

ciclu. Concentratia sarurilor este suficienta pentru a preveni umflarea acida a colagenului, astfel incat in ciclurile urmatoare nu mai este necesara adaugarea de clorura de sodiu. Prezenta cromului nu afecteaza penetrarea acidului in piele. Cantitatea de crom necesara reconstituirii flotei de tabacire se adauga la sfarsitul piclarii, iar bazificarea se face cu agent alcalin a carui cantitate se calculeaza in raport cu cantitatea de sare de crom proaspata, adaugata la flota. Aceste operatii se repeta la fiecare ciclu.

Un proces tehnologic bine controlat (prin respectarea proportiei componentilor si a pH-ului) este foarte fiabil, asigurandu-se o epuizare constanta a cromului de la un ciclu la altul. Analiza chimica a flotelor epuizate se poate efectua relativ rar, odata dupa cateva cicluri.

Observatie: Daca se procedeaza la recircularea flotelor epuizate de la tabacire, trebuiesc luate masuri prin care sa se evite amestecarea acestora cu alte flote. Pentru recuperarea mai usoara a flotei din butoi se recomanda utilizarea butoaielor cu perete dublu, perforat. Instalatia de recirculare este echipata cu pompe si cu vase de stocare pentru a asigura un circuit separat al flotei, fata de cel al altor flote din tabacarie. Investitiile suplimentare sunt nesemnificative, in raport cu economia de crom si cu efectul de reducere al gradului de poluare al efluentilor.

IV.2. Tratarea apelor reziduale de la tabacarii in instalatii de epurare.

Tratarea apelor reziduale de la tabacarii utilizeaza diferite solutii tehnice a caror complexitate depinde de incarcatura cu agenti poluanti a efluentilor rezultati in diferitele faze ale procesului tehnologic.

In fig. IV.15 sunt prezentate, schematic, principalele faze ale tratarii apelor reziduale in instalatiile de epurare ale tabacariilor [3].

Modul diferentiat de tratare deriva din gradul de poluare si de natura agentilor poluanti din apele reziduale care ajung la statia de epurare, care, la randul lor, depind de tratamentele preliminare la care au fost supuse flotele inainte de a fi canalizate spre statie de epurare (recuperari de componentii utili, recirculari, filtrari, s.a.).

Grupele de operatii care concura la epurarea apelor reziduale de la tabacarii se impart in : **tratamente primare** (care includ: indepartarea sulfurilor de sodiu, egalizarea efluentilor, coagularea si floclarea chimica si

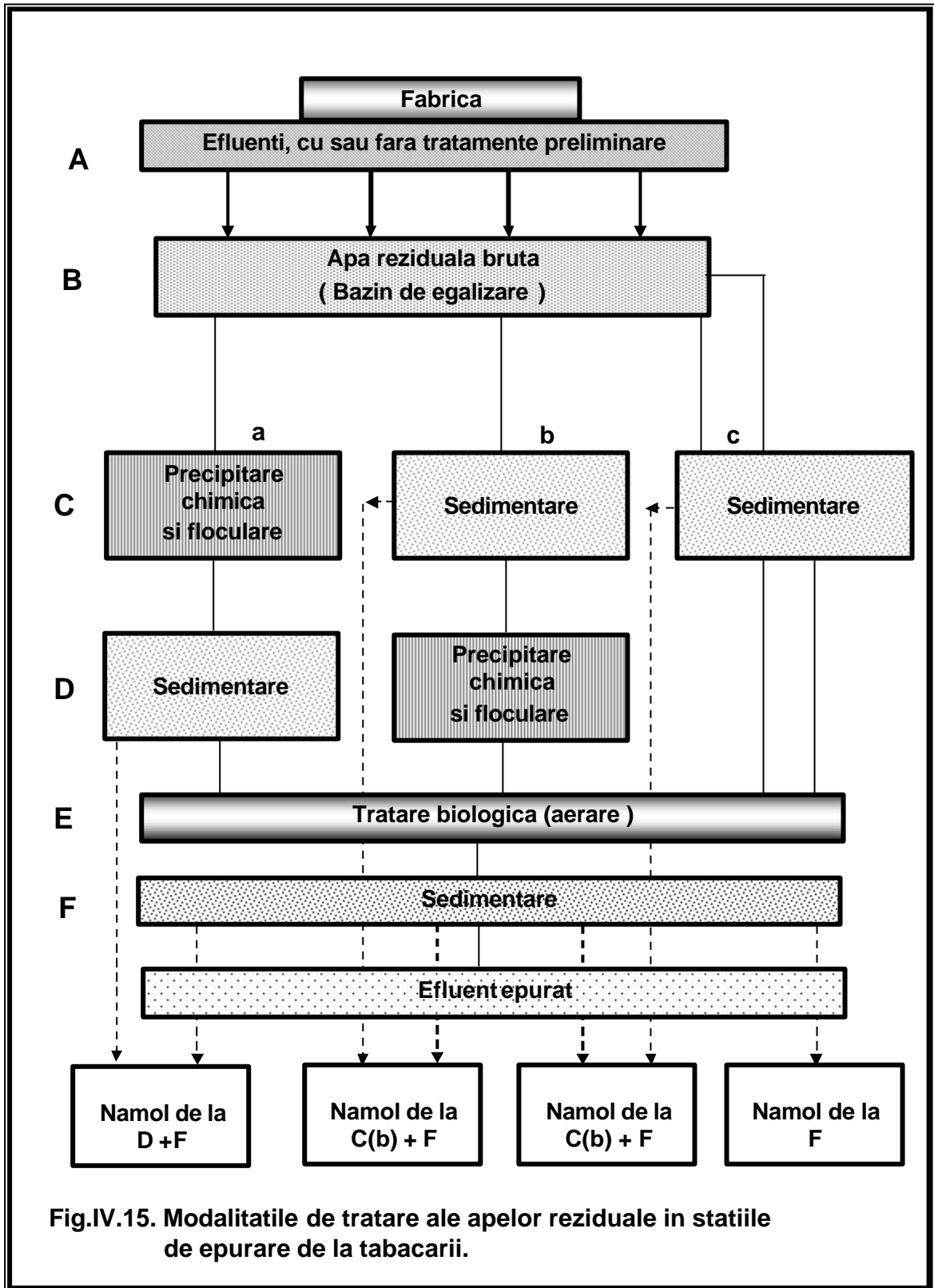


Fig.IV.15. Modalitatile de tratare ale apelor reziduale in statiile de epurare de la tabacarii.

sedimentarea primara) si in **tratamente finale** (care includ: coagularea si flocularea chimica a apelor pretratate, tratarea biologica, sedimentarea finala). Namolurile rezultate in fazele de sedimentare se supun unor **tratamente de ingrosare** si unor **tratamente chimice**.

