cantitate stoechiometrică).

$$S(\%) = \frac{\text{moli produs util}}{\text{moli materie prima transformata}} \cdot 100$$

2. Clasificarea proceselor tehnologice

a. clasificarea după modul de desfășurare în timp

Procesele tehnologice pot fi :

- discontinue (periodice)
- semicontinue
- continue

Procesele discontinue -se realizează în utilaje cu funcționare periodică, din care produsul se evacuează la intervale de timp determinate.

În cazul proceselor discontinue, parametrii tehnologici (temperatura, presiunea, concentrația reactanților, viteza de reacție, etc.) variază în decursul desfășurării procesului.

Procesele discontinue lucrează în regim nestaționar. Un astfel de proces decurge în șarje. Procesele discontinue sunt aplicate mai puțin deoarece în cazul acestora productivitatea este scăzută și nu pot fi automatizate complet.

Un proces tehnologic discontinuu se caracterizează prin mărimea șarjei și durata unui ciclu de transformare.

Procesele continue se caracterizează prin simultaneitatea desfășurării tuturor fazelor.

Acestea decurg în aparate cu funcționare continuă, iar parametrii se mențin invariabili, constanți , pe toatădurata procesului. În acest caz, regimul de lucru este staționar

În cazul proceselor continue, alimentarea cu materii prime și energie se face continuu și uniform, iar evacuarea produșilor de reacție în același mod.

Procesele continue se caracterizează prin debite de alimentare și evacuare și timpul de staționare a materialelor în instalație.

În cazul proceselor semicontinue alimentarea se face parțial continuu, parțial discontinuu, iar produșii sunt evacuați în același mod.

b. clasificarea după numărul de prelucrări ale materiei prime înainte de a părăsi instalația

După numărul de prelucrări ale materiei prime înainte de a părăsi instalația se disting:

- procese ciclice, sau în circuit închis;
- procese aciclice, sau în circuit deschis.

Procese ciclice se aplică în operații când la o singură trecere a reactanților prin reactor, conversia are valori mici, rămâne reactant netransformat, care se separă de produs și apoi se recirculă.

Exemple: -sinteza amoniacului;

-oxidarea și absorbția gazelor nitroase;

- absorbția SO_3 din gazele de la oxidarea SO_2

c. clasificarea după starea de agregare în care se găsesc reactanții

După starea de agregare în care se găsesc reactanții procesele pot fi:

- procesele eterogene, în care compoziții masei de reacție se află în faze diferite. Cele mai utilizate sunt sistemele bifazice de tipul : g-l , g-s , l-s, l-l .
- procesele omogene care au loc cu viteze mai mari decât cele eterogene, mecanismul global este mai simplu și pot fi ușor controlate.

Linia tehnologică

Este numită instalația în care se desfășoară procesul tehnologic.

Linia tehnologică este formată din :

- utilaje
- sisteme de transport ale materiilor prime, ale semifabricatelor și ale produselor finite între utilaje
- aparate de măsură și control

Parametrii tehnologici reprezintă valorile optime ale mărimilor : presiune, debite, temperatură, concentrație, pentru care se pot obține produse chimice cu anumite caracteristici calitative.

Materiile prime cuprind totalitatea substanțelor naturale sau sintetice, anorganice sau organice, necesare pentru obținerea unui anumit produs.

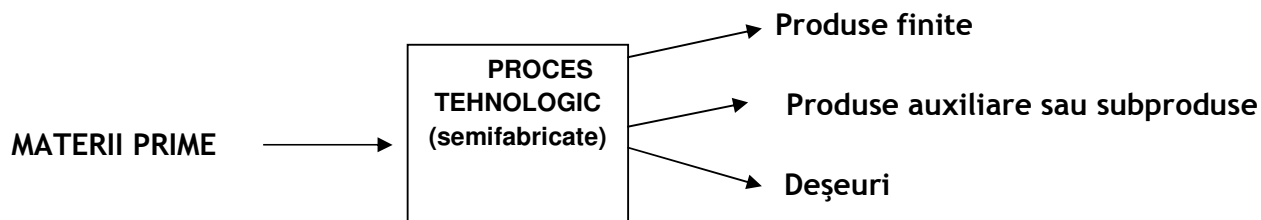
Materiile prime folosite în industria chimică pot fi:

- materii prime minerale: sare brută (NaCl), pirită (FeS), blenda (ZnS), galena (PbS)
- cărbuni;
- țiței;
- gaze naturale;
- materii prime vegetale și minerale (de exemplu:grăsimi, uleiuri, alcool, lemn, cereale, lapte)

Produsele finite sunt substanțele sau materialele (bunurile) care rezultă în urma desfășurării unui proces tehnologic.

Produsele finite trebuie să corespundă unor norme legale de calitate.

Semifabricatele sunt produse rezultate în urma unor etape ale procesului tehnologic. În decursul procesului tehnologic, materiile prime sunt transformate prin mai multe operații în produse finite. Stadiile intermediare de prelucrare ale materiilor prime sunt numite semifabricate.



Materiale auxiliare sunt produse care sunt necesare în procesul de producție alături de materiile prime, dar nu se regăsesc în produsul finit.

Materiale auxiliare sunt: apa, aburul care sunt numite și utilități.

Ramurile principale ale tehnologiei chimice

Tehnologia chimică generală este o disciplină în cadrul științelor chimice și prezintă problemele esențiale ale tuturor ramurilor industriei chimice.

Tehnologia chimică generală se împarte, în mod convențional în:

- Tehnologia chimică ANORGANICĂ
- Tehnologia chimică ORGANICĂ

în funcție de particularitățile proceselor, de materiile prime utilizate și de produsele finite obținute.

Tehnologia chimică anorganică

Tehnologia chimică anorganică are ca obiect de studiu procesele chimice anorganice.

Acestea se pot clasifica în:

- procese anorganice de bază;

- procese electrochimice;
- procese metalurgice;
- procese de fabricare a produselor ceramice, a sticlei și a lianților anorganici.

Procesele anorganice de bază constau în fabricarea compușilor anorganici de mare tonaj : acizi, baze, săruri minerale și îngrășăminte chimice. Aceste procese constituie obiectul de cercetare și de studiu al disciplinelor tehnologice următoare:

- Tehnologia apei;
- Tehnologia acidului sulfuric;
- Tehnologia amoniacului și a acidului azotic;
- Tehnologia produselor sodice (derivate de la NaCl)- Na_2CO_3 , NaOH , Cl_2 , HCl ;
- Tehnologia îngrășămintelor chimice;
- Tehnologia silicaților și a compușilor oxidici (produse ceramice, porțelan, sticlă, lianți anorganici :ciment,)

Tehnologia chimică organică

Tehnologia chimică organică cuprinde :

- Tehnologia chimică organică de bază în care se studiază prelucrarea materiilor prime organice- gaz metan, țiței, cărbuni și obținerea compușilor de mare tonaj (acetilenă, acid acetic, clorură de vinil, etenă, etc.)
- Tehnologia chimică organică de sinteză numită și sinteza organică fină, ce cuprinde:
 - tehnologia produselor farmaceutice;
 - tehnologia antidăunătorilor;
 - tehnologia coloranților;
 - tehnologia reactivilor organici;
 - tehnologia produselor cosmetice;
 - tehnologia fabricării tensidelor
 - tehnologia compușilor macromoleculari (materiale plastice, cauciuc sintetic, fibre artificiale)

Simboluri tehnice și scheme tehnologice

Simbolurile tehnice sunt semne convenționale prin care se realizează reprezentarea utilajelor. Aceste semne sugerează forma și mărimea acestora.

Simbolul tehnic este un semn grafic simplificat care reprezintă un anumit utilaj. El îndeplinește următoarele condiții:

- reprezintă clar și sugestiv forma utilajului și principiul său de funcționare;
- asigură desenarea rapidă a schemelor tehnologice.

După gradul de informare pe care oferă, simbolurile tehnice se clasifică în:

- simboluri funcționale
- simboluri de aparatură
- simboluri speciale

Simbolurile funcționale –se reprezintă sub forma unui dreptunghi în care se scrie operația fizică sau procesul chimic efectuat în utilajul respectiv.

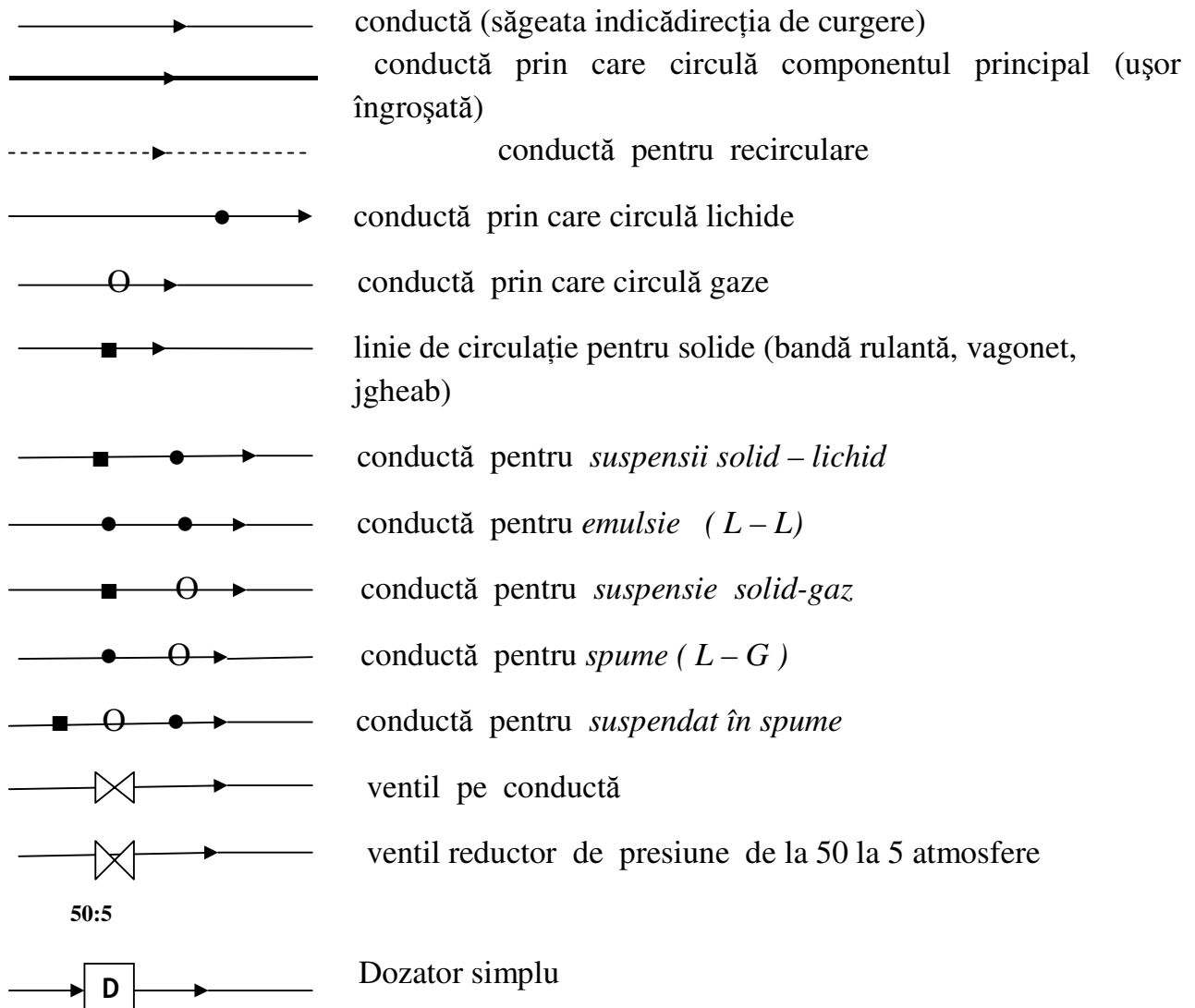
Exemple:

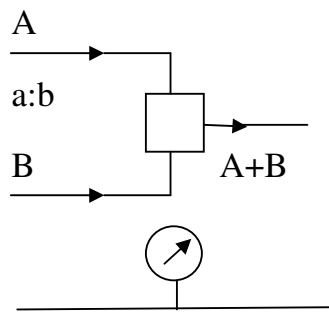
Neutralizare

Distilare

Simbolurile de aparatură redau schematic aparatul și modul său de funcționare.

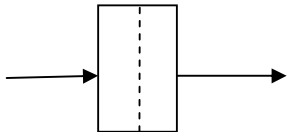
Exemple:



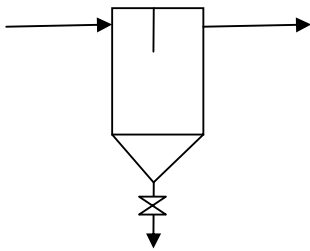


Dozator amestecător în raportul **a: b**

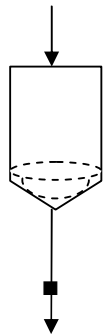
manometru



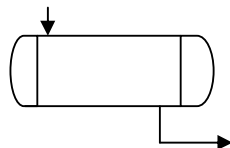
filtru pentru gaz



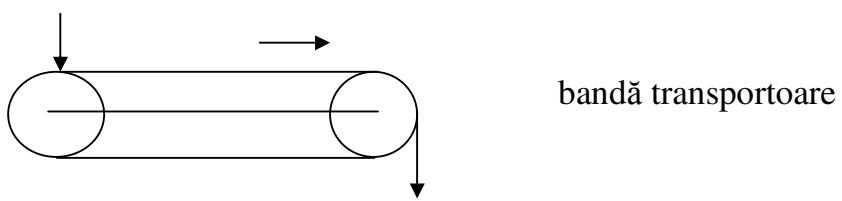
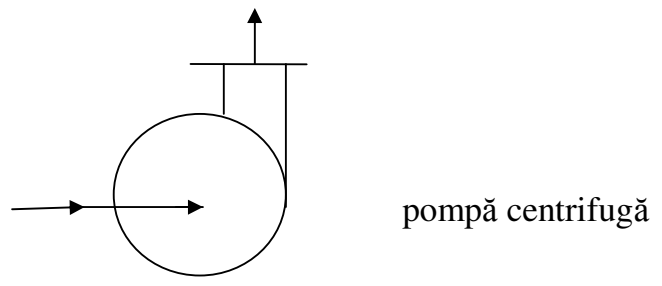
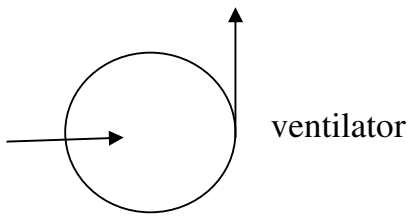
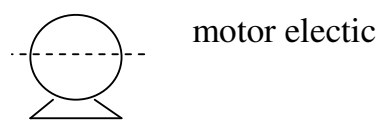
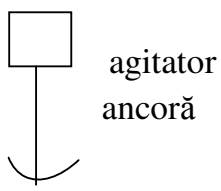
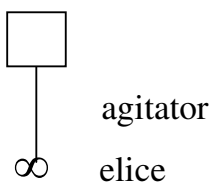
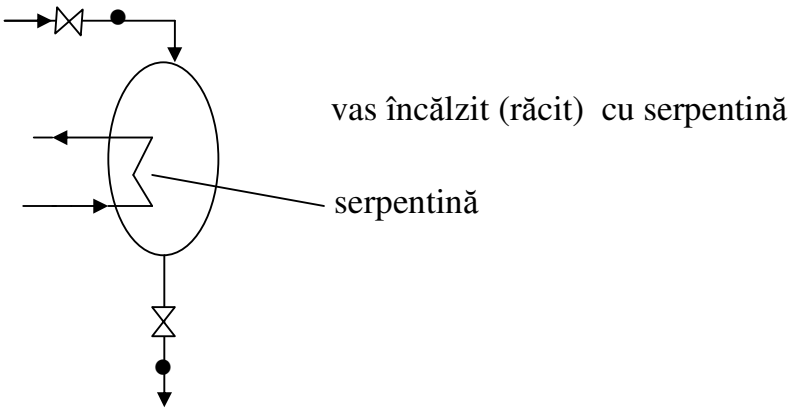
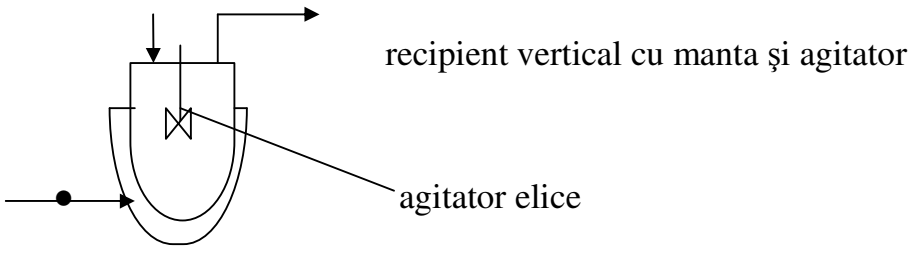
separator gaz lichid