Alegerea unei tehnologii de tratare trebuie facuta in functie de caracteristicile apelor reziduale.

Volumul de apa ce trebuie tratat intr-o instalatie de epurare variaza intre limite foarte largi si depinde de volumul efluentilor rezultati. Daca volumul zilnic al apelor deversate este, Q , atunci, capacitatea zilnica de prelucrare a instalatiei de epurare, exprimata in aceleasi unitati de volum, trebuie sa fie:

$$V = f \cdot Q \quad (IV. 4)$$

In care, f , este un factor supraunitar, care pentru majoritatea statiilor de epurare, este cuprins intre 1,4– 2.

Pentru buna functionare a instalatiei de epurare, daca flotele rezultate la diferitele faze ale procesului tehnologic nu au fost supuse unor tratamente preliminare. Unele dintre aceste tratamente trebuiesc efectuate inainte ca apele sa ajunga la instalatia de epurare propriuzisa.

Tratamentele preliminare obligatorii sunt: retinerea solidelor grosiere, pe gratate, ciururi sau site (prezentate in paragraful IV.1.1), indepartarea grasimilor si a solventilor, cand continutul acestora in apele reziduale este ridicat (vezi paragraful IV.1.5) si indepartarea sulfurilor.

IV.2.1. Tratamente primare ale apelor reziduale in instalatiile de epurare.

Tratamentele primare a efluentilor de la tabacarii combina actiunea proceselor chimice cu cele ale operatiilor fizico-mecanice.

Efluentii rezultati la tabacarii sunt supusi, in instalatia de epurare, la urmatoarele tratamente primare:

- indepartarea sulfurilor ce provin din flotele reziduale de la operatia de cenusare;

- egalizarea efluentilor;
- tratamente de coagulare si floclulare chimica;
- sedimentarea primara a efluentilor.

IV.2.1.1. Indepartarea sulfurilor din apele reziduale.

Sulfurile de sodiu sunt prezente in apele de la tabacariile in care se efectueaza operatia de cenusarire. Chiar daca se procedeaza la recuperarea sulfurilor (prin procedeele prezentate in paragraful IV.1.2 si in paragraful IV.1.3) sau la recircularea flotelor de la cenusarire, o parte din sulfuri ajung si in apele reziduale. Flotele epuizate de la cenusarire contin intre 2,5 – 8 g/l sulfuri de sodiu. Dupa amestecarea cu alte flote concentratia sulfurilor scade, astfel incat apele evacuate de la tabacarie contin intre 0,2 – 0,6 g/l, sulfuri. Dar la contactul flotelor de la cenusarire cu flotele acide, pH-ul amestecului scade la valori cuprinse intre 8,5 si 9,5, ceea ce determina descompunerea sulfurilor, cu formare de hidrogen sulfurat, deosebit de periculos.

In tabelul IV.4 se prezinta concentratia hidrogenului sulfurat, in atmosfera de deasupra apelor continand sulfura de sodiu, in functie de pH-ul apelor si de concentratia sulfurii [1].

Pericolul degajarilor masive de hidrogen sulfurat la amestecare flotelor de la cenusarire cu alte flote acide, impune tratarea acestora, in vederea eliminarii sulfurilor, inainte de ca ele sa fie amestecate cu alti efluenti.

Tabelul IV.4. Concentratia hidrogenului sulfurat in atmosfera de deasupra apelor continand sulfura de sodiu, in functie de pH si de concentratia sulfurii.

Concentratia H ₂ S in atmosfera, [cm ³ H ₂ S/m ³]	Concentratia sulfurii de sodiu [mg/l]				
	pH = 6	pH = 7	pH = 8	pH = 9	pH = 10
33	0,14	0,27	1,54	13,7	123
100	0,42	0,83	4,70	41,5	374
1000	4,2	8,3	47,0	415	3740

Indepartarea sulfurii de sodiu din apele reziduale se face in mai multe moduri:

- tratarea chimica cu saruri de fier;
- tratarea apelor cu gaze de ardere;
- oxidarea catalitica cu aer
- oxidarea cu peroxizi.

IV.2.1.1.1. Indepartarea sulfurilor de sodiu prin tratare cu saruri de fier.

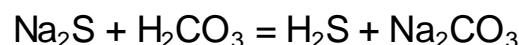
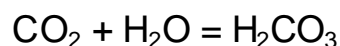
Tratarea cu sulfat feros (FeSO_4) este cea mai veche tehnica utilizata pentru indepartarea sulfurii din apele reziduale de la tabacarii. In prezenta sulfatului feros, din ape precipita sulfura feroasa (FeS) si hidroxidul feros ($\text{Fe}(\text{OH})_2$). Precipitarea hidroxidului duce la scaderea pH-ului, ceea ce determina si precipitarea partiala a proteinelor. Metoda prezinta, totusi, doua dezavantaje majore:

- volumul de sediment este relativ mare;
- sulfura este precipitata fara a fi distrusa, regasindu-se in namol.

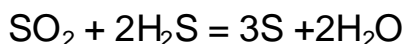
IV. 2.1.1.2. Tratarea apelor reziduale cu gaze de ardere.