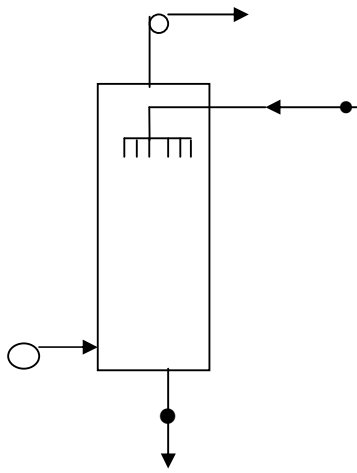


siloz , buncăr

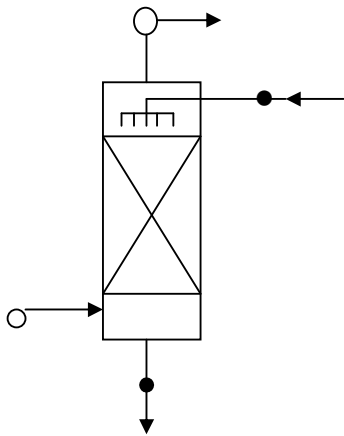


rezervor pentru lichide

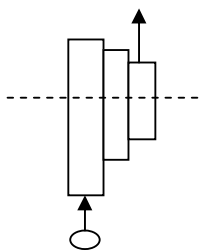




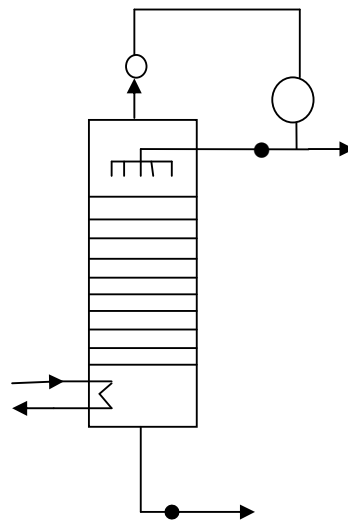
coloană cu stropire
sau coloană de stripare (scruber)



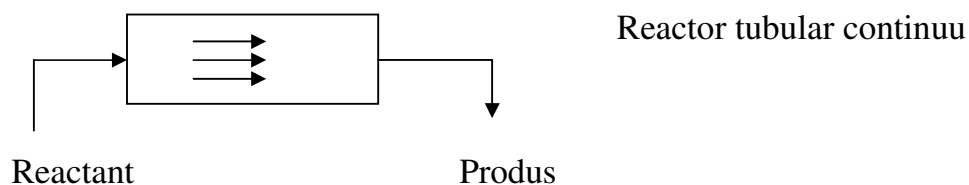
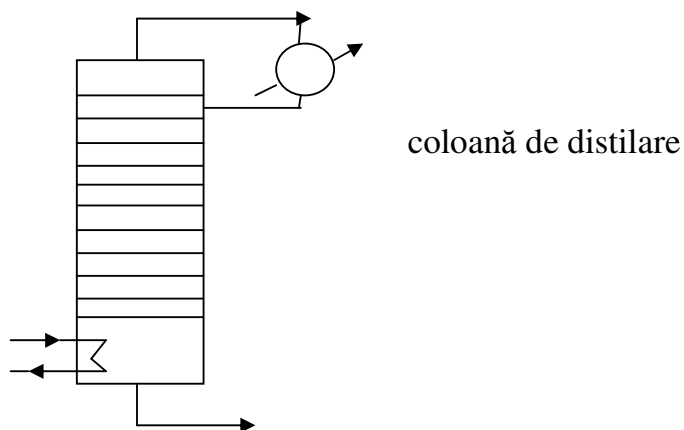
coloană cu umplură



compresor în
3 trepte



coloană de
desorbție



Etapele elaborării proceselor tehnologice

Pentru a se elabora un proces tehnologic nou și instalația tehnologică aferente se parcurg următoarele etape:

- 1.-conceperea procesului tehnologic;
- 2.-etapa dimensionării tehnologice a utilajelor;
- 3.-etapa proiectării procesului tehnologic;
- 4.-comanda și montarea utilajului;
- 5.-punerea în funcțiune și rodajul instalației.

Conceperea procesului tehnologic

Etapele proiectării sistemelor tehnologice sunt:

- cercetarea preliminară;
- cercetarea de laborator;
- cercetarea de dezvoltare, care cuprinde etapele :
 - cercetare pe micropilot
 - cercetare pe pilot
 - cercetare pe instalație semiindustrială
- proiectarea sistemelor de producție.

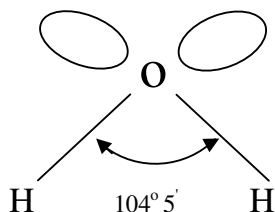
3. Tehnologia tratării apei

Considerații generale

Apa are un rol esențial în existența vieții; fără apă nu există viață.

Apa este constituentul major al corpurilor vii.

Apa este o substanță chimică deosebită.



- polaritate ridicată → este un foarte bun dizolvant pentru numeroase substanțe: săruri, acizi, baze, alcooli, proteine;

- mediu pentru foarte multe reacții;

- agent de spălare;

- căldură specifică ridicată, este un bun purtător de căldură.

Apa constituie mediul în care au loc reacțiile biochimice caracteristice vieții.

În natură apa există în toate formele de agregare: vapori, lichidă și solidă, urmând un circuit de la o stare la alta.

Din evaporarea oceanelor, mărilor, lacurilor, râurilor, rezultă vapori de apă (mai ușori ca aerul) care ridicându-se în atmosferă se condensează ca nori sau ceață și cad iarași pe pământ sub forma de ploaie, grindină, zăpadă.

Apa meteorică ajunsă pe pământ poate străbate prin straturi permeabile (sol, nisip, pietriș și alte roci) până ajunge la o pătura impermeabilă de argilă, formând deasupra acesteia o pânză de apă subterană (freatică) care re apare la suprafață prin izvoare, puțuri, sonde.

În circuitul său în natură, apa vine în contact cu substanțe gazoase, lichide și solide, impurificându-se. Vaporii de apă din atmosferă se condensează și dizolvă gazele din atmosferă în cantități depinzând de temperatură și de presiunile parțiale ale acestora.

În apele de precipitații sunt dizolvate gaze în concentrații de aproximativ:

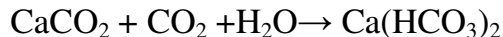
63% N₂, 35% O₂, 1,75% CO₂, deși concentrația acestor gaze în aer este de aproximativ:

79% N₂, 20,9% O₂, 0.003% CO₂.

Ajunsă în sol, apa continuă procesul de absorbție a CO₂ (existent în straturile superioare ale solului datorită procesului de descompunere a substanțelor organice), devenind foarte „agresivă” și putând acționa (reacționa și solubiliza) asupra majorității combinațiilor din sol. Apa dizolvă săruri întâlnite în roci (cloruri alcaline, clorura de magneziu).

În apă îmbogățită în cloruri, solubilitatea sulfatilor și a fosfaților de calciu este mai mare.

Dizolvarea carbonaților depinde de concentrația de CO₂ dizolvat în apă. De fapt este o solubilizare însoțită de o reacție chimică, deoarece carbonații trec în bicarbonați.



Uneori, unele izvoare dizolvă, din rocile întâlnite substanțe gazoase sau solide în cantități anormal de mari formând ape minerale (acide, alcaline, carbonice, sărate, amare, sulfuroase, feruginoase, iodurate, radioactive, etc.) cu importante efecte curative

Clasificarea apelor naturale

În natură, apa se găsește în hidrosferă, în atmosferă și în litosferă.

Există următoarele categorii de ape:

- ape meteorice
- ape subterane
- ape de suprafață -râuri
-lacuri
-mări și oceane

3.1. APA POTABILĂ

Prin *apă potabilă* se înțelege:

- orice tip de apă în stare naturală sau după tratare, folosită pentru băut, gătit, la preparare hranei sau pentru alte scopuri casnice, indiferent de originea ei și indiferent dacă este furnizată prin rețea de distribuție, din rezervor sau este comercializată în sticle sau alte recipiente;
- toate tipurile de apă folosită ca sursă în industria alimentară pentru fabricarea, procesarea, conservarea sau comercializarea produselor sau substanțelor destinate pentru consumul uman, cu excepția cazului în care autoritățile competente aprobă folosirea apei și sunt convinse că apa nu afectează calitatea și salubritatea produsului alimentar în forma lui finită.

Apa potabilă este destinată pentru consum menajer (băut , preparat mâncare , spălat) cât și cea necesară pentru tehnologia de fabricație în industria alimentară.

Apa potabilă, apa naturală, subterană sau de suprafață, este bună de băut. În acest scop ea trebuie să îndeplinească următoarele condiții principale: Sa aibă o temperatură între 7 și 12° C, să fie incoloră, transparentă, fără miros, fără gust, să nu conțină suspensii minerale sau organice, săruri solubile în cantitate mai mare decât un gram la litru, substanțele otrăvitoare (compusi de cupru, plumb, arsen etc.) și nici microbi, care pot provoca îmbolnăvirea oamenilor sau a animalelor.

Potabilitatea apei depinde de proprietățile sale fizice și chimice (culoare , turbiditate , miros , conținut în diferite substanțe, etc.).

În apa potabilă trebuie să fie absente substanțele toxice și organismele patogene.

Condițiile de calitate pentru apa potabilă sunt stabilite prin standarde și reglementări .

Aceste condiții de calitate se referă la următoarele caracteristici ale apei :

- organoleptice
- fizice
- chimice
- radioactive
- biologice

Caracteristicile organoleptice sunt: mirosul, gustul, turbiditatea și culoarea_.

➤ mirosul și gustul apei se datoresc prezenței în apă a unor săruri solubile, gaze, substanțe minerale sau organice în descompunere, a unor microorganisme vii, a vegetației

acvatice. Apa potabilă nu trebuie să aibă gust sau miros particular, dar nici să fie lipsită de gust.

Mirosul apei provine de la substanțele volatile pe care le conține, ca rezultat al încărcării cu substanțe organice în descompunere, al dezvoltării planctonului, al poluării cu substanțe chimice sau cu ape reziduale. Determinarea mirosului apei trebuie să se facă la temperatura de 15-20°C și la 60°C, într-o încăpere care să fie lipsită de miros.

➤ Turbiditatea apei (tulbureala apei) se datorează prezenței substanțelor în suspensie (argilă, nisip fin, nămol, substanțe organice, plancton, etc) și care nu sedimentează în timp. Turbiditatea se exprimă în *grade de turbiditate* .

Un grad de turbiditate reprezintă tulbureala produsă de 1 mg caolin (silice) într-un litru de apă distilată.

Se măsoară cu aparate numite turbidimetre.

➤ Culoarea apei

Apa pură este incoloră. Culoarea apei naturale este determinată de prezența compușilor coloidal ai fierului , a substanțelor humice sau a unor substanțe rezultate din descompunerea plantelor acvatice.

Culoarea este dată de originea materialelor transparente. Ionii de Fe dau apei culoarea galbenă, cei de Cu o colorează în albastru. Prin reziduurile activității antropice, se poate schimba culoarea apelor. Apele de culoare brună provin de la distileriile de cărbune, culoarea brună închisă o au apele de la fabricile de celuloză. Apele bogate în Fe de la tăbăcării au culoarea verde închis sau neagră.

Colorația apei se exprimă în *grade de culoare*. Gradul de culoare este colorația produsă de o soluție care conține 1mg platină la 1 l de apă sub formă de ion cloroplatinat.

➤ Temperatura apei variază în funcție de proveniență și de anotimp.

Pentru apele sbuterane ,se încadrează între 8-12°C, iar pentru cele de suprafață variază între 0°C –iarna și 27°C - 30°C vara.

➤ Radioactivitatea -este proprietatea apei de a emite radiații permanente alfa , beta sau gama.

➤ Conductibilitatea electrică și conductivitatea

Conductivitatea apelor constituie unul dintre indicatorii cei mai utilizați în aprecierea gradului de mineralizare a apelor cel puțin din următoarele considerente:

- măsurătorile de conductivitate (rezistivitate) a apei permit determinarea conținutului total de săruri dizolvate în apă ;

- au avantajul diferențierii dintre săruri anorganice și organice pe baza mobilităților ionice specifice;

- elimină erorile datorate transformării speciilor de carbonați/bicarbonați prin evaporare la 105° C (conform metodologiei de determinare gravitațională a rezidului fix, în cazul bicarbonaților pierderile sunt de circa 30%).

Din valoarea conductibilității se pot face aprecieri asupra concentrației electroliților și asupra variației gradului de mineralizare a apei.

Conductibilitatea se măsoară în $\Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ = Siemens S , mS , μS

3.2. Condiții de calitate pentru apa potabilă

Calitatea apei se poate defini ca un ansamblu convențional de caracteristici fizice, chimice, biologice și bacteriologice, exprimate valoric, care permit încadrarea probei într-o anumită categorie, ea căpătând astfel însușirea de a servi unui anumit scop. Pentru stabilirea calității apei, din multitudinea caracteristicilor fizice, chimice și biologice care pot fi stabilite prin analize de laborator se utilizează practic un număr limitat, considerate mai semnificative

Fiecare țară sau regiune dintr-o țară are propriile norme de calitate. Totuși pe plan mondial se tinde spre o bază comună, rezultată din experiența și necesitățile tuturor. În acest sens Organizația Mondială a Sănătății a emis și reeditează periodic "Directivile pentru calitatea apei potabile" iar organisme internaționale precum Uniunea Europeană promovează și ele norme comune detaliat sau cel puțin orientative, cum sunt Directiva 98/83/EC privind calitatea apei destinate consumului uman.

Orice alterare fizică, chimică sau bacteriologică a apei peste o limită admisibilă stabilită, inclusiv depășirea nivelului natural de radioactivitate produsă direct sau indirect, cu activități umane care o fac improprie pentru o folosire normală, se numește poluare a apei.

Apa, element indispensabil vieții și activității omului, se constituie într-un important indicator al aprecierii gradului de civilizație și al posibilităților de dezvoltare pe care o localitate le oferă locuitorilor săi.

Pentru ca o apă să fie declarată potabilă, ea trebuie să îndeplinească mai multe condiții, cele mai importante fiind:

- Să fie "sigură" din punct de vedere sanitar (legat de cerințele consumatorului) și al furnizorului de apă (să fie transportabilă);
- Să nu conțină agenți patogeni sau microorganisme patogene, să fie lipsită de risc de contaminare (să nu existe viruși, bacterii, protozoare, spori, chiști, etc.);
- Să fie incoloră și cu gust plăcut;
- Concentrația substanțelor indezirabile sau toxice să fie foarte scăzută.

Din punct de vedere al furnizorului de apă, nu trebuie să provoace deteriorări calitative ale conductelor în timpul transportului, datorită depunerilor sau a agresivității calciului, sau dezvoltării de bacterii și să se poată transporta ușor.

În România, norma de calitate pentru apa potabilă, în ultimul deceniu, a fost STAS 1342/91 APĂ POTABILĂ. Acest standard de stat se referă la apa potabilă furnizată de instalațiile centrale sau sursele locale de alimentare apă, de rezervoarele de înmagazinare transportabile, precum și la cea folosită pentru apă caldă menajeră (baie și bucătărie). NU se referă la apele minerale. Apa potabilă trebuie să corespundă standardului de calitate nr.1342/91, respectiv să se încadreze în limitele impuse de 54 de indicatori (preluați la recomandările Organizației Mondiale a Sănătății), și anume: organoleptici (2), fizici (4), chimici (35), radioactivi (2).

Toate aceste cerințe sunt transpuse în indicatori (*parametrii caracteristici*) care reprezintă parametrii apei potabile.

Sistemul mondial de supraveghere a mediului înconjurător prevede urmărirea calității apelor prin trei categorii de parametri:

- **parametri de bază** : temperatură, pH, conductivitate, oxigen dizolvat, colibacili ;

- **parametri indicatori ai poluării persistente** : cadmiu, mercur, compuși organo - halogenați și uleiuri minerale ;

- **parametri opționali** : carbon organic total (COT), consum biochimic de oxigen (CBO) detergenți anionici, metale grele, arsen, bor, sodiu, cianuri , uleiuri totale, streptococi .