Metoda se poate aplica in tabacariile care dispun de centrale termice proprii, in care se utilizeaza combustibili lichizi sau solizi cu un continut apreciabil de sulf, astfel incat gazele de ardere sa contina SO_2 intr-o proportie semnificativa.

Gazele de ardere sunt captate si racite, dupa care sunt barbotate in apele ce contin sulfura de sodiu. Principalele reactii care au loc, sunt:



La contactul dintre hidrogenul sulfurat si bioxidul de sulf din gazele de ardere, precipita sulful coloidal, conform reactiei:

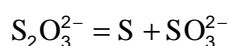
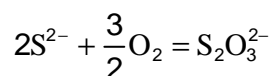


Pe langa aceste reactii au loc si reactii secundare, care, printre altele, determina si precipitarea carbonatului de calciu.

Prin aceasta metoda se indeparteaza 65% pana la 70% din sulfura de sodiu, dar aplicarea ei necesita echipamente scumpe si o intretinere atenta a acestora, datorita problemelor de coroziune pe care le ridica utilizarea gazelor de ardere ce contin bioxid de sulf.

IV.2.1.1.3. Indepartarea sulfurilor de sodiu prin oxidare catalitica cu oxigenul din aer

Aceasta este metoda cea mai economica si cea mai utilizata in prezent. Ea consta in dispersarea aerului in apele reziduale ce contin sulfuri de sodiu, timp de 5 pana la 8 ore [1]. In prezenta unui catalizator adecvat (saruri ale unor metale bivalente, hidrochinona, carbune activ, s.a), sulfurile de sodiu din apele reziduale se oxideaza cu oxigenul din aer, trecand in tiosulfat si, intr-o cantitate mai mica, in sulfit de sodiu, conform reactiilor:



Deoarece la temperatura mediului ambiant cantitatea de sulfit de sodiu este mica se poate considera ca, practic, toata sulfura de sodiu se transforma in tiosulfat. Din stoechiometria primei reactii rezulta ca pentru oxidarea a 64 g S^{2-} , sunt necesare 48 g O_2 , ceea ce corespunde, in conditii normale de temperatura si de presiune, la 0,525 l $\text{O}_2/\text{gS}^{2-}$, respectiv 2,5 l aer/ gS^{2-} (observatie: 1g S^{2-} corespunde la 2,44 g Na_2S , pur).

Totusi cantitatea de aer dispersata in apa tratata trebuie sa fie mai mare decat cea rezultata din calculele stoechiometrice. Raportul dintre cantitatea de aer dispersat in bazinul de tratare si cantitatea de aer reactionat cu sulfura, depinde de dispozitivul de aerare utilizat si de tipul de catalizator.

Dispozitivele de aerare utilizate pentru oxidarea catalitica a sulfurilor pot fi: **aeratoare de suprafata** sau **barbotoare**. Dintre acestea mai eficiente si deci mai utilizate sunt barbotoarele. Aerul sub presiune este dispersat sub forma de bule de un barbotor, amplasat la partea inferioara a bazinului de tratare.

Barbotoarele se califica in trei categorii, in functie de dimensiunile bulelor de aer pe care le genereaza:

- barbotoare care produc bule de **dimensiuni mici**, dificil de utilizat, datorita tendintei de infundare a orificiilor de solidele aflate in suspensie. De asemenea, prezinta dezavantajul ca provoaca formarea spumei la suprafata libera a lichidului, cand acesta contine proteine ;
- barbotoare care genereaza bule cu **dimensiuni medii**. In cazul acestor barbotoare, bulele au diametrul cuprins intre 1,5 mm si 3 mm. Au performanta la oxigenare mai redusa decat cele precedente, dar sunt mai fiabile ;
- barbotoare care genereaza bule de **dimensiuni mari**, cu diametrul mai mare decat 5 mm. Au performanta mai scazuta la oxigenare, dar sunt cele mai fiabile.

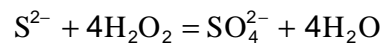
Pentru aerarea cu barbotoare, la o tratare timp de 6 ore, puterea instalata necesara pentru a realiza o oxigenare de 5% (la o adancime a apei in bazin, de 4 m) este de 138 W/KgS^{2-} .

Catalizatorul are un rol important in desfasurarea reactiei de oxidare a sulfurilor de sodiu. Cei mai buni catalizatori sunt clorura de mangan si sulfatul de mangan, la o concentratie a ionului mangan in jur de $100 \text{ mg Mn}^{2+}/\text{l}$. Sarurile de mangan se adauga sub forma de solutie, cu o pompa dozatoare.

Metoda este mai avantajoasa atunci cand se aplica direct la flotele rezultate la cenusarire (fara amestecare cu alte flote), deoarece eficienta tratamentului este direct proportionala cu concentratia sulfurii. Volumul bazinului de tratare este redus la minim, ceea ce conduce si la economisirea de catalizator, deoarece cantitatea de catalizator se raporteaza la volumul flotei si nu la cantitatea de sulfura.

IV.2.1.1.4. Indepartarea sulfurilor de sodiu prin oxidare cu peroxizi.

Pentru oxidarea sulfurilor de sodiu, cel mai recomandat peroxid este apa oxigenata, care actioneaza conform reactiei:



Din stoechiometria reactiei rezulta ca pentru oxidarea a 1 Kg S^{2-} sunt necesare 4,25 Kg H_2O_2 , 100%.

Procedeul este foarte simplu, deoarece consta in amestecarea apei oxigenate cu apa reziduala, supusa tratamentului. Dupa 1 – 2 ore sulfura este distrusa in totalitate. De asemenea prin aplicarea acestui tratament se reduce cu 20% si CCO.

Totusi costul ridicat al apei oxigenate face acest procedeu de 7 – 8 ori mai scump decat oxidarea catalitica. De aceea aplicarea lui se poate limita la cazuri ca cele ale tabacariilor, care recirculand flotele de la cenusarire, nu le pot stoca in perioada in care fabrica este oprita, ca de exemplu, in timpul reviziilor tehnice sau a concediilor.

IV.2.1.2. Egalizarea efluentilor

Egalizarea efluentilor de la o tabacarie este o operatie esentiala, in cadrul tehnologiilor de tratare.

Apele uzate de la diferite operatii efectuate in tabacarii nu sunt deversate in acelasi timp. Intr-o tabacarie de capacitate medie, circa 80% din totalul efluentilor ajung la statia de epurare intr-un interval de cateva ore. Prin urmare pentru a se evita dezechilibrele din instalatia de epurare, este absolut necesar ca instalatia sa dispuna de un bazin de egalizare, in care sa fie stocate apele deversate de la tabacarie, intr-un interval fixat de timp. In plus, deoarece in bazinul de egalizare se colecteaza ape de la toate operatiile umede, se realizeaza si o autoneutralizare si o autocoagulare la amestecarea acestora. Astfel, amestecarea efluentilor de

la cenusarire, care au pH-ul in jur de 12,5, cu efluentii acizi de la piclare si tabacire, care au pH-ul cuprins intre 3 si 3,5, conduce la o apa reziduala cu pH-ul cuprins intre 8,5 si 9, daca se colecteaza toate apele care vin de la tabacarie intr-o zi. Aceasta valoare a pH-ului, in mod normal, nu necesita o neutralizare complementara, cu exceptia cazului in care tratamentele de coagulare si de floclulare nu necesita un anumit interval al valorilor pH-ului.

In faza de egalizare, datorita prezentei sarurilor de crom, care provin din flotele epuizate de la tabacire, si a varului din apele de la cenusar, are loc si precipitarea hidroxidului de crom, a carui prezenta determina, la randul sau, inglobarea a cca. 80% din solidele in suspensie, din care aproape jumatate sunt proteine din apele de la cenusarire. Aceste solide se separa, ulterior, foarte usor, prin sedimentare.

Egalizarea efluentilor trebuie sa se realizeze cu respectarea urmatoarelor conditii:

- amestecarea inensa a efluentilor pentru a se asigura uniformizarea apelor;
- sedimentarea solidelor in suspensie trebuie impiedicata, prin agitare;
- fermentarea anaeroba, care se poate produce ca urmare a unei aerari insuficiente, trebuie evitata.

Volumul bazinului de egalizare depinde, in principal, de regimul de lucru din tabacarie. O fabrica care prelucreaza piei brute intr-un ciclu de 10 – 12 ore, va necesita un bazin de egalizare al carui volum sa poata prelua apele deversate intr-o zi de lucru. Daca tabacaria lucreaza in trei schimburi, deversarile nu sunt simultane la fiecare operatie, iar volumul bazinului de egalizare va putea fi stabilit in functie de volumul efluentilor deversati intr-un interval de 12 ore. Pe de alta parte, daca tabacaria prelucreaza piei tabacite (wet-blue sau crust) apele reziduale provin doar de la operatiile de retanare, vopsire si ungere, ceea ce determina un volum mai mic al bazinului de egalizare.

In majoritatea cazurilor deversarea efluentilor se intinde pe parcursul a peste 10 ore, ceea ce permite utilizarea unui bazin de egalizare a carui volum total sa corespunda la doua treimi din volumul total al apelor deversate.

Amestecarea efluentilor in bazinele de egalizare are un rol deosebit pentru asigurarea unei epurari eficiente a apelor reziduale.

Deoarece apele din bazinul de egalizare contin solide care sedimenteaza cu viteza mare (de aproximativ 40 m/h), sunt necesare masuri care sa impiedice sedimentarea, care ar duce la colmatarea bazinului. In acest scop, trebuie asigurata o amestecare intensa a apei din bazinul de egalizare, care se poate realiza prin:

- amestecare mecanica, cu agitatoare cu palete;
- amestecare prin barbotare de aer;
- amestecare combinata, mecanica si pneumatica.

Amestecarea mecanica se realizeaza cu agitatoare cu palete care au turatia cuprinsa intre 50 – 100 rot/min si diametrul intre 1,5 m si 3,5 m. Se recomanda utilizarea agitatoarelor mecanice in bazine dreptunghiulare sau patrate, deoarece in bazinele circulare agitatorul poate determina antrenarea in miscare de rotatie a intregului volum de lichid, ceea ce reduce simtitor intensitatea amestecarii.

Caracteristicile geometrice ale bazinului de egalizare trebuiesc corelate cu cele ale agitatorului utilizat. Pentru a se obtine o amestecare eficienta (intensitate de amestecare mare la consum de energie minim) se recomanda ca **raportul dintre latimea bazinului de egalizare si adancimea apei sa fie in jur de 2.**

Barbotarea aerului in bazinul de egalizare este tehnica de amestecare cea mai frecvent utilizata la bazinele de egalizare ale statiilor de epurare, datorita avantajelor pe care le ofera:

- poate fi aplicata pentru orice tip de bazin de egalizare, daca adancimea apei este cel putin de 2 – 2,5 m;
- combina efectul de amestecare cu preaerarea apei, ceea ce faciliteaza flokularea si se evita fermentarea anaeroba, cu formarea unor produse cu miros dezagreabil.

Distribuitorul de gaz se va alege in functie de forma geometrica si de dimensiunile fundului bazinului de egalizare. Efectul de amestecare prin barbotare de gaz este determinat de deplasarea bulelor de gaz spre suprafata libera a lichidului, precum si de vartejurile provocate de dilatarea bulelor, in miscarea lor ascendenta (pe masura ce bulele de aer se deplaseaza spre suprafata libera, presiunea hidrostatica scade, ceea ce determina cresterea volumului) si a ciocnirii bulelor de gaz cu generare de turbulenta. Amestecarea este mai intensa daca bulele de aer, dispersate in lichid, au diametrul mai mare. De aceea in operatia de egalizare se pot utiliza barbotoare care genereaza bule de gaz cu diametrul mai mare de 5 mm,