Pentru precizarea caracteristicilor de calitate a **apei** se utilizează următoarea terminologie :

- **criterii de calitate a apei** - totalitatea indicatorilor de calitate a apei care se utilizează pentru aprecierea acesteia în raport cu măsura în care satisface un anumit domeniu de folosință sau pe baza cărora se poate elabora o decizie asupra gradului în care calitatea apei corespunde cu necesitățile de protecție a mediului înconjurător ;

- **indicatori de calitate ai apei** - reprezentați de caracteristici nominalizate pentru o determinare precisă a calității apelor ;

- **parametri de calitate ai apei** – sunt valori și exprimări numerice ale indicatorilor de calitate a unei ape ;

- **valori standardizate ale calității apei** - reprezintă valori ale indicatorilor de calitate a apelor care limitează un domeniu convențional de valori acceptabile pentru o anumită folosință a apei

Parametri de calitate sunt microbiologici, chimici și indicatori. Valorile concentrațiilor maxime admise pentru parametrii de calitate ai apei potabile sunt cele prevăzute în tabelele din “Legea nr. 458 din 8 iulie 2002 privind calitatea apei potabile”

Așa cum s-a arătat deja, pentru caracterizarea calității și gradului de poluare a unei ape se utilizează **indicatorii** de calitate. Aceștia se pot clasifica după natura lor și după natura și efectele pe care le au asupra apei , după cum

Clasificare după natura indicatorilor de calitate:

1. Indicatori organoleptici (gust, miros)

2. Indicatori fizici (pH, conductivitate electrică, culoare, turbiditate)

3. Indicatori chimici :

- generali-se referă compoziția naturală a apei;
- toxici – se referă la prezența compușilor poluanți toxici, a căror prezență induce un factor de risc pentru sănătatea consumatorilor.

-amine aromatice= Ar-NH₂ : C₆H₅-NH₂ (fenilamina sau anilina)

-As , Cd²⁺ , CN⁻ , NO₃ , Cr³⁺ , Hg , N,

-pesticide

-trihalometani

4.Indicatori bacteriologici –prezența organismelor animale sau vegetale

5.Indicatori biologici-

6.Indicatori de radioactivitate-Consumul de către om al alimentelor și apei potabile cu un conținut radioactiv crescut, poate determina creșterea încărcăturii interne a organismului ce conduce la creșterea dozelor efective rezultate prin ingestie și implicit a riscului apariției efectelor negative asupra sănătății.

Clasificare după natura și efectul pe care îl au asupra apei:

- indicatori fizico-chimici generali:

- temperatura

- pH
- indicatorii regimului de oxigen
 - oxigen dizolvat (OD)
 - consumul biochimic de oxigen (CBO5)
 - consumul chimic de oxigen (CCO_{Cr} și CCO_{Mn})
- indicatorii gradului de mineralizare :
 - reziduul fix
 - cloruri, sulfați
 - calciu, magneziu, sodiu, etc.
- indicatori fizico - chimici selectivi
 - carbon organic total (COT)
 - azot Kjeldhal și azot total, fosfați
 - duritate, alcalinitate
- indicatori fizico - chimici specifici (toxici):
 - cianuri
 - fenoli
 - hidrocarburi aromatice mono și polinucleare
 - detergenți
 - metale grele (mercur, cadmiu, plumb, zinc, cobalt, fier, etc.)
 - pesticide
 - arsen
 - uraniu natural
 - trihalometani
- indicatori radioactivi
 - activitate globală α și β
 - activitate specifică admisă a fiecărui radionuclid
- indicatori biologici care reflectă gradul de saprobitate a apei, prin analiza speciilor de organisme care populează mediul acvatic.
- indicatori bacteriologici care măsoară nivelul de poluare bacteriană, în principal prin determinarea numărului de bacterii coliforme totale și de bacterii coliforme fecale.

În tabelul de mai jos sunt redate valorile admise și excepțional admise ale indicatorilor de potabilitate. Organismele biologice indicatoare de poluare, dăunătoare sănătății precum chisturi de giardia, protozoare intestinale patogene etc. nu se admit.

Tabel nr.1 Indicatori de potabilitate si valorile maxim admise

Gust si miros	2 grade	Amine aromatice	0 mg/dm ³
temperatura	7-15 grade C	azotați	45mg/dm ³
pH	6-8	Cianuri libere	0,01 mg/dm ³
turbiditate	5-10 grade	fluor	1,2 mg/dm ³
culoare	15-30 grade	Mercur	0,001mg/dm ³
conductivitate	1000-3000S/cm	Plumb	0,05 mg/dm ³

Duritatea apei	20-30 grade germane	Total cloroform	0,5 mg/dm ³
Calciu	100-180 mg/dm ³	Pesticide	0,1 micrograme/dm ³
Cloruri	250-400 mg/dm ³	CCO (consumul chimic de oxigen)	2,5-3 mg/dm ³
Cupru	0,05-0,1mg/dm ³	Amoniac	0 -0,3 mg/dm ³
Fier	0,1-0,3 mg/dm ³	Nitriți	0 – 0,3 mg/dm ³
Magneziu	50-80 mg/dm ³	Germezi mezofili	300/cm ³
Mangan	0,05-0,3 mg/dm ³	Germezi coliformi totali	10/100cm ³
Sulfati	200-400mg/dm ³	Germezi coliformi fecali	2/100cm ³
Zinc	5-7 mg/dm ³	Streptococi fecali	2/100cm ³

Caracteristicile biologice

Apa potabilă nu trebuie să conțină organisme animale și vegetale vizibile cu ochiul liber, nici ouă sau larve de paraziți.

Numărul organismelor animale microscopice nu trebuie să depășească 20 în 1 dm³ de apă.

Proprietățile chimice ale apei

Apa potabilă nu este și nu trebuie să fie pură. Ea conține dizolvate gaze și o serie de substanțe minerale și organice care îi conferă caracterul de potabilitate.

Dintre substanțele dizolvate, unele sunt necesare:

O₂, CO₂, Ca²⁺

altele sunt admisibile:

MgO, SO₄²⁻, SiO₂, Fe, Mn, Al, K, Cl, dar în anumite limite,

Iar altele sunt inadmisibile:

H₂S, As, ionul Cr⁶⁺, compușii azotului, ai fosforului, Pb

Prezența ionilor de calciu și magneziu în apă îi conferă duritatea. Apa cu duritate mare are o întrebuințare limitată în industrie și în scopuri gospodărești.

pH-ul, aciditatea și alcalinitatea apei

Valoarea pH-ului (concentrația ionilor de hidrogen) apei determină în mare măsură:

-procesele biologice și chimice care au loc în apa naturală;

-caracterul coroziv al apei.

pH-ul apelor naturale este cuprins între 6,5 - 8, abaterea de la aceste valori dând indicații asupra poluării cu compuși anorganici. pH-ul și capacitatea de tamponare a acestuia constituie una din proprietățile esențiale ale apelor de suprafață și subterane, pe această cale asigurându-se un grad de suportabilitate naturală față de impactul cu acizi sau baze, sărurile de Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ jucând un rol esențial în acest sens. De subliniat că această capacitate de tamponare a pH-ului este deosebit de importantă nu numai pentru echilibrele din faza apoasă, dar și pentru cele de la interfața cu materiile în suspensie, respectiv cu sedimentele.

În funcție de pH-ul apei se stabilesc unele din procesele de tratare ale acesteia.

Valoarea pH-ului unei ape naturale se poate determina cu relația:

$$\text{pH} = 6,52 + \log[\text{CO}_2]_{\text{bic}} - \log[\text{CO}_2]_{\text{liber}}$$

$[\text{CO}_2]_{\text{bic}}$ = concentrația CO_2 din carbonații acizi

$[\text{CO}_2]_{\text{liber}}$ = concentrația CO_2 liber existent în apă

Rezultă că aciditatea apelor naturale este cauzată în principal de CO_2 liber.

Aciditatea mai este determinată de apariția acizilor humici, de acizi organici sau de acizi minerali aduși cu apele uzate sau formați prin hidroliza sărurilor aflate în apă.

6,52 –este o constantă reprezentând logaritmul cu semn schimbat al concentrației ionilor de acid carbonic disociați.

Alcalinitatea apelor naturale –se datorează ionilor de bicarbonat și în mai mică măsură fosfaților.

Practic alcalinitatea totală se datorează bicarbonaților de calciu și magneziu, astfel că, în apele naturale obișnuite, *duritatea temporară a apei este egală cu alcalinitatea totală*.

Alcalinitatea poate apărea și în cazul deversării de ape reziduale puternic bazice.

Duritatea apei a fost inclusă la capacitatea de tamponare a apei datorită ponderii carbonaților de calciu și magneziu în apele naturale. Se deosebesc următoarele tipuri de duritate:

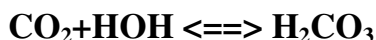
- **duritatea totală** reprezintă totalitatea sărurilor de Ca^{2+} și Mg^{2+} prezente în apă;
- **duritatea temporară** reprezintă conținutul ionilor de Ca^{2+} și Mg^{2+} legați de anionul HCO_3^- , care prin fierberea apei se poate înlătura deoarece dicarbonații se descompun în CO_2 și în carbonați care precipită;
- **duritatea permanentă** reprezintă diferența dintre duritatea totală și duritatea temporară, fiind atribuită ionilor de Ca^{2+} și Mg^{2+} legați de anionii Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- . Acest tip de duritate rămâne în mod permanent în apă, chiar după fierbere.

Conținutul de dioxid de carbon al apei

Conținutul de dioxid de carbon este o caracteristică foarte importantă a apei. Conținutul de CO_2 determină așa numitul echilibru carbonic al apei.

Dioxidul de carbon se poate găsi în apă sub trei forme :liber ,agresiv si legat sub forma de bicarbonati si carbonate.

Cea mai mare parte a CO_2 se găsește dizolvat fizic, numai o mică parte reacționează cu apa și se formează acidul carbonic.



Între H_2CO_3 și sărurile acidului carbonic se stabilește următorul echilibru:



M –cation de metal divalent (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+}) etc.

În acest echilibru apar toate formele de dioxid de carbon :

- CO_2 liber;
- CO_2 semilegat în bicarbonați;

- CO₂ legat în carbonați

Din echilibrul (1) , rezultă că pentru menținerea bicarbonaților în soluție, este necesară o anumită cantitate de CO₂ liber numit “dioxid de carbon aferent”.

Cantitatea de CO₂ care depășește această limită se numește CO₂ agresiv ,care este capabil să transforme noi cantități de carbonați în bicarbonați.

$$[\text{CO}_2]_{\text{liber}} = [\text{CO}_2]_{\text{aferent}} + [\text{CO}_2]_{\text{agresiv}}$$

La scăderea cantității de dioxid de carbon sub limita necesară menținerii bicarbonaților în soluție are loc precipitarea unei cantități corespunzătoare de carbonați.

Formele sub care se găsește CO₂ în apă pot fi prezentate prin schema din figura următoare. Existența uneia sau altele dintre formele sub care se poate găsi CO₂ în apă este în funcție de pH-ul apei, respectiv:

- la pH ≤ 4 , CO₂ este prezent sub formă de CO₂ liber;
- la pH = 8,4 , CO₂ este prezent sub formă de HCO₃⁻ ;
- la pH ≥ 10,5 , CO₂ este prezent sub formă decarbonați.

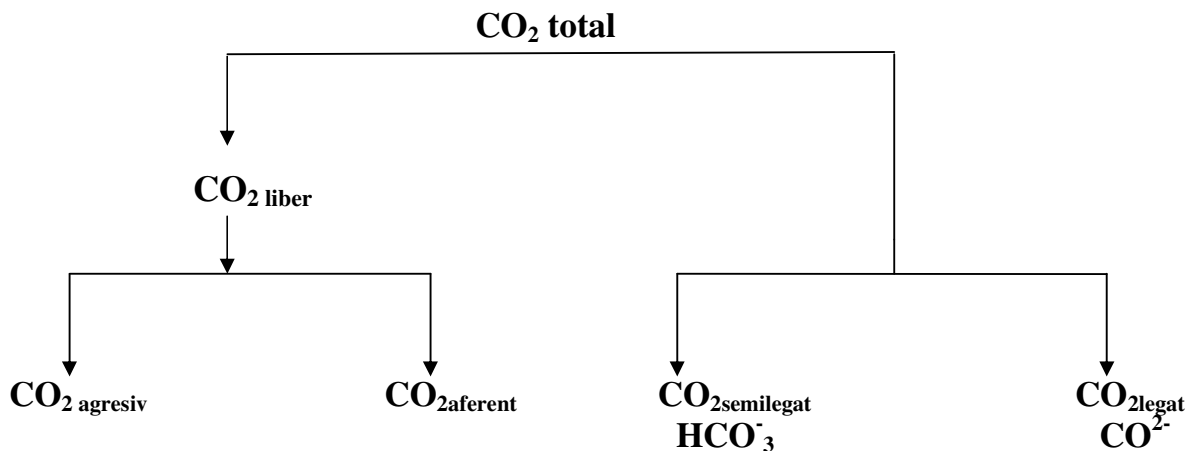


Figura nr 1. Formele de CO₂ din apă

CO₂ nu dăunează calității apei potabile, ci îi conferă gust plăcut și prospețime.

Dar CO₂ agresiv poate face apa nepotabilă, deoarece poate dizolva PbCO₃ format pe pereții conductelor de plumb prin care se transportă apa. Carbonatul de plumb, PbCO₃, se găsește sub forma unui strat subțire pe pereții conductelor și se formează sub acțiunea bicarbonaților de Ca și Mg din apă.

În apa de alimentare a cazanelor de abur, CO₂ trebuie să lipsească deoarece produce o puternică coroziune chimică a tolelor cazanelor.

Săruri dizolvate în apă. Duritatea apelor

Apele naturale conțin cantități variabile de săruri dizolvate din rocile cu care vin în contact. Datorită gradului de diluție ridicat, aceste săruri sunt total dissociate , astfel încât în apă se găsesc ioni :

Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-

Alături de acești ioni se mai găsesc :

Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ba^{2+} , Al^{3+} , NO_2^- , NO_3^- , F^- , SiO_3^{2-} , PO_4^{3-}

În cantitatea cea mai mare dintre ionii menționați, se găsesc ioni de Ca^{2+} , iar dintre anioni, în mod obișnuit, concentrația anionilor SO_4^{2-} este mai mare decât a celor de Cl^- în apele subterane și este mai mică în apa mărilor și a oceanelor, unde predomină ionul Cl^- .

În sursele de apă din diferite zone pot să predomine anumiți ioni care conferă apei un anumit caracter.

Astfel pot exista ape:

- magneziene
- sulfatice
- clorurate
- feruginoase
- iodurate
- sulfuroase
- carbogazoase

Oxigenul și substanțele organice dizolvate în apă

Oxigenul se găsește dizolvat în apele naturale aproape de limita de saturație determinată de presiunea sa parțială și temperatură.

Oxigenul participă la reacții chimice și biochimice cu substanțele dizolvate în apă.

Ca urmare, în apele subterane, în special în cele cu fier, conținutul de O_2 este foarte scăzut.

În apele de suprafață, conținutul de O_2 depinde de presiune și de temperatură, precum și de numeroasele procese fizice, chimice, biologice care însoțesc ciclul vieții biologice (asimilație, respirație, degradări). Ca urmare a consumării oxigenului, în aceste procese apare un deficit de oxigen care poate provoca dispariția completă a vieții aerobe.

Prin *deficit de oxigen* se înțelege diferența dintre cantitatea de oxigen care saturează apa la presiunea și temperatura dată și conținutul real de oxigen.

Între conținutul de O_2 și substanțele organice din apă se poate stabili o corelație directă.

Substanțele organice din apele naturale provin din:

- terenurile din bazinul hidrografic, substanțele humice;
- din descompunerea organismelor vii din apă;
- din deversarea de ape uzate, menajere sau industriale.

Conținutul de substanțe organice din apă

Este un indicator de calitate foarte important deoarece substanțele organice servesc ca suport nutritiv pentru bacterii, viruși și alte organisme vii.

Întotdeauna o mare cantitate de bacterii sau plancton este asociată cu o mare concentrație de substanțe organice. Determinarea analitică individuală a substanțelor organice din apele naturale este dificil de realizat deoarece presupune o aparatură de laborator de înaltă tehnicitate. Din acest motiv de obicei se recurge la o apreciere globală a cantității de substanțe organice din apă prin determinarea "oxidabilității".

Oxidarea substanțelor organice din apă se poate face chimic sau biochimic.

Determinarea "oxidabilității" pe cale chimică constă în stabilirea cantității de substanță oxidantă (KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) consumată, necesară pentru oxidarea substanțelor organice conținute într-un anumit volum de apă.

Această analiză chimică se numește *determinarea consumului chimic de oxigen* și se notează:

CCO - Mn

CCO - Cr

Consumul Chimic de Oxigen (CCO) este un parametru important în analiza apelor reziduale , a apelor de suprafață și a plantelor deoarece dă informații asupra gradului de poluare al apei cu materie organică.

Consumul biochimic de oxigen CBO

Este un indicator de calitate pentru apă care dă informații despre conținutul de substanțe organice din apă degradabile pe cale biologică.

CBO reprezintă *cantitatea de oxigen care se consumă pentru degradarea oxidativă de către microorganisme a substanțelor organice conținute într-un dm^3 de apă*.

Convențional s-a stabilit ca determinarea consumului biochimic de oxigen să se efectueze pentru o perioadă de incubare de mai multe zile, - $(\text{CBO})_n$, unde „n” reprezintă numărul de zile de incubare, a cărei valoare optimă este de 5 zile.

$(\text{CBO})_5$ rezultă din diferența între concentrația oxigenului dizolvat în proba supusă analizei la începutul și la sfârșitul perioadei de incubație.

Incubarea probelor de apă se realizează la temperatura de 20 ± 1 °C, la întuneric.

Prezența O_2 în apa potabilă a minim $4 - 6 \text{ mg/dm}^3$ este necesară deoarece conferă apei un gust plăcut și prospețime.

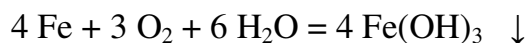
Prezența substanțelor organice în apa potabilă nu este admisă din următoarele motive:

- datorită caracterului toxic direct;
- indică o eventuală infectare a apei

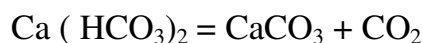
STAS 1342-91, admite pentru conținutul de substanțe organice în apa potabilă limita de $10 \text{ mg KmnO}_4/\text{dm}^3$ apă.

Oxigenul dizolvat în apă favorizează deferizarea și demanganizarea apei bazată pe fenomenul de oxidare.

În prezența a $5 - 6 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ în apă și a unei durtăți temporare de minim 2^0d are loc coroziunea fierului conform reacției:



concomitent cu absorbția unei părți pe precipitat din CO_2 aferent, ceea ce duce la reacția:



Datorită acestor reacții se formează un strat de Fe(OH)_3 →hidroxid feric și carbonat de calciu, care aderă la peretele conductei întreprinzând coroziunea.

În apa de alimentare a cazanelor de abur , oxigenul chiar în concentrații reduse , favorizează coroziunea.

Principii de tratare a apelor

Tratarea apelor are ca scop corectarea unor caracteristici ale apei brute; astfel încât după tratare apa să corespundă din punct de vedere calitativ unor anumite cerințe, în funcție de utilizarea ei ca apă potabilă sau apă industrială.

Aceste tratamente sunt cu atât mai necesare , cu cât se folosesc tot mai mult apele de suprafață, de obicei puternic impurificate.

Datorită faptului că apele naturale au o compoziție foarte variată, nu există o tehnologie tip de tratare a apelor , ci de la caz la caz se aplică anumite operații de tratare a apei

Pentru stabilirea unui proces tehnologic eficient de tratare a unor ape , într-un caz concret, se face în prealabil un studiu experimental în laborator sau în stații pilot.

Procese de tratare a apei

Cele mai importante procese de tratare a apei sunt:

➤ **Purificarea apelor** care cuprinde, în linii mari, operații de:

- eliminare a suspensiilor
- deferizare și demanganizare
- sterilizarea sau dezinfecția

Purificarea apelor se aplică în cazul apelor naturale care se vor folosi ca ape potabile sau în scopuri industriale când sunt necesare ape cu grad înalt de puritate.

➤ **Corectarea calității apelor** care se aplică în special pentru apele industriale.

Acest proces cuprinde, în principal, operațiile:

- eliminarea uleiurilor
- decarbonatarea (eliminarea CO_2)
- desilicierea (eliminarea SiO_2)
- dedurizarea (eliminarea sărurilor Ca^{2+} , Mg^{2+})
- demineralizarea (eliminarea tuturor componentelor minerali)

Se efectuează toate aceste operații sau doar unele, în funcție de destinația apei industriale și de proprietățile (caracteristicile) fizico-chimice necesare în anumite utilizări industriale.

exemplu : apa pentru producerea aburului.

➤ **Epurarea apelor reziduale**

3.3. Tratarea apelor naturale pentru obținerea apelor potabile.

Purificarea apelor naturale

3.3.1. Eliminarea suspensiilor

Apele curgătoare de suprafață conțin cantități variabile de substanțe aflate în stare de suspensie.

Suspensiile prezente în apă pot fi clasificate în trei categorii, și anume:

- a) Suspensii gravitaționale cu diametrul peste 10^{-3} mm; $d > 10^{-3}$ mm ;separabile prin simplă sedimentare ;
- b) Suspensii fine neîncărcate electric –cu dimensiuni mai mici de 10^{-3} mm , practic nesusceptibile , sau care se decantează greu, cu viteze foarte reduse;

c) Suspensii coloidale cu dimensiuni de $1 \div 200 \text{ mm}$, nesedimentabile.
 Eliminarea suspensiilor se face cu ajutorul următoarelor operații principale:
 deznisiparea, decantarea, filtrarea, coagularea. Aceste operații se aplică independent sau combinat.

Deznisipare (presedimentare)

Se aplică atunci când apa brută conține cantități mari de nisip sau alte substanțe grele de natură minerală.

Deznisiparea reprezintă prima treaptă în procesul de limpezire a apei. Deznisipatoarele sunt plasate înaintea decantoarelor.

Deznisipatoarele pot fi, după direcția de curgere a apei, orizontale (figura nr.2) și verticale (figura nr.3):

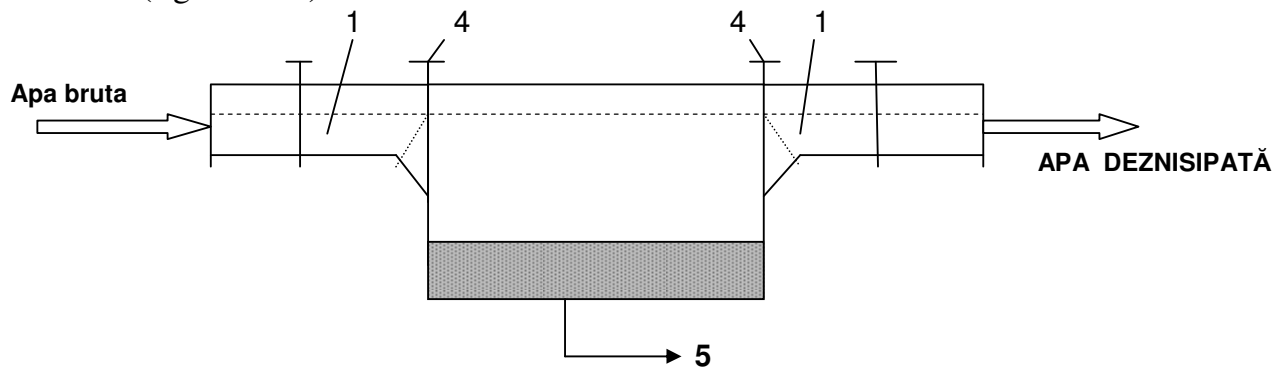


Figura nr. 2. –DEZNISIPATOR ORIZONTAL

unde:

1. Cameră de liniștire a apei
2. Grătare (pentru reținerea suspensiilor plutitoare, grosiere)
3. Camera de sedimentare
4. Praguri, stăvilare
5. Dispozitiv de evacuare a nisipului

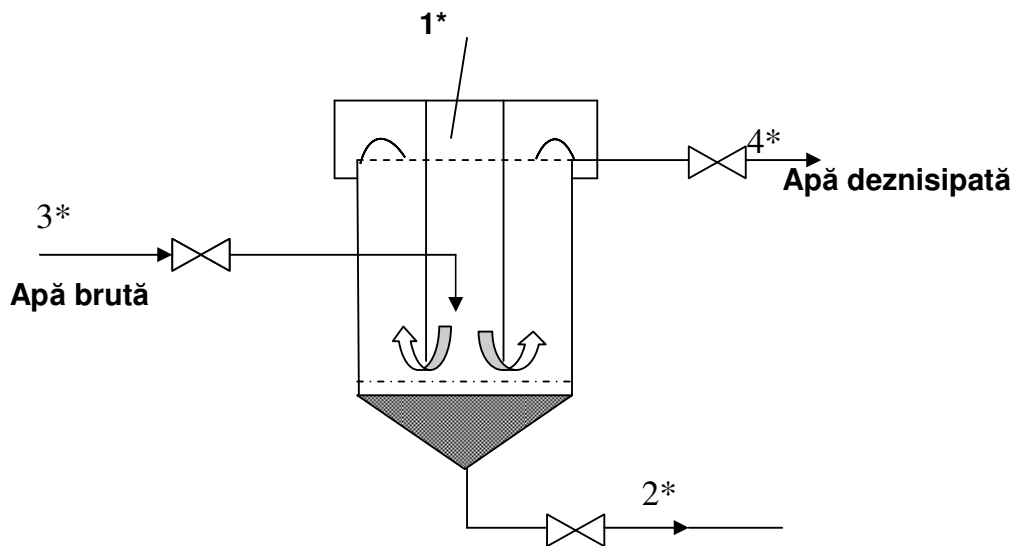


Figura nr. 3. DEZNISIPATOR VERTICAL

unde:

- 1*-Zona centrală
- 2*Evacuare nisip
- 3*Conductă de alimentare cu apă brută
- 4*Conductă de evacuare a apei deznisipate

Deznisipatoarele verticale se folosesc acolo unde se impune economie de spațiu și unde nu sunt necesare lucrări dificile și excavări costisitoare.

Apa introdusă prin conducta (3*) circulă de sus în jos prin zona centrală (1*) a deznisipatorului și de jos în sus prin compartimentul exterior cu o viteză mai mică decât viteza de depunere a nisipului (2 – 5 m/s). Apoi apa este evacuată pe la partea superioară prin conducta (4*). Nisipul se depune la partea inferioară și este evacuat prin conducta (2*) . Timpul de ședere a apei în deznisipator este de 30÷100 s.

Deznisiparea poate fi considerată și presedimentare. Presedimentarea (deznisiparea) se aplică în cazul în care apa naturală conține cantități mari de nisip sau alte particule minerale grele, care se pot depune ulterior pe canale, conducte sau uzează prin abraziune pompele sau alte utilaje folosite la tratarea apei.

În deznisipatoare se elimină nisipul din apă. Acesta este format din particule cu un diametru $\geq 0,2 \text{ m}$ care au o viteză de depunere destul de mare. Timpul de staționare a apei în deznisipator este mic, de ordinul a câteva minute, iar viteza de trecere a apei este mare (0,1÷0,5 m/s).

Decantarea

Decantarea reprezintă operația de eliminare a suspensiilor din apă.

Operația se realizează în bazine de sedimentare denumite decantoare , în care apa brută circulă cu o viteză redusă, iar particulele aflate în suspensie se depun gravitațional.

Prin operația de decantare se realizează îndepărtarea gravitațional a nămolurilor și a suspensiilor coagulate.

Cele mai uzuale sunt decantoarele statice (orizontale) . Pentru debite foarte mari de apă se folosesc decantoarele radiale.

Decantarea apei este un proces de separare a particulelor solide cu dimensiuni mai mari de 10^{-3} mm , aflate în suspensie, prin acțiunea forțelor gravitaționale, astfel că se obține apa limpezită și suspensiile:

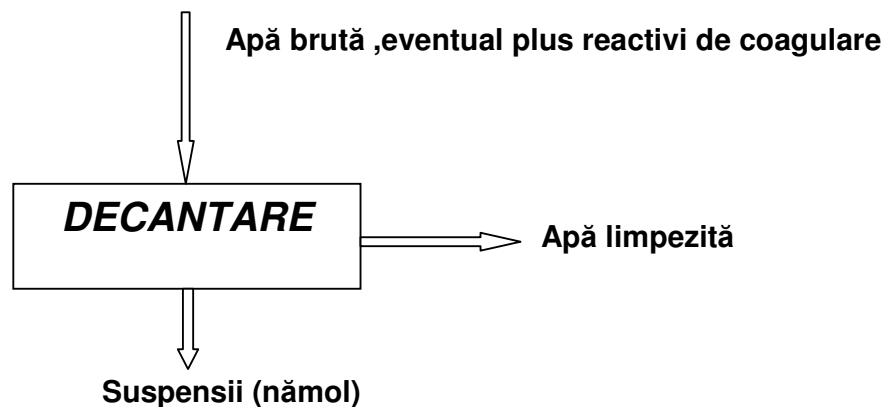


Figura nr. 4 Schița decantare

Pentru procesul de eliminare gravitațională a suspensiilor din apă se utilizează și termeni ca sedimentarea apei sau limpezirea apei.

Această operație se realizează în bazine de sedimentare numite decantare, în care apa brută este în repaus sau circulă cu viteză foarte mică, astfel încât viteza de sedimentare să fie mai mare decât viteza de deplasare a apei. Particulele solide se depun datorită greutateii proprii sau îngreunării artificiale.

Prin această operație se elimină din apă suspensiile gravitaționale și suspensiile coagulate în proporție de 40÷80 % din cele inițiale.

Suspensiile depuse în decantare formează nămoluri, care se îndepărtează continuu sau discontinuu.

Viteza de curgere a apei trebuie să fie mică, să nu depășească 1cm /s.

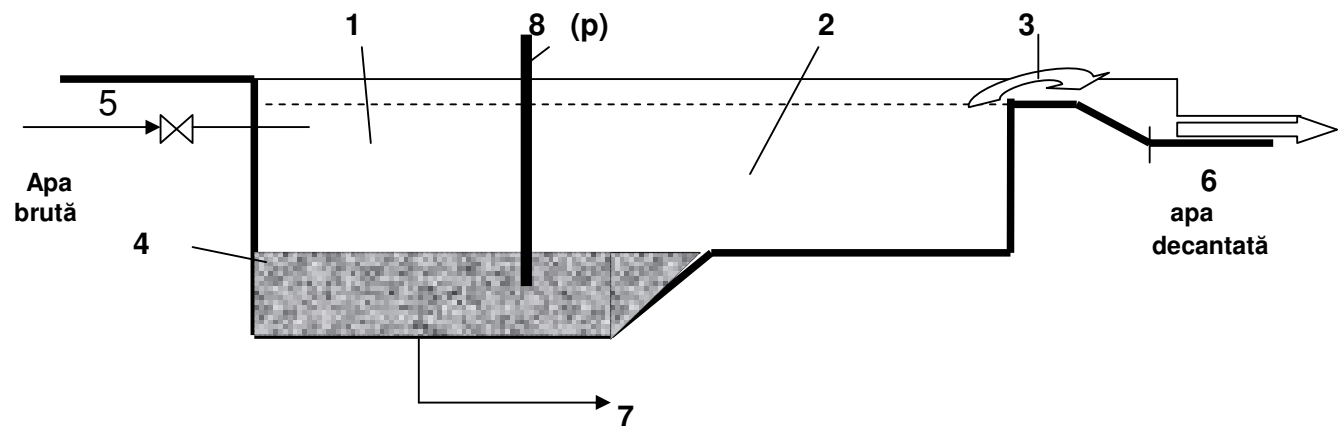


Figura nr. 5. Decantor orizontal longitudinal

unde :

1. cameră de liniștire și distribuție a apei
2. cameră de decantare a apei
3. cameră de colectare a apei decantate
4. cameră de colectare și evacuare a nămolului
5. conducta de intrare a apei brute
6. conducta de golire a apei limpezi
7. conductă de evacuare a nămolului
8. perete pentru evacuarea uniformă a apei (p)

Camera de liniștire și distribuție a apei are rolul de a primi apa brută și de a o distribui în spațiul de decantare. Viteza de circulație a apei în această cameră trebuie să fie mai mare ($\approx 0,5$ m/s) decât viteza de sedimentare, pentru a nu produce depuneri. În spațiul de decantare, viteza de deplasare a apei este mică ($1 - 2$ mm/s) până la maxim 5 mm/s, pentru ca viteza de sedimentare a particulelor solide să fie mai mare decât viteza de deplasare a apei.

Evacuarea apei decantate se face printr-un deversor pe toată lățimea bazinului de decantare.

Principiul este același pentru decantorele radiale și verticale.