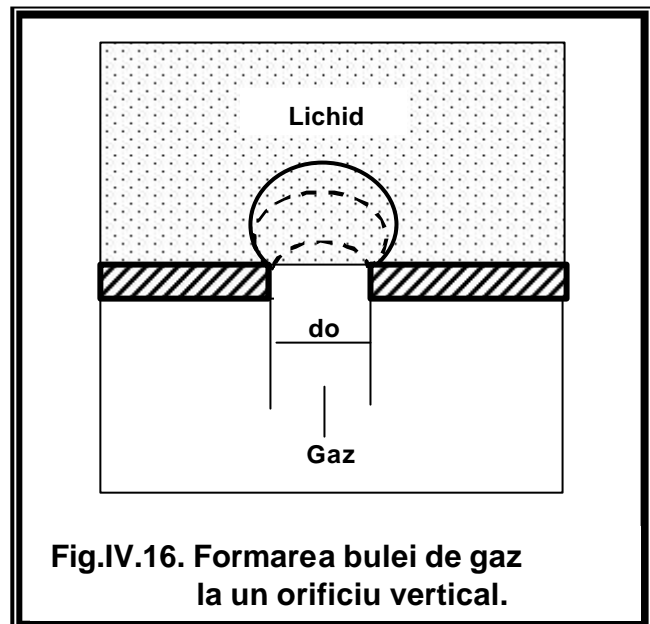
deoarece, in aceasta faza, intensitatea amestecarii este mai importanta decat viteza de absorbtie a oxigenului.

Experimental, s-a stabilit ca debitul optim al aerului in bazinul de egalizare este cuprins intre 3 si 4 m³/hm²-suprafata libera, pentru o adincime a apei din bazin, cuprinsa intre 2 m si 4 m [1]. Daca tabacaria prelucreaza piei piclate sau tabacite, apele reziduale avand un grad de poluare mai redus, debitul de aer la egalizare poate fi in jur de 2 m³/hm². Pentru a se asigura o amestecare pneumatica eficienta, dimensiunile bazinului de egalizare trebuiesc corelate cu debitele de aer recomandate.

In vederea stabilirii unor relatii de proiectare a sistemului de barbotare, in corelatie cu dimensiunile bazinului de egalizare se impune o analiza a mecanismelor de formare si de deplasare a bulelor de gaz, intr-un lichid.

Mecanismul de formare a bulelor la iesirea unui gaz printr-un orificiu imersat intr-un lichid, difera in functie de debitul de gaz, deoarece la formarea bulelor intervin mai multe forte. Aceste forte sunt: *forta gravitationala, forta interfaciala, forta dinamica si forta de frecare.*

La debite foarte mici de gaz, se formeaza bule cu volumul practic constant, care este dependent de valoarea diametrului, d_o , al orificiului, frecventa de formare fiind proportionala cu debitul de gaz. Acest mecanism se numeste ***cvasistatic***. In fig. IV.16 este prezentata formarea unei bule de gaz la un orificiu vertical imersat in lichid [8]. In timpul formarii, bula de gaz ia formele de calota sferica si apoi de sfera. Cand forta ascensionala, F_a , egaleaza forta interfaciala, F_σ , raportata la perimetrul orificiului, bula formeaza un gat care se ingusteaza pana la rupere. In acest moment bula se desprinde si se deplaseaza in sens ascendant, spre suprafata libera a lichidului. La debite medii si mari ale gazului, frecventa de formare a bulelor devine constanta dar volumul bulelor creste proportional cu debitul de gaz.



Acest mecanism de formare se numeste **mecanism dinamic** sau **de frecventa constanta**. La debite foarte mari de gaz apar fenomene de coalescenta si rupere a bulelor de gaz, acest mecanism fiind denumit **atomizare**. In domeniul de atomizare volumul bulelor nu mai este constant si nu mai poate fi corelat cu debitul de gaz. Variatia volumului bulelor, in functie de debitul de gaz si de volumul de lichid din bazin este prezentata in fig. IV.17.

Diametrul bulelor de gaz se determina din conditia de echilibru a fortelor:

$$F_a = F_\sigma \quad (IV.5)$$

Explicitand fortele, relatia (IV.5) devine:

$$\frac{\pi d^3}{6} (\rho - \rho_g) g = \pi d_o \sigma \cos \theta \quad (IV.6)$$

si deci:

$$d = \sqrt[3]{\frac{6 d_o \sigma \cos \theta}{(\rho - \rho_g) g}} \quad (IV.7)$$

in care, marimile au urmatoarea semnificatie:

d – diametrul bulei sferice de gaz;

d_o – diametrul orificiului;

ρ – densitatea lichidului;

ρ_g – densitatea gazului;

σ - tensiunea superficiala a lichidului;

θ – unghiul de contact la interfata lichid-solid-gaz (pentru orificiul udat perfect de lichid, $\theta = 0$)

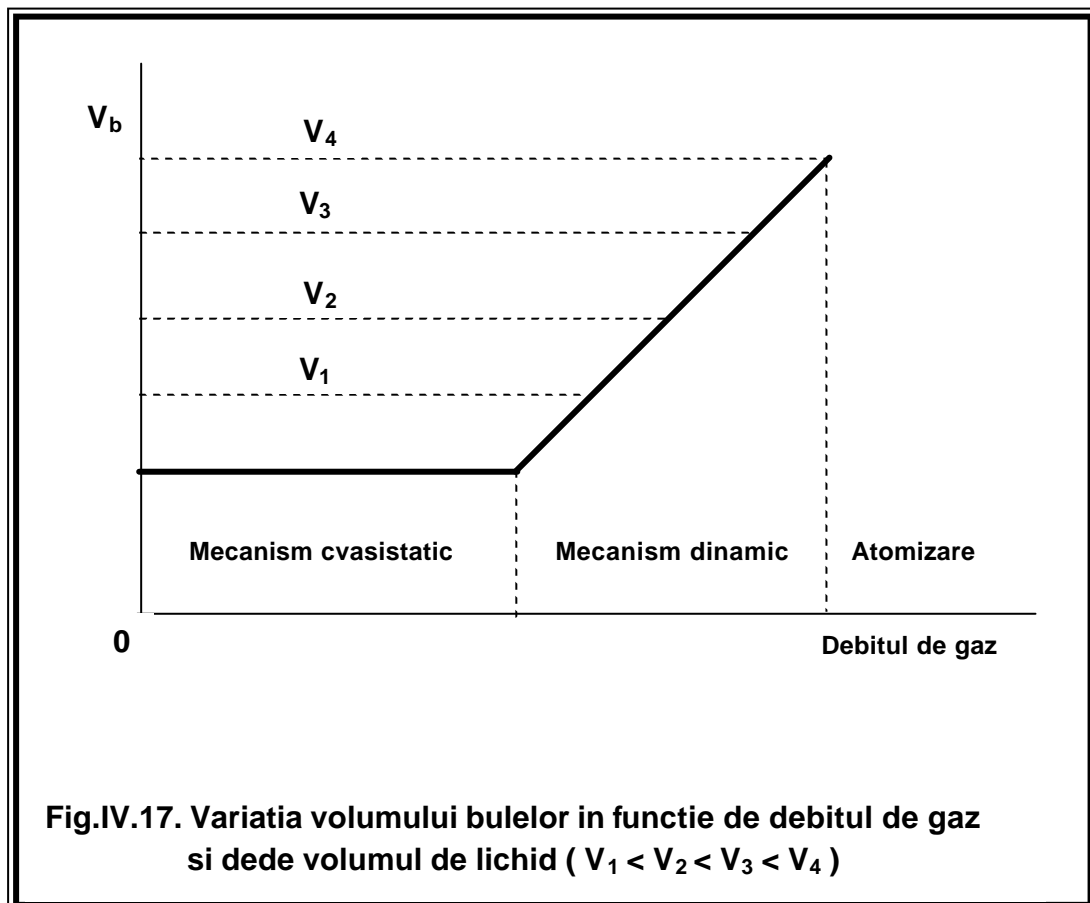
Eroarea la calculul diametrului bulei de gaz cu relatia (IV.7) este de maxim 20% si se explica prin aceea ca volumul bulelor prezinta variatii pe directia de deplasare, datorita scaderii presiunii statice.

Pentru bule de aer formate in apa la 20 °C, din relatia (IV.6) sau (IV.7), rezulta ca: $V_b/d_o = 0,231 \text{ cm}^2$, in care $V_b = \pi d^3 / 6$, este volumul bulei de gaz.

Relatia (IV.7) nu tine seama de influenta volumului spatiului in care se deplaseaza bula. Experimental s-a stabilit ca peste o anumita valoare a acestui volum, diametrul bulelor este influentat de volumul de lichid in care se face barbotarea (vezi fig.IV.17).

Influenta volumului camerei, V_c , in care se deplaseaza bula a fost exprimata de Hughes (citat dupa [8]), prin asa numitul **criteriu de capacitate**, dat de relatia:

$$N_c = \frac{4(\rho - \rho_g)V_c g}{\pi d_o^2 \rho_g c^2} \cong \frac{4\rho V_c g}{\pi d_o^2 a P} \quad (IV.8)$$



In care, marimile au urmatoarea semnificatie:

$V_c = LHI$, este volumul lichidului din bazin (considerat dreptunghiular

cu lungimea, L, latimea, l si adancimea H);

c – viteza sunetului in gaz;

P – presiunea gazului la orificiu;

a = c_p/c_v , indicele adiabatic al gazului.

In functie de valoarea criteriului de capacitate, bazinele de aerare se clasifica in:

- a) **bazine de volum mic**, pentru care; $aN_c < 1$. Pentru astfel de bazine, volumul bulelor, V_b , este independent de volumul lichidului, V_c . In functie de debitul de gaz, diametrul bulelor se calculeaza cu relatia (IV.7), in domeniul cvasistatic, sau cu relatia:

$$d^3 (\rho g / d_0 \sigma) = 6 + 2,5 W_e \cdot Fr^{\frac{1}{2}} \quad (IV.9)$$

in domeniul dinamic, cu frecventa de formare a bulelor constanta.

In relatia (IV.9) criteriile Weber si Froude au expresiile:

$W_e = d_0 v^2 \rho / \sigma$, respectiv: $Fr = gd_0 / v^2$, in care, v, este viteza gazului in orificiu. Relatia (IV.9) coreleza bine rezultatele experimentale, in domeniul: **$WeFr^{1/2} < 18$** ;

- b) **bazine cu volum intermediar**, pentru care: $1 < aN_c < 9$. Pentru aceste bazine, volumul de lichid are un efect sensibil asupra volumului bulei de gaz (liniile punctate din fig.IV.17), iar diametrul bulelor se calculeaza cu relatia:

$$d^3 (\rho g / d_0 \sigma) = 6a \cdot N_c \quad (IV.10)$$

valabila in domeniul: $WeFr^{1/2} < 2,4(1,4N_c - 1)$

- c) **bazine cu volum mare**, pentru care $aN_c > 9$. Pentru aceste bazine, diametrul mediu al bulelor de gaz este mult mai mare, practic dublu fata de cel calculat cu relatia (IV.9) si poate fi determinat cu relatia:

$$d^3 (\rho g / d_0 \sigma) = 55 \quad (IV.11)$$

valabila in domeniul: **$WeFr^{1/2} < 18d$** . Bazinele de egalizare din statiile de epurare se incadreaza in aceasta ultima categorie.