S-au determinat, experimental, condiții optime de sedimentare și anume:

- viteza de curgere a apei să nu depășească 1 cm/s;
- regimul de curgere al apei să fie laminar;

- să nu existe variații ale densității apei datorate variației de temperatură;
- cantitatea de substanțe în suspensie să nu fie prea mare; când substanțele în suspensie se află în cantitate de peste $1\text{g}/\text{dm}^3$, sedimentarea este îngreunată, deoarece particulele se deranjează între ele în timpul sedimentării;
- alimentarea și evacuarea uniformă a apei în decantor.

Filtrarea apei

Filtrarea apei se realizează prin trecerea ei printr-un strat poros cu compoziție granulometrică adecvată, în scopul reținerii particulelor aflate în suspensie.

Materialul filtrant cel mai frecvent utilizat este nisipul cuarțos cu minim 98 % silice și maxim 2 % substanțe organice. În anumite cazuri se folosește ca material filtrant antracitul foarte dur, cărbunele activ, marmura, vata minerală.

Reținerea de către materialul filtrant a particulelor în suspensie duce la o micșorare progresivă a spațiilor (interstițiilor) dintre granulele materialului filtrant. Acest fenomen este numit colmatarea filtrului. Pe măsură ce filtrul se colmatează, crește pierderea de presiune din filtru și scade viteza de filtrare.

Primele filtre utilizate la tratarea apei au fost filtrele lente. Apa circulă cu viteză redusă. În partea superioară a filtrului sunt reținute microorganismele vii, formând o membrană gelatinoasă numită membrană biologică. Aceasta are un rol important în eficacitatea filtrului deoarece reține cele mai fine suspensii, în special microorganismele.

Dezavantajul filtrelor lente este *volumul lor mare*, datorită vitezei de filtrare reduse.

Filtrele lente au fost înlocuite, parțial, de filtrele rapide, pentru care viteza de filtrare este mai mare și au un volum mai redus. În cazul filtrelor rapide, nu se mai formează membrana biologică și de aceea este necesară ulterior operația de dezinfecție a apei. Filtrele rapide se utilizează în special pentru filtrarea apelor tratate cu coagulanți.

Se prezintă în continuare, în figurile 7 și 8, schema de funcționare a unui filtru rapid deschis și a unui filtru rapid închis:

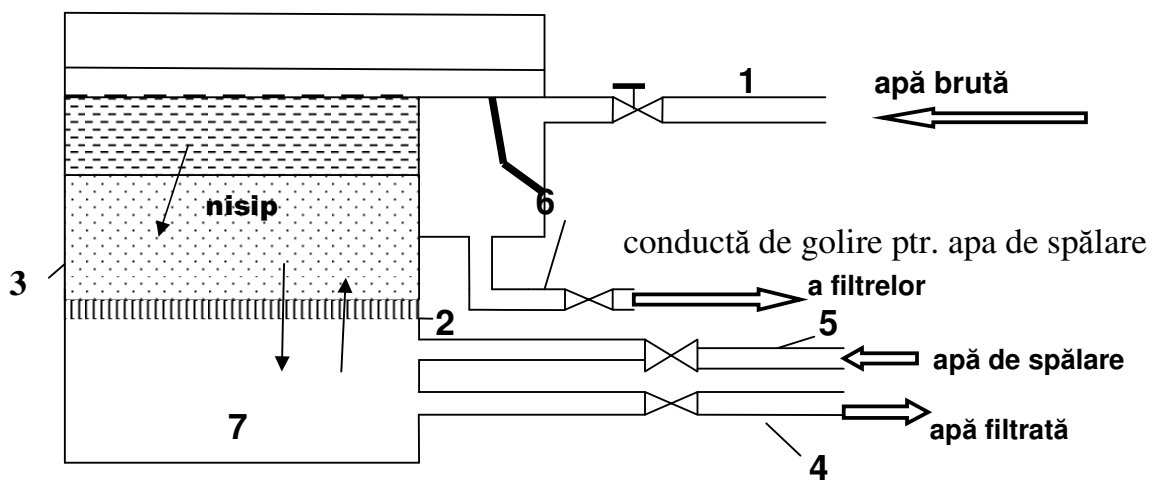


Figura nr. 7. Filtru rapid deschis

unde:

1. conductă de alimentare cu apă brută
2. strat drenant care susține stratul de nisip
3. strat de nisip filtrant
4. conductă de evacuare a apei filtrate

5. conductă de alimentare cu apă pentru spălarea filtrului
6. conductă de golire pentru apa de spălare a filtrelor
7. camera de apă filtrată (pentru colectarea apei filtrate)

Apa decantată se introduce prin conducta (1) și este repartizată, prin intermediul unor jgheaburi pe toată suprafața filtrului. Apa circulă prin stratul de nisip de sus în jos, trece prin drenajul filtrului, (2) și ajunge în camera de apă filtrată de unde se evacuează prin intermediul conductei (4).

După colmatare, filtrul trebuie spălat. Apa de spălare se introduce în filtru prin conducta de spălare (5), intră în filtru, străbate suprafața filtrului, expandează apoi stratul de nisip, menținând granulele de nisip în suspensie. Impuritățile reținute la suprafața granulelor și se desprind și sunt antrenate de curentul de apă în jgheaburile de colectare de la partea superioară, apoi se evacuează prin conducta de golire (6).

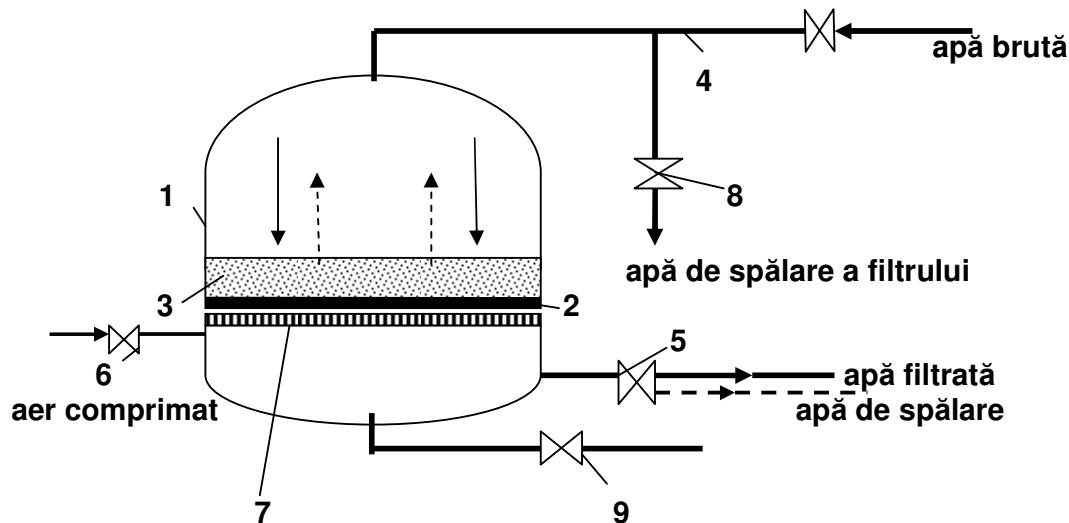


Figura nr. 8. Filtru rapid închis

unde:

1. rezervor din tablă de oțel
2. strat drenant care susține stratul de nisip filtrant
3. nisip filtrant
4. conductă de alimentare
5. conductă de evacuare apă filtrată
6. ștuț pentru aer comprimat
7. conductă perforată pentru distribuție aer
8. conductă laterală pentru evacuarea apei de spălare a filtrului
9. conductă de golire a filtrului

Filtrul rapid se compune din-un rezervor din tablă de oțel (1) prevăzut cu stratul drenant (2) care susține stratul de nisip filtrant (3).

Apa decantată intră prin conducta (4), străbate stratul filtrant de sus în jos și iese prin conducta (5). Dacă stratul filtrant s-a colmatat, filtrul se spală introducând apă prin conducta (5) și insuflare de aer comprimat prin ștuțul (6), distribuit uniform prin conducta perforată (7). Apa și aerul străbat stratul filtrant de jos în sus, îl expandează și antrenează impuritățile prin conducta (4) în conducta laterală (8). Conducta (9) servește pentru golirea completă a filtrului.

Coagularea suspensiilor

Sedimentarea naturală a suspensiilor din apă nu este întotdeauna suficientă pentru a îndepărta complet substanțele aflate în suspensie.

Din acest motiv, în aceste cazuri se recurge la utilizarea unor reactivi care provoacă flocularea dispersiilor coloidale din apă, numiți reactivi de coagulare sau coagulanți.

Coloizii din apă sunt formați din două faze:

- faza dispersă, formată din particule coloidale cu dimensiuni de 1 – 200 mμ
- mediul de dispersie, format din apă

Agentii de coagulare sunt în general săruri ale unor metale polivalente (Fe^{3+} , Al^{3+} etc.) care prin hidroliză sau disociere pun în libertate ionii metalici. Aceștia anulează sarcina negativă a particulelor coloidale din apă, producând coagularea fazei disperse și sedimentarea rapidă.

Principalii reactivi de coagulare sunt:

- a) sărurile de aluminiu : $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, alaun de aluminiu și potasiu : $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$, $AlCl_3 \cdot 6 H_2O$

Hidroliza sărurilor de aluminiu este favorizată de prezența ionilor bicarbonat.



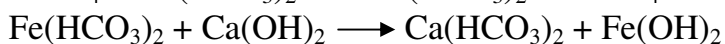
În urma procesului de coagulare are loc scăderea durtății temporare concomitent cu creșterea durtății permanente sulfatice (dată de $CaSO_4$)

- b) sărurile de fier

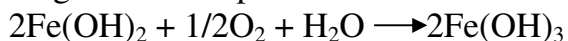
Se utilizează atât săruri feroase $Fe SO_4 \cdot 7 H_2O$ cât și săruri ferice.

Sulfatul feros reacționează cu bicarbonații de Ca și Mg formând , în prima etapă, bicarbonat de fier care se descompune apoi lent în $Fe(OH)_2$ rezultând hidroxid feros.

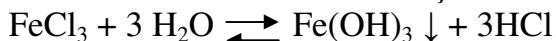
Pentru a accentua faza a doua a procesului, în apă se introduce lapte de var. Procesul decurge conform următoarelor reacții:



Capacitatea de coagulare srește prin oxidarea Fe^{2+} la Fe^{3+} , care are loc datorită oxigenului din apă:



Dintre sărurile ferice se folosește sulfatul feric, $Fe_2(SO_4)_3$ și clorura ferică, $FeCl_3$:



În ultimii ani se folosesc coagulanți polielectrolitici și coagulanți pe bază de polimeri (poliacrilamidă , poliacetat de vinil).

Coagularea se produce în timp (procesul decurge în camere de amestec).

Pentru a se forma flocoanele, stațiile de tratare sunt prevăzute cu camere de reacție (camere de reacție cu pereți șicanati).

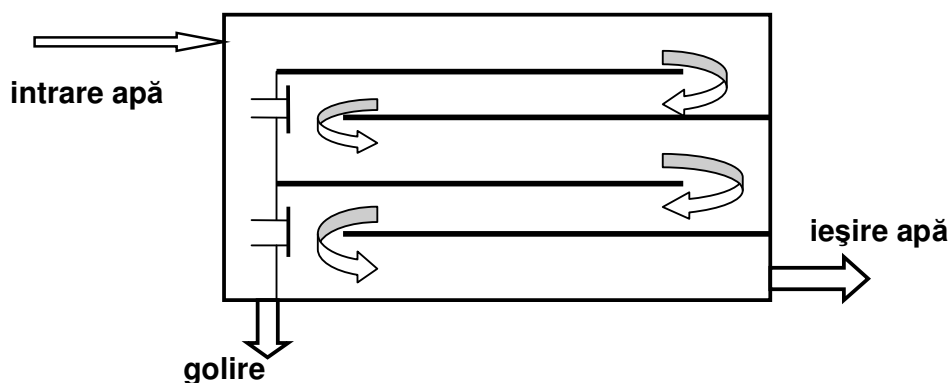


Figura nr.9. Camera de reacție cu pereți șicanați(cu șicane orizontale)

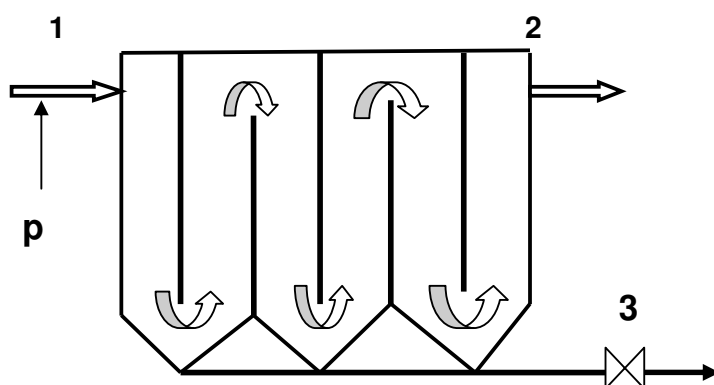


Figura nr. 10. Camera de reacție șicane verticale

- viteza apei este de 0,2 – 0,4 m/s
- timpul de staționare este de 15 – 30 minute
- 1. intrare apă
- 2. ieșire apă
- 3. Conducta de golire a camerei de reacție

Intensitatea de amestecare este determinată de numărul de șicane și de distanța dintre ele.

3.3.2. Deferizare și demanganizare

Apele subterane și uneori și cele de suprafață, conțin compuși solubili ai fierului și manganului.

Fierul se găsește în apă sub formă feroasă, solubil ca bicarbonați $[Fe(CO_3H)_2]$ și mai puțin ca sulfați, fosfați, sau silicați.

De asemenea, fierul se găsește sub formă de săruri ferice solubile și compuși ferici insolubili (hidroxidul feric), precum și sub formă coloidală complexat cu substanțe organice. Fierul din apă favorizează dezvoltarea ferobacteriilor care obturează conductele de transport a apei. Anumite bacterii se hrănesc cu fier. Ele oxidează fierul din feros în feric și îl depozitează într-o masă gelatinoasă cu care se înconjoară. Aceste formațiuni gelatinoase sunt periculoase pentru că pot bloca valvele și mediile de filtrare.

În exces, imprimă apei un gust metalic, o culoare roșietică.

Concentrația maximă admisă a fierului în apa potabilă este de 0,1 mg/l.

Manganul se găsește în apă , în general în cantitate mică și adesea însoțește fierul. Se găsește sub formă solubilă , în suspensie și complexat. În prezența compușilor cu mangan și a substanțelor organice este favorizată dezvoltarea microorganismelor. Conținutul maxim admis de mangan în apa potabilă este de 0,005 mg /ℓ.

Procedee de deferizare

Eliminare excesului de fier din apă se face prin:

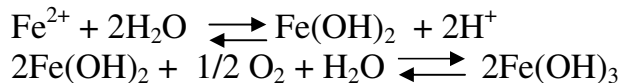
- - oxidarea cu aer
- - oxidarea cu reactivi chimici
- - eliminarea prin schimb ionic cu cationit

Oxidarea cu aer

Oxidarea cu aer se realizează prin pulverizarea apei prin duze și căderera sub formă de ploaie de la o anumită înălțime.

Conținutul de oxigen al apei depinde de gradul de pulverizare și distanța de la care se pulverizează.

Sărurile de fier hidrolizează:

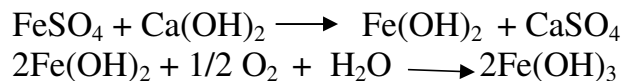


Îndepărtarea precipitatului se face prin decantare și filtrare.

Oxidarea cu reactivi chimici

Oxidarea cu reactivi chimici se aplică în cazul apelor care conțin concentrații mari de FeSO_4 sau compuși ai fierului și manganului.

Sulfatul feros se transformă cu lapte de var , în hidroxid feros, care apoi se oxidează la hidroxid feric:



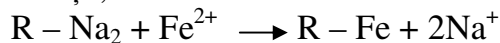
Oxidarea compușilor organici ai fierului și manganului se realizează cu agenți oxidanți puternici ca : permanganat de potasiu , clor , ozon.

Permanganatul de potasiu nu este utilizat decât pentru proprietățile sale auxiliare în procesul decolorării, al demanganizării și, uneori, se folosește drept coagulant.

Clorul este utilizat pentru potabilizarea apelor și pentru tratarea apelor uzate. În cazul apelor uzate clorul e folosit pentru oxidarea cianurilor, hidrogenului sulfurat, amoniacului și unele substanțe organice. Clorul are dezavantajul că prin reacția cu unele substanțe organice din apă formează compuși halogenați a căror nocivitate este recunoscută.

Ozonul are avantajul de a acționa complementar pentru eliminarea multor micropoluanti, pentru ameliorarea gustului, mirosului și culorii.