Viteza de miscare a bulei de gaz, intr-un lichid, se determina din conditia de echilibru a fortelor care actioneaza asupra bulei, dupa desprinderea acesteia. In camp gravitational asupra bulei de gaz actioneaza urmatoarele forte: forta ascensionala (de plutire), F_a , forta de greutate, F_g si forta de rezistenta F_r (fig.IV.18). La echilibru:

$$F_a = F_r + F_g \quad (IV.12)$$

sau:

$$V_b(\rho - \rho_g)g = \xi \frac{v_o^2}{2} \rho A \quad (IV.13)$$

Pentru o bula in forma de sfera, volumul $V_b = \pi d^3 / 6$, iar aria proiectiei bulei pe un plan normal la directia sa de deplasare, este: $A = \pi d^2 / 4$, si relatia (IV.13) devine:

$$\frac{\pi d^3}{6}(\rho - \rho_g)g = \xi \frac{v_o^2}{2} \rho \frac{\pi d^2}{4} \quad (IV.14)$$

Neglijand densitatea gazului in raport cu cea a lichidului ($\rho_g \ll \rho$), relatia de mai sus, devine:

$$v_o = \sqrt{\frac{4dg}{3\xi}} \quad (IV.15)$$

In care: ξ , este coeficientul de rezistenta, care depinde de criteriul Reynolds si de forma bulei.

In literatura de specialitate sunt date si relatii simplificate, pentru viteza bulei de gaz, in functie de volumul bulei V_b , [8]:

$$v_o = 0,715\sqrt{gd} , \quad \text{valabila pentru: } V_b < 10 \text{ cm}^3 \quad (IV.16)$$

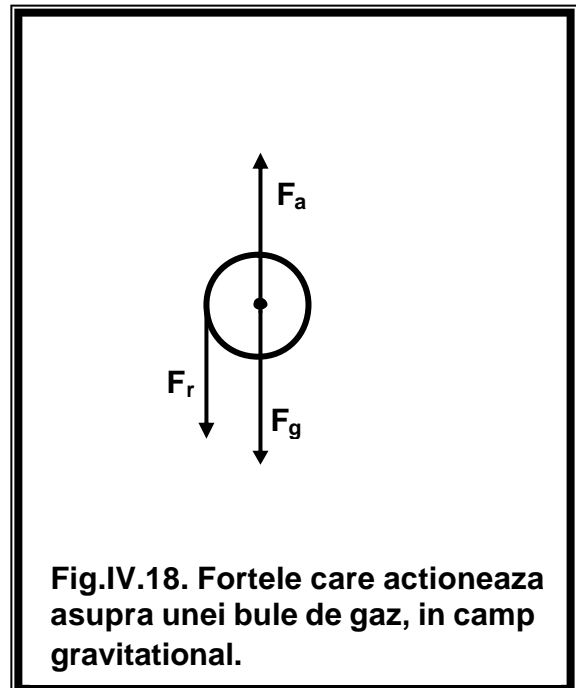


Fig.IV.18. Fortele care actioneaza asupra unei bule de gaz, in camp gravitational.

Distribuitorul de gaz (barbotorul) se amplaseaza astfel incat traseul bulelor de gaz sa fie cat mai lung posibil. Orificiile distribuitorului au diametrul mai mare de 3 mm (de obicei , $d_o = 3-6$ mm), deoarece pentru $d_o < 3$ mm, exista pericolul infundarii orificiilor.

Presiunea, P , se calculeaza din ecuatie Bernoulli si este data de relatia:

$$P = \left(\lambda \frac{L}{d} + \sum_{i=1}^n \xi_i \right) \frac{v^2}{2} \rho_g + \rho g H + P_o \quad (IV.17)$$

in care:

L, d – lungimea, respectiv diametrul conductei de gaz;

λ – coeficientul de frecare in conducta;

H – inaltimea lichidului deasupra orificiului;

$\sum \xi_i$ - suma coeficientilor de rezistenta locala;

v – viteza gazului, in conducta;

P_o – presiunea atmosferica.

In mod curent presiunea, P , necesara pentru aerul care barboteaza in bazine in care adancimea lichidului este mai mica decat 4 – 5 m, este cuprinsa intre 1,5– 2 ata.

Pentru aer comprimat, cu temperatura de 50° C si presiunea de 1,5 ata, viteza economica a aerului, in functie de diametrul conductei este data in fig.IV.19.

Pentru comprimarea aerului se pot folosi compresoarele volumice rotative, din care fac parte: **pompa cu inel lichid, suflantele cu lamele culisante** (in rotor sau in stator), **suflantele cu pistoane rotative**, etc.

Suflanta cu pistoane rotative, este cel mai des utilizata, fiind construita dintr-o carcasa in care se rotesc, in sensuri opuse , doua pistoane de forma trilobata sau bilobata (fig. IV.20) [9]. Pistoanele nu sunt in contact etans intre ele si nici cu carcasa, pentru a se evita ungerea.

. Pistoanele sunt actionate in miscare de rotatie din exterior. In timpul unei rotatii, fiecare piston transporta, de la intrare spre iesire, un volum de gaz egal cu produsul dintre aria sectiunii cuprinsa, intre carcasa si pistoane, si latimea carcasei. Aceste tipuri de compresoare pot avea debite de pana la