Deferizarea totală se obține la trecerea apei peste schimbători de cationi rezultând cationiți , de forma R – Na:

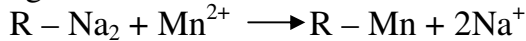


Procedee de demanganizare

Eliminarea manganului se realizează mai greu, deoarece sărurile solubile ale manganului sunt mult mai stabile decât cele de fier și oxigenul atmosferic nu le poate oxida, decât la un pH mai mare de 9, când manganul precipită sub formă de hidroxid.

Este greu de tratat datorită condițiilor care trebuie a fi îndeplinite (PH, raportul bicarbonați/carbonați, și de prezenta altor minerale în special Fe).

Precipitarea manganului sub formă de hidroxid filtrabil se poate realiza cu oxidanți energici ca: ozon, dioxid de clor :



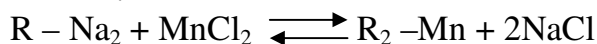
Dioxidul de clor reactioneaza cu apa cu formare de acid cloros si cloric :



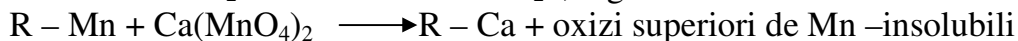
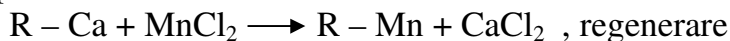
Eliminarea prin schimb ionic cu cationit

Demanganizarea cu cationiți

Se utilizează cationiti de sodiu care se tratează cu clorură de mangan, trecând în forma de R - Mn:



Cationiții R₂ -Mn se activează prin tratare cu permanganat de potasiu sau calciu, KMnO₄ sau Ca(MnO₄)₂, astfel ca manganul din cationit să fie adus la un grad de oxidare avansat, care să asigure oxidarea fierului și manganului sub formă de oxihidrați ușor separabili.



Oxizii superiori de mangan se descompun în masa coloanei cu schimbător de ioni, aderând la suprafața granulelor de schimbător de ioni.

Există procedee de deferizare și demanganizare în care se utilizează alge care oxidează manganul la compuși insolubili, sau plante acvatice care folosesc fierul și manganul în metabolismul lor.

3.3.3. Sterilizarea sau dezinfecția apei

Sterilizarea apei are ca scop eliminarea microorganismelor și a germenilor patogeni din apă.

Operația de sterilizare se aplică după filtrare.

Dezinfecția este procesul de îndepărtare din apele uzate a microorganismelor patogene. Aplicarea procesului este oportună în cazul apelor uzate industriale care conțin astfel de microorganisme (tăbăcării, abatoare, unități de creștere a animalelor, fabrici de conserve, industrie fermentativă, etc.). Trebuie să se facă distincție între dezinfecție și sterilizare. Sterilizarea presupune distrugerea tuturor microorganismelor (bacterii, alge, spori, virusuri etc.), în timp ce dezinfecția nu distruge toate microorganismele. Mecanismul dezinfecției cuprinde două faze: pătrunderea dezinfectantului prin peretele celular pe de o parte și denaturarea materiilor proteice din protoplasmă, inclusiv a enzimelor, pe de altă parte. Agenții chimici (ozon, clor, bioxid de clor, brom, iod, etc.) pot degrada materia celulară reacționând direct cu aceasta, în timp ce metodele fizice induc modificări chimice ale acestui material.

Sterilizarea apei se poate realiza prin:

1. Procedee fizice

Procedeele fizice folosesc acțiunea unor agenți fizici care distrug microorganismele din apă: căldura , radiațiile UV , radiațiile ionizante

- a. procedeele termice –fierberea apei – se aplică pentru cantități mici de apă
- b. dezinfecțarea apei cu raze ultraviolete – se bazează pe proprietățile bactericide puternice ale acestora. Radiațiile UV se obțin cu ajutorul lămpilor în care se realizează descărcări electrice în vapori de mercur.Lămpile sunt montate în conducte prin care curge apa.Efectul bactericid se manifestă pe o rază de 25 cm de la lampă, dacă apa este limpede.

2. Procedee chimice

Procedeele chimice de sterilizare a apei folosesc acțiunea antiseptică a diferiților reactivi chimici: clorul , substanțe clorigene , ozonul , permanganatul de potasiu.

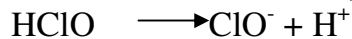
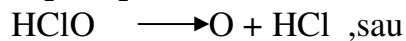
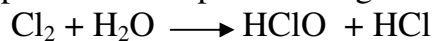
Sterilizarea apei cu clor și compuși clorigeni

Sterilizarea apei cu clor este metoda cea mai răspândită , deoarece se utilizează aparatură relativ simplă; se poate aplica atât pentru debite mici cât și pentru debite mari de apă; iar prețul de cost este redus.

Efectul bactericid al clorului este cunoscut de mult timp, clorul fiind folosit pentru dezinfecția apei încă din 1896.

Clorul activ este un dezinfecțant obișnuit pentru ape , care acționează sub formă de ion de hipoclorit; efectele sunt mai pronunțate la valori mici ale pH, când hipocloritul acționează sub forma de acid hipocloros slab disociat. Amoniacul prezent în apă reacționează cu clorul activ dând naștere (în funcție de raportul clor activ-amoniac) la monodi- și tricloramină, care la rândul său poate fi oxidată de un exces de clor la azot molecular.

Acțiunea bactericidă a clorului se bazează pe proprietățile oxidante ale clorului , care în contact cu apa , reacționează cu aceasta formând acidul hipocloros, care în funcție de pH-ul apei se descompune în oxigen atomic sau ion hipoclorit :



pH optim – 7 – 7,5

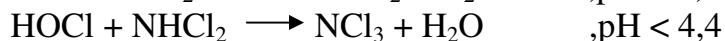
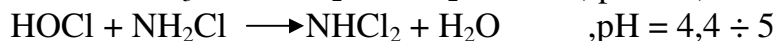
la pH acid , 4 – 5,6 există HOCl nedisociat,

la pH alcalin, >10

Oxigenul atomic (oxigenul în stare născândă) oxidează substanțele organice din apă , inclusiv bacteriile și germenii.

Necesarul de clor pentru dezinfecțarea apei se determină experimental în laborator și reprezintă clorul consumat de substanțele organice și reducătoare din apă, precum și clorul rezidual. Clorul rezidual , care trebuie să fie de 0,05 ÷ 0,5 mg /l, evită reinfecțarea apei.

În prezența amoniacului are loc formarea cloraminelor. Această reacție depinde de pH:



Cloraminele au de asemenea efect bactericid, dar mai scăzut decât al clorului. În schimb ele prezintă ale avantaje, adică:

- nu reacționează cu compușii organici aromatici (clorul reacționează cu compușii organici aromatici);
- se mențin timp mai îndelungat în apă , asigurând o protecție împotriva reinfecției

La doze sporite de clor, cloraminele sunt oxidate la azot molecular. Cloraminele exercită efecte dezinfectante datorită clorului activ pe care îl conțin. La doze sporite de clor, acestea sunt oxidate la azot molecular, ceea ce determină scăderea clorului activ remanent în soluție. După oxidarea lor totală (punctul de "rupere") concentrația clorului începe să crească din nou.

Sterilizarea cu ozon

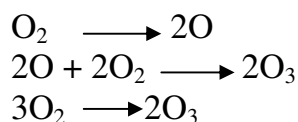
Ozonul este un oxidant energetic care se utilizează în sterilizarea apei , deoarece distruge enzimele , distruge spori , virușii , bacteriile și este mai eficient decât clorul în îndepărtarea microplantelor acvatice și a protozoarelor.

Ozonul reprezintă o moleculă cu trei atomi de oxigen, în comparație cu oxigenul din atmosferă care are doar doi atomi; proprietățile celor două tipuri de molecule sunt foarte diferite: ozonul este un oxidant foarte puternic astfel că are un rol decisiv în distrugerea patogenilor, ca urmare acesta se descompune în molecule de O₂. Astfel dizolvat, oxigenul asigură un gust deosebit apei potabile.

$O_3 = O_2 + O$, reacția decurge ușor deoarece O₃ este instabil la temperatura ambiantă .

Ozonul se obține din aer sau din oxigen sub acțiunea descărcărilor electrice de înaltă tensiune.

Aerul purificat și uscat este trecut printr-o cameră (baterie) de ionizare , în care sub acțiunea unui câmp de descărcări electrice de înaltă tensiune se formează ozonul.



Aerul ozonizat este introdus în contracurent cu apa de dezinfectat într-un turn de absorbție.

Pentru dezinfectarea unui litru de apă se consumă 0,5 – 2 mg O₃, în funcție de conținutul de impurități al apei.

Ozonul este puțin solubil în apă, de aceea este necesar să se asigure un contact intim cu apa.

Prin tratarea apei cu ozon se realizează concomitent eliminarea (oxidarea) fenolului , decolorarea apei, îmbunătățirea gustului și a mirosului apei. Ozonul oxidează H₂S , nitrilii și alți derivați organici.

În epurarea apelor uzate, ozonul este folosit pentru decolorare, dezinfecție, oxidarea parțială a unor substanțe nocive (fenoli, detergenți, cianuri etc.). Este de subliniat că ozonul are o toxicitate ridicată, pentru expunere continuă concentrația în aer fiind limitată la circa 0,1 mg/m³).

Printre cei mai importanți patogeni distruși de ozon se numără: E-Coli, Coliform, Holera. Pentru cele mai comune aplicații, un conținut optim rezidual este de 0.4 sau 0.5 ppm (*părți per milion*) ozon . Acesta este suficient pentru a distruge patogenii care pot coabita în

interiorul recipientilor de apă. Tratarea apei cu radiatii UV nu asigură însă și sterilizarea recipientilor pentru depozitarea apei, asta însemnând că orice urmă de spori sau bacterii care se află în acești recipienti se pot multiplica după umplere.

3.4. Ape industriale

3.4.1. Corectarea calității apelor

Apele naturale trebuie supuse unor procedee adaptate scopului pentru care urmează să fie folosită apa respectivă. Aceste tratamente sunt cu atât mai necesare, cu cât se face apel din ce în ce mai mult la apele de suprafață, de obicei puternic impurificate. Alimentările cu apă constituie pentru centrele populate și pentru industrie dotări indispensabile.

Corectarea calității apelor se aplică în special pentru apele industriale.

Apa necesară în diferite procese tehnologice trebuie să îndeplinească anumite condiții de calitate caracteristice fiecărui domeniu de utilizare.

Operațiile de corectare a calității apelor cuprind:

- decantarea, tratarea cu coagulanți, filtrarea
- deferizarea ,demanganizarea
- degazarea (eliminarea gazelor dizolvate)
- desilicierea (eliminarea SiO_2)
- dedurizarea (eliminarea sărurilor Ca^{2+} , Mg^{2+})
- demineralizarea (eliminarea tuturor componentilor minerali)

3.4.2. Dedurizarea apei

Eliminarea durtății apei se poate realiza prin:

- metode termice
- metode chimice
- cu schimbători de ioni

Procedeu de dedurizare cu schimbători de ioni

Acest procedeu se bazează pe capacitatea unor substanțe solide , greu solubile , de a absorbi din soluție anioni sau cationi și de a ceda în schimb alții.

Materialele schimbătoare de ioni sunt substanțe insolubile conținând ioni cu putere slabă care sunt capabili să fie schimbați cu alți ioni din soluțiile cu care vin în contact. Aceste schimbări au loc fără alte modificări fizice în materialul schimbător de ioni. Ionii schimbători sunt acizi sau baze insolubile, care formează la rândul lor săruri insolubile, și aceasta îi face capabili să schimbe ioni încărcați pozitivi (schimbători de cationi) sau încărcați negativ (schimbători de anioni). Multe substanțe naturale ca proteinele, celuloza, elementele galvanice, și particulele de impurități demonstrează proprietățile ionilor schimbători care joacă un rol important în funcția lor în natură. Materialele schimbătoare de ioni sintetice bazate pe cărbune și rășini fenolice au fost primele utilizate la nivel industrial în 1930. Câțiva ani mai târziu au fost dezvoltate rășinile constând din polistiren cu grupe sulfonat pentru a forma schimbători cationici sau grupe aminice pentru a forma schimbători anionici.

Clasificarea schimbătorilor de ioni

În funcție de sarcina ionului absorbit , schimbătorii de ioni se numesc cationiți , care sunt schimbători de cationic și anioniți , care sunt schimbători de anioni

Schimbătorii de ioni se clasifică după mai multe criterii:

- 1) după originea lor:
 - naturali (zeoliți)
 - de sinteză:
 - permutiți
 - rășini schimbătoare de ioni
- 2) după natura lor:
 - anorganici (zeoliți, permutiți)
 - organici –rășini schimbătoare de ioni
- 3) după structura reticulară a compușilor organici de sinteză:
 - rășini microporoase
 - rășini macroporoase
- 4) după tipul ionului schimbat:
 - cationiți
 - anioniți
 - amfoteri (pot schimba atât anioni cât și cationi)

Zeoliți

Zeoliții se notează Z-Na, unde Z este un rest macromolecular; ei sunt silicați hidratați care conțin ioni de aluminiu și ioni ai metalelor alcaline.

Zeoliții sunt schimbători de ioni naturali ; din punct de vedere chimic fac parte din categoria alumino-silicaților naturali ai metalelor alcaline și alcalino-pământoase.

Structura cristalină a zeoliților este de tip rețea tridimensională care conține cationi angajați în legături la nivelul rețelei și cationi mobili care pot fi angajați în procesul de schimb ionic.

Permutiți

Permutiții, se notează P-Na unde P este un rest macromolecular; ei sunt silicați dubli de aluminiu și sodiu, obținuți prin topirea cuarțului cu caolin, cu carbonat de sodiu sau cu sulfură de sodiu și cărbune

Cationiți

Rășinile acide și sărurile lor cu metale alcaline (uzual cu sodiu) au proprietatea de a schimba cationii pe care îi conțin, inclusiv H^+ cu cationi din soluțiile cu care vin în contact. Aceste rășini se numesc *cationiți*. În reacțiile de schimb ele se simbolizează R-H respectiv R-Na , (Cat) – Na.

Cationiții conțin în molecula lor grupări acide de tipul:

- COOH sau
- COONa
- SO₃H sau
- SO₃Na

capabile să fixeze cationi minerali și organici și să schimbe cu ionul de hidrogen sau de sodiu.

Anioniți

Rășinile cu caracter bazic se numesc *anioniți* și au proprietatea de a reține anionii din soluțiile cu care vin în contact. În reacțiile de schimb ionic se simbolizează R-OH sau R-Cl în funcție de anionul ce poate fi schimbat (hidroxid, respectiv clorură).

Anioniții au în moleculă grupări funcționale bazice

- NH₂

capabile să fixeze anionii minerali sau organici și să îi schimbe cu ionul HO⁻, R-OH sau (An)-OH.

După caracterul bazic, anioniții pot fi:

➤ anioniți slab bazici;

- au în moleculă gruparea aminică - NH₂; RN⁺H₂, HO⁻,
- sunt un amestec de amine cu schelet molecular alifatic sau aromatic,
- nu schimbă ionii acizilor foarte slabi,
- sunt regenerați mai ușor

➤ anioniți puternic bazici

- conțin gruparea de amoniu cuaternar (sunt săruri cuaternare de amoniu)
R - N⁺R₃ HO⁻
- aceste rășini pot schimba ionii acizilor foarte slabi
- în funcție de matricea polimerului pot fi:
 - rășini polistirenice
 - rășini poliacrilice

Rășinile sintetice, conțin un rest organic, R, care este un produs reticulat de copolimerizare, de tip stiren-divinilbenzen. Pe acesta se află grefate grupe active acide (carboxil, -COOH, sulfonice, -SO₃H sau fenolice -OH) sau bazice (amine, -NH₂, sau amine N-substituite).

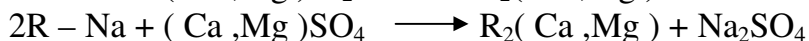
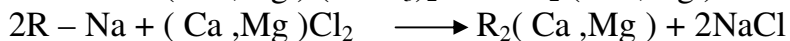
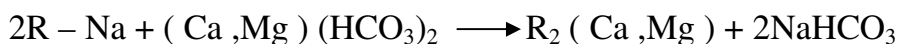
În România, rășinile schimbătoare de ioni se fabrică la VIROLITE Orașul Victoria. Alte sortimente de rășini schimbătoare de ioni, fabricate în lume sunt de tip *Amberlite*, *Wolfatite*, *Dowex*, *Sephadex*, *Duolite* etc.

Cationiții sunt utilizați pentru reducerea durtății apei, reținând ioni de calciu, Ca²⁺ și magneziu Mg²⁺, din soluție și cedând în schimb ioni de Na⁺ sau K⁺.

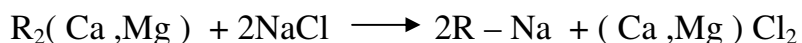
Regenerarea cationiților se realizează prin tratarea acestora cu soluția de clorură de sodiu sau carbonat de sodiu, refăcându-se capacitatea de schimb ionic.

DEDURIZAREA APEI -se realizează cu un schimbător cationic puternic acid de forma R-Na.

Prin reținerea ionilor de Ca²⁺ și Mg²⁺, se obține un efluent care conține numai săruri de sodiu:



La regenerare are loc reacția:



Apa dedurizată va avea aceeași mineralizare (conținut de săruri) , dar duritatea scade până la o valoare reziduală de 0 -0,1 mval/l .

3.4.3. Demineralizarea apei

Reacțiile care au loc la trecerea peste un cationit sintetic conduc la obținerea de apă dedurizată, cu caracter acid.

Prin trecerea apei rezultate peste un anionit se obține apă în care nu se mai găsesc nici un fel de ioni străini, numită *apă demineralizată*:

Dacă se utilizează rășini schimbătoare de ioni, apa dură este trecută întâi peste un cationit apoi peste un anionit.

Demineralizarea apei se obține prin tratarea apei succesiv cu:

- a. un schimbător de cationi ,de tip $R - H$, în care ionii metalici sunt înlocuiți cu ioni de hidrogen iar sărurile neutre din apă sunt transformate în acizi liberi;
- b. un schimbător de anioni (anionit) , de forma $R - OH$, în care se rețin anionii acizilor , eliberându-se ioni hidroxil , care cu protonii (H_3O) formează apa

Instalațiile de demineralizare sunt alcătuite din mai multe coloane legate în serie .

În acest fel se consumă mai puțini reactivi de regenerare.

Regenerarea anioniților se realizează prin tratarea cu soluții diluate de hidroxid de sodiu (NaOH 4%).

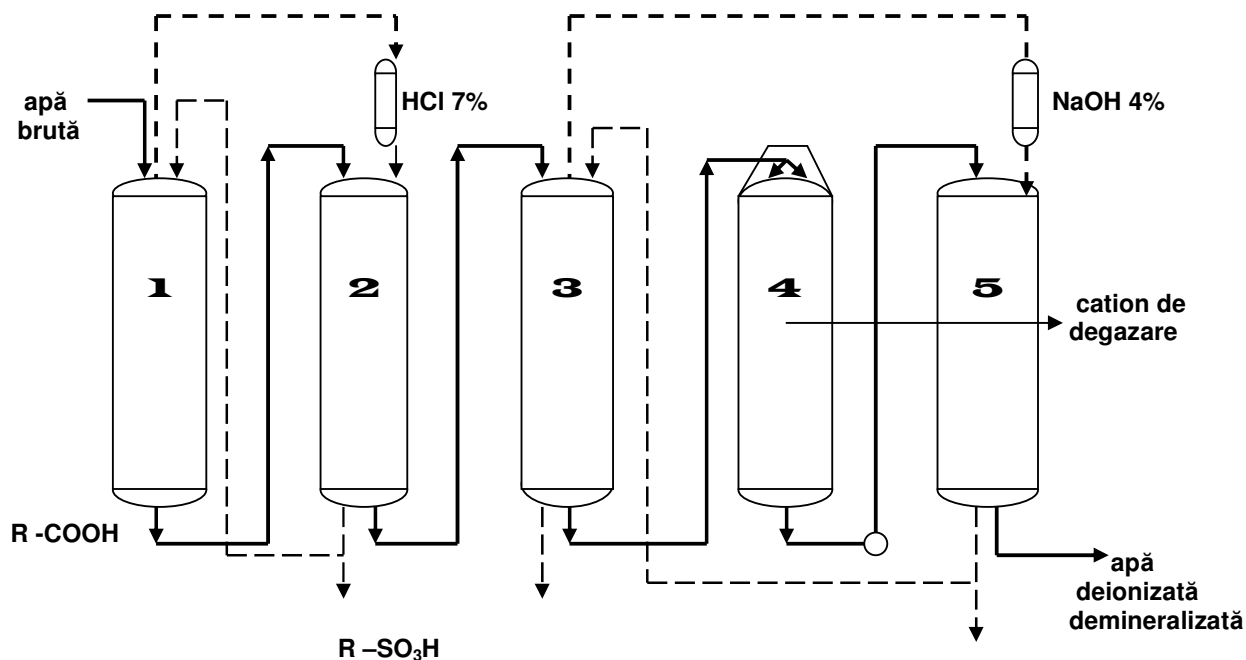
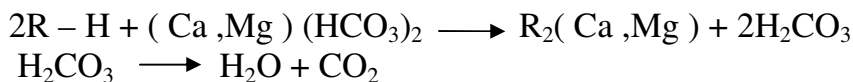


Figura nr.11. Schema unei instalații de demineralizare totală a apei

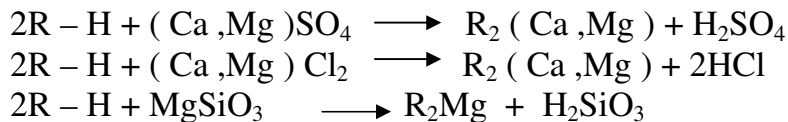
unde:

- 1.** coloană cu cationit - cationit slab acid – slab acid, elimină d_t
- 2.** coloană cu cationit puternic acid – cationit puternic acid
- 3.** coloană cu anionit slab bazic – anionit slab bazic - elimină acizi tari (HCl , H₂SO₄)
- 4.** coloană de degazare – cationit de degazare – se elimină CO₂ prin insuflare de aer
- 5.** coloană cu anionit puternic bazic – anionit puternic bazic – elimină acidul silicic și CO₂

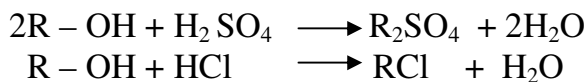
1. În coloana 1:



2. Coloana 2 conține cationit puternic acid , care elimină cationii legați de anionii clorhidric , sulfuric , silicic:

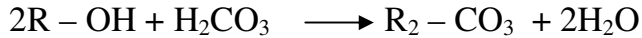
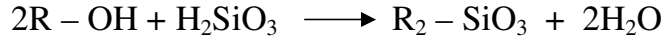


3. Coloana 3 conține un anionit slab bazic , care elimină acidul sulfuric și clorhidric format:



4. Apa trece apoi în coloana 4 de degazare unde are loc eliminarea CO₂ , prin insuflarea de aer , până la un conținut rezidual de cca 10 mg CO₂/ dm³ .

5. Coloana 5 conține anionit puternic bazic , care elimină acidul silicic și restul de CO₂ :



Prin alegerea optimă a treptelor de demineralizare și a nivelului de regenerare , se poate obține o apă cu duritatea reziduală $0 \text{ }^{\circ}d$, și mineralizare $m = 0$, săruri reziduale $0,005 \div 5 \text{ mg /dm}^3$.

Instalația de demineralizare poate fi prin schimb ionic în suspensie , în care regenerarea se face în contracurent.

3.5. APE REZIDUALE

Este greu de crezut că pe planeta noastră, acoperită în proporție de 70% de apă, numai 1% din totalul resurselor de apă este disponibil pentru folosință oamenilor.

Din toată apa care acoperă globul, 97,5% este apă sărată , rămânând apă dulce numai 2,5% , iar din acestea peste jumătate sunt ghețari și calotă glaciară.

Iată de ce apa este o continuă preocupare pe planeta noastră atât pentru cercetători, dar mai cu seamă pentru cei ce suferă din cauza lipsei de apă. Deși trăim în secolul 21, în lume, 1.1 miliarde de oameni (reprezentând 18% din populația globului) duc lipsă de apă potabilă.

Poluarea apelor reprezintă *procesul de alterare a calităților fizice , chimice și biologice ale acestora produsă direct sau indirect de activități umane care fac ca apele să devină improprie pentru folosirea normală care era posibilă înainte de alterare*

Apele rezultate din activitățile industriale , agricole sau menajere rămân după utilizare cu o încărcătură din substanțele prelucrate.

Ele sunt cunoscute sub denumirea de *ape reziduale* sau *ape uzate*.

Apele reziduale *sunt apele cărora prin utilizare li s-au modificat calitățile chimice , biologice sau fizice ; apele din precipitații sau alte surse , care fără să fi făcut obiectul unei folosiri, s-au încărcat cu substanțe străine , provenite din activitățile sociale și economice.*

Prevenirea și combaterea fenomenului de poluare presupune cunoașterea naturii poluanților și a surselor care îi generează .

Substanțele poluante ajunse în emisar ,suferă :

- *proces fizice* (sedimentare , evaporare etc.)
- *proces chimice* (hidroliză și oxidare)
- *proces biologice* – care au loc în mod natural ,în timp , printr-un proces complex numit *autoepurare*.

Depășirea capacității de autoepurare a emisarului pune în pericol flora , fauna și posibilitățile de folosință ulterioară a apei.

Substanțele poluante , odată ajunse în rețeaua hidrologică , pânza freatică , lacuri , râuri , mări , oceane , sunt practic imposibil de eliminat , datorită diluării lor într-un volum mare de apă , greu de prelucrat.

De aceea tratarea apelor reziduale în scopul eliminării poluanților trebuie să se facă la sursa de poluare.

Poluanții din apă rezultă din numeroase activități antropice: industrie, orașe, agricultură. Poluanții care provin din surse industriale pot curge din țevile unor fabrici sau se pot scurge din rezervoare de depozitare subterane. Uneori, întreprinderile elimină poluanții în canalizarea orașelor, crescând varietatea poluanților în zonele municipale. Orașele și alte comunități rezidențiale contribuie în principal cu ape combinate cu chimicale folosite în gospodărie. Poluanții proveniți din agricultură, cum ar fi gospodării, pășuni și ferme contribuie cu dejecții animale, îngrășăminte și sedimente provenite din eroziune .

Apele naturale trebuie supuse unor procedee adaptate scopului pentru care urmează să fie folosită apa respectivă. Aceste tratamente sunt cu atât mai necesare, cu cât se face apel din ce în ce mai mult la apele de suprafață, de obicei puternic impurificate. Alimentările cu apă constituie pentru centrele populate și pentru industrie dotări indispensabile.

3.5.1 Epurarea apelor menajere

Uzina de tratare a apei cuprinde instalațiile aferente procedeelelor de corectare a proprietăților apei. Având în vedere marea varietate a compoziției apelor naturale, ceea ce face să nu existe două ape identice, nu există nici o tehnologie sau schemă șablon de tratare a apelor, ci de la caz la caz, trebuie aplicate anumite operațiuni de tratare a apei, a căror combinare într-un proces tehnologic eficient, rezultă dintr-un studiu experimental temeinic, executat în prealabil în laborator și eventual în instalații pilot.

Epurarea apelor menajere se poate realiza prin procedee:

- Mecanice
- Chimice
- Biologice

De obicei se folosesc toate aceste tipuri de procedee, ele completându-se reciproc.

Procedee mecanice de epurare

Procedeele mecanice de epurare urmăresc înlăturarea din apă a corpurilor mari , a impurităților care se depun și a celor care plutesc.

Apele se trec prin grătare (rare , apoi grătare fine) după care se trec prin deznisipatoare.

În apă rămân suspensii fine care se separă în bazine de decantare în care apa curge foarte încet.

Depunerile (nămolul) se colectează de câteva ori pe zi , pentru a evita fermentarea, operație executată cu racloare sau pompe speciale.

Nămolul rezultat din procesele de epurare este colectat și prelucrat pentru a avea un volum redus și a putea fi transportat și utilizat ca îngrășământ agricol.

Tratarea nămolurilor se realizează prin fermentare sau deshidratare.

Fermentarea nămolului se realizează în bazine speciale, în absența aerului, datorită activității bacteriilor anaerobe care transformă substanțele organice în substanțe minerale , cu producere de gaze în special metan, care poate fi captat și utilizat.

Nămolurile nefermentabile se deshidratează pe câmpuri de uscare , în iazuri, prin filtrare în filtre presă , filtre cu vid , filtre centrifuge.

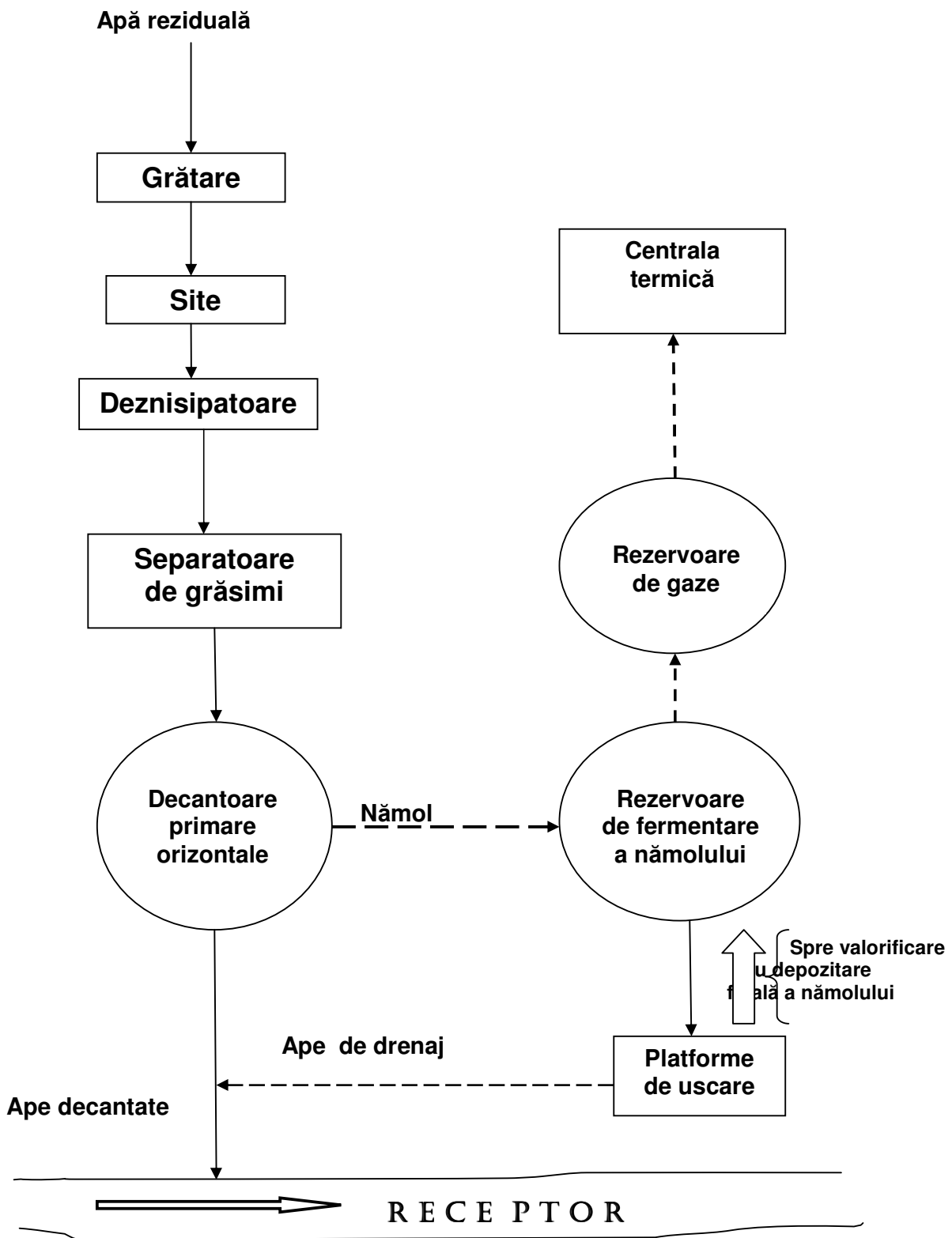


Figura nr. 12. Schema stației de epurare mecanică

Procedee chimice de epurare

Procesele chimice de epurare sunt acelea în care poluanții sunt transformați în alte substanțe mai ușor de separat (precipitate insolubile, gaze care pot fi stripate), cu nocivitate mai scăzută sau mai susceptibile de a fi îndepărtate prin alte procese de epurare (de exemplu prin procese biologice).

Prin procedeele chimice de epurare se urmărește neutralizarea apelor acide sau alcaline cu lapte de var sau CO_2 , precum și separarea cu ajutorul coagulanților a impurităților și a coloizilor.

Coagulanții folosiți sunt: sulfatul feric $\text{Fe}(\text{SO}_4)$ și sulfatul de aluminiu.