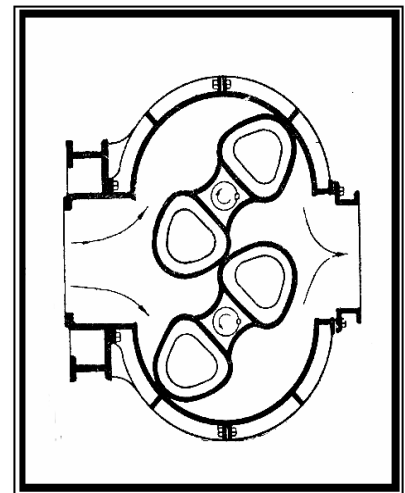


Fig.IV.20. Suflanta cu pistoane rotative

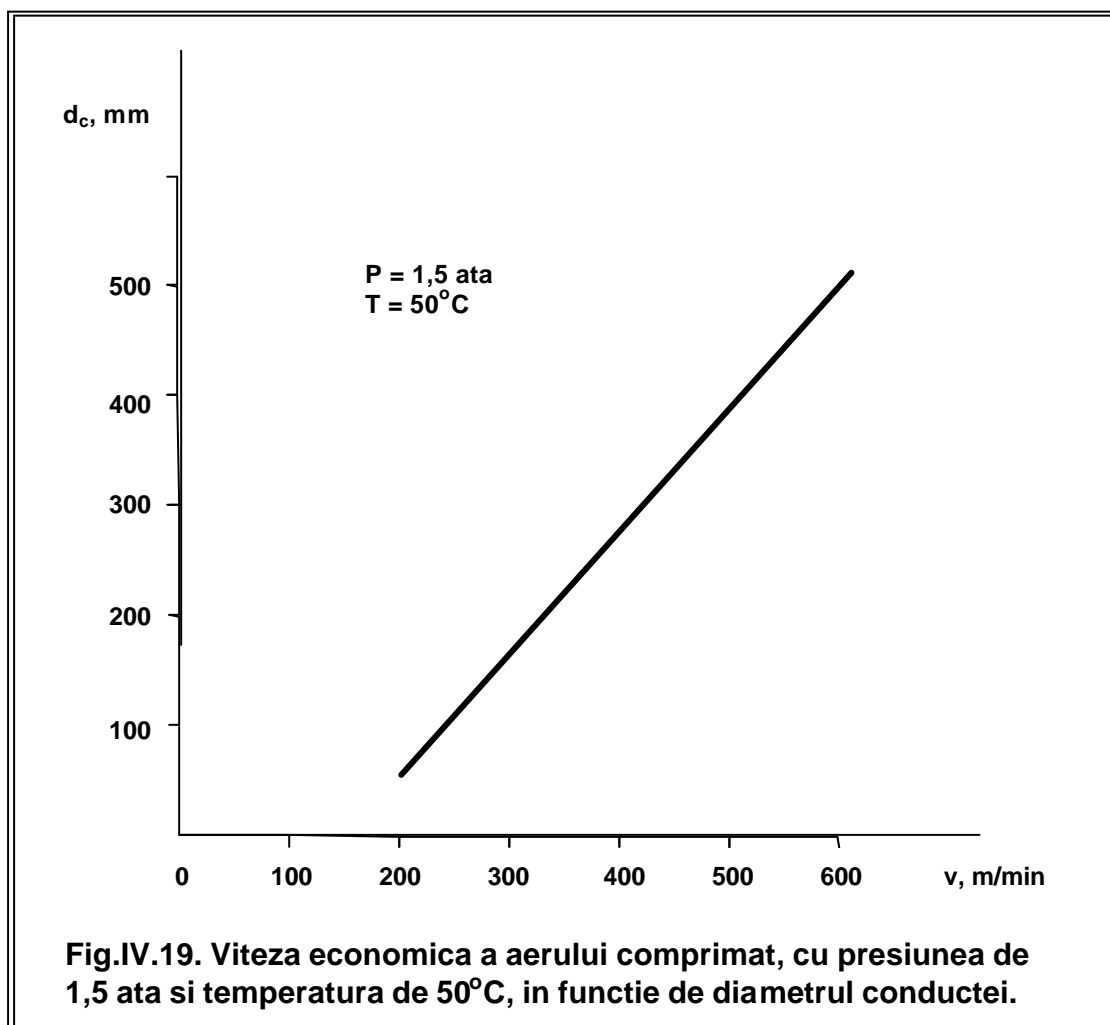
17.000 m³/h, asigurand un raport de comprimare mai mare decat 2. Suflantele din aceasta categorie au fost perfectionate continuu. Astfel, performantele suflantelor **Roots** pot fi concretizate prin realizarea unor debite de pana la 70.000 m³/h si a unor presiuni de pana la 35 de atmosfere.

Puterea necesara pentru actionarea compresorului, considerand comprimarea politropa, este data de relatia:

$$P = \frac{M_m L_p}{10^3 \eta_t} \quad [\text{Kw}] \quad (\text{IV.17})$$

in care: M_m , este debitul masic de gaz, η_t este randamentul global al compresorului iar L_p este lucrul mecanic in comprimarea politropa, care se calculeaza cu relatia:

$$L_p = RT \frac{n}{n-1} \left[\left(\frac{P}{P_o} \right)^2 - 1 \right] \quad (\text{IV.18})$$



In expresia lucrului mecanic, T , este temperatura absoluta a aerului aspirat in compresor, n , este indicele politrop al gazului ($1 < n < a$), iar P este presiunea finala a gazului. Temperatura gazului la iesirea din compresor se determina cu relatia:

$$\frac{T_f}{T} = \left(\frac{P}{P_o} \right)^{\frac{n-1}{n}} \quad (IV. 19)$$

IV.2.1.3. Tratamente chimice pentru apele reziduale de la tabacarii.

Apele rezinuale de la tabacarii, in special atunci cand acestea includ si apele de la operatia de cenusare, contin cantitati importante de proteine, care formeaza in apa sisteme coloidale (sisteme eterogene lichid-solid, in care diametrul particulelor dispersate $d_p < 0,1 \mu m$), care, in general, sunt sisteme stabile, greu sau chiar imposibil, de separat prin sedimentare. Stabilitatea sistemelor coloidale poate fi inlaturata prin neutralizarea sarcinilor (in general, electronegative) ale coloizilor, prin adaugare de electroliti cu sarcini electrice de semn contrar, ceea ce determina formarea unui precipitat. Acest fenomen este denumit **coagulare**.

Flocularea consta in aglomerarea coloizilor neutralizati, in urma ciocnirilor acestora, ceea ce duce la formarea unor agregate de particule de densitate mai mare, care se pot separa usor prin sedimentare.

Mecanismul coagularii si al flocularii se explica astfel: *particulele coloidale dispersate in lichid se ciocnesc intre ele, datorita miscarii de agitatie termica, asocierea sau respingerea acestora in urma ciocnirilor fiind determinate de forte care se manifesta intre particule*. Forte care pot actiona intre particulele unui sistem coloidal sunt: **forte Van der Waals** si **forte electrostatice**, datorate ionilor macromoleculelor polare adsorbite pe suprafata particulelor. Actiunea acestor forte este influentata de proprietatile mediului dispersant (pH, si concentratia sarurilor – vezi tab. IV.5 si tab. IV.6)