Procesele chimice folosite la epurarea apelor sunt:

- Oxidarea
- Coagularea și flocularea
- Schimbul ionic
- Neutralizarea - procesul prin care pH-ul unei ape uzate, având valori în afara intervalului favorabil dezvoltării florei și faunei acvatice (aproximativ 6,5-8,5), este reglat prin adaos de acizi sau baze, după caz. Neutralizarea apei are ca efect și micșorarea însușirilor corozive ale apei care pot determina degradarea materialelor cu care vine în contact (conducte, construcții și instalații de transport sau de epurare). Apele acide se pot neutraliza prin tratare cu lapte de var, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, sodă caustică sau carbonați cu caracter bazic, iar apele alcaline se pot neutraliza cu substanțe ce conțin acizi sau oxizi acizi (CO_2 de exemplu).

Stațiile de epurare mecano – chimică conțin construcții pentru coagularea suspensiilor coloidale din apă, amplasate înaintea decantoarelor.

Datorită proceselor de coagulare, se realizează o decantare mai rapidă a suspensiilor.

Procedee biologice de epurare

Substanțele organice pot fi îndepărtate din apă de către microorganismele care le utilizează ca hrană, respectiv drept sursă de carbon. O parte din materiile organice utilizate de către microorganisme servesc la producerea energiei necesare pentru mișcare sau pentru desfășurarea altor reacții consumatoare de energie, legate de sinteza de materie vie, respectiv de reproducerea microorganismelor. Epurarea realizată cu ajutorul microorganismelor este numită biologică. Ea se desfășoară prin reacții de descompunere și de sinteză, mijlocite de enzime, catalizatori biologici generați de către celulele vii.

Epurarea biologică este precedată de epurarea mecanică și de cea chimică.

Se realizează în două categorii de construcții și instalații:

- câmpuri de irigație, câmpuri de infiltrație, iazuri biologice – în care se realizează epurarea biologică naturală folosindu-se capacitatea naturală de autoepurare a solului și a apelor;
- biofiltre, bazine de aerare cu nămol activ în care are loc epurarea biologică artificială.

Epurarea biologică artificială are ca scop oxidarea substanțelor organice și transformarea lor în substanțe stabile de către microorganismele aerobe.

După epurarea biologică urmează decantarea apei, apoi dezinfectarea cu clor sau clorură de var și evacuarea în ape curgătoare.

4. Tehnologia acidului sulfuric

Dintre acizii minerali, produși ai industriei chimice, acidul sulfuric ocupă primul loc din punct de vedere al producției și al consumului. Acest fapt este datorat reactivității mari a acidului sulfuric, combinată cu costul scăzut al fabricației și numeroasele utilizări ale acestui compus. Capacitatea de producție a unei linii tehnologice variază între 600-2000 t H₂SO₄/zi.

Procedee de fabricare a acidului sulfuric

Acidul sulfuric se poate obține prin următoarele procedee:

- procedeul cu nitroză, în care oxidarea dioxidului de sulf se face sub acțiunea catalitică a oxizilor de azot superiori; se obține acid sulfuric relativ diluat (maxim 76-78% H₂SO₄);
- procedeul prin contact în care dioxidul de sulf este oxidat la trioxid de sulf pe catalizatori solizi.

Fazele principale ale procesului tehnologic sunt:

- pregătirea amteriilor prime;
- obținerea gazelor sulfuroase;
- purificarea și uscarea gazelor sulfuroase;
- oxidarea catalitică a dioxidului de sulf la trioxid de sulf;
- absorbția trioxidului de sulf;
- valorificarea deșeurilor și a gazelor reziduale.

Materii prime pentru obținerea gazelor sulfuroase

Principalele materii prime folosite la fabricarea acidului sulfuric sunt:

-sulful elementar;

-sulfuri: pirita, FeS₂, calcopirita Cu Fe S₂, sulfurile unor metale neferoase (ZnS, PbS, CuS).

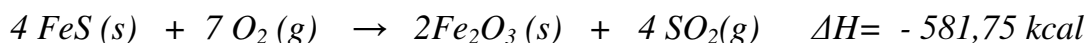
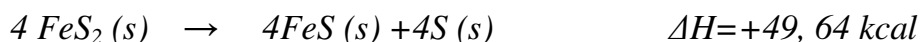
Alte materii prime ceva mai puțin utilizate sunt:

-sulfatul de calciu și magneziu, hidrogenul sulfurat, gaze reziduale cu SO₂, sulfatul feros etc.

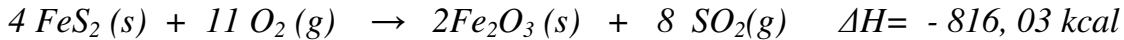
În țările europene, piritele reprezintă 66% din materiile prime disponibile pentru fabricarea acidului sulfuric. Prin valorificarea cenușii de pirită, costul acidului sulfuric devine cu o treime mai scăzut decât al celui pe bază de sulf. Pe plan mondial, sulful reprezintă 66% din totalul materiilor prime utilizate în industria acidului sulfuric.

Prăjirea piritei

Procesul deprăjire a piritei decurge după o reacție în sistem ereogen la suprafața de contact solid-gaz. Procesul decurge după o succesiune de reacții paralel –consecutive §



Reacția globală a procesului va fi:



Cantitatea mare de căldură degajată prin ardere ($816,03/4 = 204,01$ kcal/mol) asigură desfășurarea procesului în condiții autoterme.

Industrial, pentru prăjirea piritei se utilizează cuptoare mecanice, cuptoare în suspensie, cuptoare ciclonice sau cuptoare cu strat fluidizat.

În fabricile moderne se utilizează cuptoare cu strat fluidizat care asigură productivități foarte mari ($30 \text{ t FeS}_2/\text{m}^2 \cdot \text{zi}$, recuperarea avansată a căldurii de ardere, conținut ridicat de SO_2 , reglarea automată și posibilitatea utilizării de materii prime cu diferite granulații).

Purificarea și uscarea gazelor sulfuroase

Purificarea gazelor sulfuroase nu este necesară dacă acestea s-au obținut prin arderea sulfului. Aceste gaze nu conțin practic impurități, cu numai vapori de apă. Se face uscarea lor prin contactare cu acid sulfuric concentrat, la temperatură joasă.

Dar, gazele sulfuroase provenite de la arderea piritei și a sulfurilor metalelor neferoase în cuptoare cu strat fluidizat conțin cantități variabile de impurități sub formă de praf, gaze (SO_3 , HF, SiF_4) și vapori (As_2O_3 , SeO_2 , Se, H_2O etc) în funcție de natura și fințea materiei prime supuse prăjirii. Îndepărtarea impurităților din aceste gaze este necesară din următoarele motive:

- impurifică acidul sulfuric;
- praful obturează conductele sau duce la creșterea rezistenței hidraulice în aparate, îngreunează transferul termic prin depunere pe pereții conductelor, blochează mecanic sau otrăvește chimic catalizatorul;
- impuritățile în aflate în stare de gaz otrăvesc catalizatorul;
- dioxidul de seleniu nu acționează asupra catalizatorului, dar se recuperează într-o cantitate este o materie primă prețioasă pentru fabricarea semiconductorilor.

Purificarea gazelor sulfuroase se realizează în două trepte:

- în prima treaptă are loc așa numita purificare uscată, prin care se reține praful astfel încât gazele să conțină maxim $0,1-0,25 \text{ g praf}/\text{Nm}^3$ de gaz; purificarea uscată se realizează prin procedee mecanice (multicicloane) și electrice (filtre electrice uscate).
- în a doua etapă se face o purificare umedă, numită purificare specială prin care se elimină arsenul, seleniul și aerosolii de acid sulfuric formați prin reacția dintre vaporii de apă și SO_3 din gazele sulfuroase. Purificarea specială urmărește eliminarea aerosolilor de acid sulfuric (cu filtre electrice umede) și a impurităților de As_2O_3 și seleniu (prin condensare într-un răcitor cu serpentină).

Oxidarea catalitică a dioxidului de sulf

Oxidarea dioxidului de sulf la trioxid este un proces exoterm.



Reacția decurge cu degajare de căldură și contracție de volum, iar deplasarea echilibrului spre dreapta, respectiv creșterea conversiei, se realizează prin micșorarea temperaturii și mărirea presiunii.

Conversia reprezintă raportul dintre numărul de moli de SO₂ oxidați la SO₃ și numărul total de moli de SO₂ și în condiții de echilibru se definește prin raportul:

$$x_e = \frac{P_{SO_3}}{P_{SO_3} + P_{SO_2}}$$

în care:

P_{SO_2} , P_{SO_3} sunt presiunile parțiale , la echilibru al SO₃ respectiv SO₂.

Oxidarea dioxidului de sulf la trioxid de sulf necesită o energie de activare foarte ridicată (59,72 kcal/mol) și din acest motiv efectuarea ei la nivel industrial este posibilă numai cu ajutorul catalizatorilor. Cel mai utilizat catalizator este pentoxidul de vanadiu cu promotor de K₂O pe suport de silice (SiO₂) . Conținutul de V₂O₅ al catalizatorului industrial este de 4-11%.

Procesul de oxidare catalitică este condus în reactoare adiabatică cu strat fix de catalizator. Majoritatea sunt prevăzute cu patru straturi de catalizator și schimb de căldură în afara stratului catalitic.

Absorbția trioxidului de sulf

Ultima fază a procesului de fabricație a acidului sulfuric este absorbția SO₃ din gazele catalizate și transformarea lui în acid sulfuric. Gazele evacuate din reactorul de oxidare catalitică sunt dirijate în instalația de absorbție a SO₃ unde are loc absorbția trioxidului de sulf în acid sulfuric concentrat (98,3%) sau, dacă se urmărește și obținerea de oleum , în oleum 20 %.

Conform diagramei de echilibru lichid –gaz în sistemul H₂O-H₂SO₄-SO₃, absorbantul optim este H₂SO₄ 98,3 %, care corespunde compoziției azeotropului.

Sortimente de acid sulfuric

Industrial se fabrică următoarele sortimente de acid sulfuric:

- monohidrat, sau acid sulfuric 100%;
- Acid sulfuric de concentrație 98, 96, 92 respectiv 73 %
- Acid sulfuric pentru acumulator de 98, 92 respectiv 37 %
- Oleum cu 20 % SO₃ liber;
- Oleum cu 65 % SO₃ liber.

Acidul sulfuric pentru analiză și chimic pur, se obține din trioxidul de sulf rezultat la distilarea oleumului și apă triplu distilată în aparatură de cuarț.

Utilizări ale acidului sulfuric

Acidul sulfuric are numeroase utilizări datorită reactivității mari și a costului scăzut al fabricației. Acidul sulfuric este un bun oxidant, deshidratant și catalizator în sinteza organică (eterificare, esterificarea alcoolilor, adăugarea apei la etenă, nitrarea compușilor organici, alchilarea și polimerizarea alchenelor).

Acidul sulfuric este folosit la fabricarea de fertilizanți (superfosfat, fosfat de amoniu, sulfat de amoniu), de pigmenți (alb de titan), de acizi, sulfati, dicromați și explozivi.

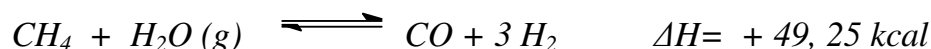
Acidul sulfuric este folosit la fabricarea metalelor neferoase și rare, ca agent de decapare pentru oțeluri și metale înainte de vopsire sau de a fi acoperite cu staniu (cositorire), nichel sau crom.

Alte utilizări ale acidului sulfuric sunt:

- În industria acumulatorilor;
- În procesele de fabricare a unor coloranți, vopsele, lacuri, medicamente, materiale plastice, insecticide, erbicide, detergenți, etanol, esteri, eteri etc.
- În industria alimentară la prepararea glucozei, a zahărului, a amidonului etc.
- Agent de uscare a gazelor.

5. Fabricarea gazului de sinteză

Gazul de sinteză se obține prin oxidarea parțială a hidrocarburilor ușoare, în special a metanului. Acest proces este numit „conversie” și se utilizează în special pentru obținerea hidrogenului necesar sintezei amoniacului. Agenții de oxidare care se pot folosi sunt apa (vapori), oxigenul sau dioxidul de carbon. În cazul conversiei metanului, reacțiile sunt:



Aproximativ 80% din hidrogenul destinat fabricării amoniacului se obține după această metodă.

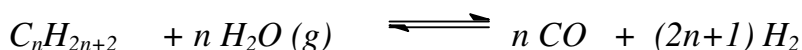
Metanul se poate oxida și cu oxigen (oxidare parțială la CO), reacția fiind exotermă:



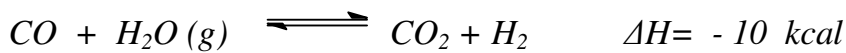
Conversia cu dioxid de carbon se utilizează pentru obținerea gazului de sinteză din care se va fabrica metanol sau când se dispune de dioxid de carbon.



Oxidarea parțială a omologilor metanului se desfășoară conform reacției:



În prezența vaporilor de apă, monoxidul de carbon reacționează conform reacției:



Această reacție are loc atât în procesul de conversie a hidrocarburilor gazoase cât și ca fază separată în procesul tehnologic de obținere a gazului brut, în vederea reducerii conținutului de monoxid de carbon din gazul de sinteză, care altfel necesită pentru purificare procedee dificile și costisitoare. Prin conversia monoxidului de carbon cu vapori de apă crește conținutul de hidrogen din gaze.

Conversia metanului este o reacție catalitică. Se utilizează catalizatori de Ni sau Co cu adaosuri de Al_2O_3 , MgO , ZrO_2 , ThO_2 și alți activatori.

În practica industrială, în funcție de condițiile locale s-au dezvoltat mai multe procedee de obținere a gazului brut care se pot clasifica astfel:

- Procedee într-o singură treaptă
- Procedee în două trepte

După presiunea de lucru se aplică:

- procedee de conversie la presiune joasă;
- procedee de conversie la presiune ridicată.

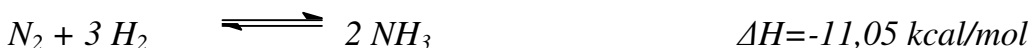
Gazul de sinteză este apoi purificat prin îndepărtarea prin diverse metode a dioxidului de carbon și a monoxidului de carbon.

6. Tehnologia amoniacului

Amoniacul este principala materie primă pentru obținerea substanțelor organice și anorganice cu azot, inclusiv fertilizantii minerali. Amoniacul se utilizează la fabricarea medicamentelor, a coloranților, explozivilor, a pilelor de combustie și în industria petrochimică, a hârtiei și frigotehniei.

Posibilitatea obținerii amoniacului din elemente se cunoaște de peste 100 de ani, dar condițiile de sinteză au fost stabilite abia la începutul secolului al XX-lea pe baza legilor termodinamicii și a cineticii chimice. Sinteza amoniacului din elemente reprezintă cea mai strălucită aplicație a unor principii de știință fundamentală în practica industrială.

Materiile prime pentru sinteza amoniacului sunt hidrogenul și azotul în raportul stoechiometric (3:1). Hidrogenul provine din metan prin conversia acestuia și purificarea gazului de sinteză brut, iar azotul provine din aer prin arderea parțială a hidrogenului, proces prin care se consumă oxigenul.



Sinteza amoniacului are loc sub acțiunea catalizatorilor. Industrial se utilizează catalizatori pe bază de fier activat cu promotori de oxizi amfoteri sau acizi (Al_2O_3 , TiO_2 , SiO_2), oxizi alcalin (Na_2O , K_2O) sau alcalino-pământoși (MgO , CaO).

Amoniacul se sintetizează la presiuni ridicate, pentru a deplasa echilibrul spre dreapta. Industrial, procedeele de fabricare a amoniacului se clasifică în:

Procedee operate la presiune joasă (100-200 atmosfere);
Procedee operate la presiune medie (250-350 atmosfere);
Procedee operate la presiune înaltă (450-1000 atmosfere).

Bibliografie

1. Aurel Blaga și col. – Tehnologie chimică generală și procese tip, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1983.
2. Nicu Dulămiță, Maria Stanca – Tehnologie chimică, Vol. I, Ed. Presa universitară clujeană, Cluj-Napoca, 1999.
3. Carmen Teodosiu, Tehnologia apei potabile și industriale, Editura MATRIX ROM, București, 2001
4. Nicu Dulămiță și col. – Lucrări practice la tehnologie chimică generală, Vol. I și II, Univ. Babeș –Bolyai, Cluj-Napoca, 1994.
5. Victor Părăușanu, Tehnologii chimice, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1982
6. Florica Manea, Dalila Marsavina, Ioan Ursoiu, Principii, metode și aplicații în analiza apei, Ed Politehnica, Timișoara, 2004