

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 cenusarire, 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 macromoloculelor 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 )

Asocierea particulelor in agregate mai mari este determinata de fortele Van der Waals, in timp ce fortele electrostatice, de respingere, cauzeaza dispersarea particulelor, asigurand stabilitatea suspensiilor coloidale.

Energia potentiala a interactiunii,  $E_t$ , intre doua particule, este data de suma dintre energia determinata de fortele de respingere electrostatica,  $E_r$ , si energia fortelor de atractie Van der Waals,  $E_a$ :

$$E_t = E_r + E_a \quad (IV.20)$$

Variatia energiei potentiala a interactiunii, in functie de distanta de separare dintre particule,  $h_s$ , este prezentata in fig. IV.21 [10].

La distanta de separare foarte mica,  $h_{s,min}$ , fortele de atractie sunt predominante, ceea ce se caracterizeaza printr-o valoare minima a energiei potentiala,  $E_t$ . Pentru particulele cu suprafete netede,  $h_{s,min} \approx 4\text{\AA}$ . Asocierea particulelor care se produce la distanta  $h_{s,min}$ , pentru care energia potentiala a interactiunii are valoarea,  $E_t'$ , se numeste **coagulare**. La distante intermediare, valoarea  $E_t$ , creste, ceea ce indica o crestere a valorilor fortelor de respingere electrostatica. Energia

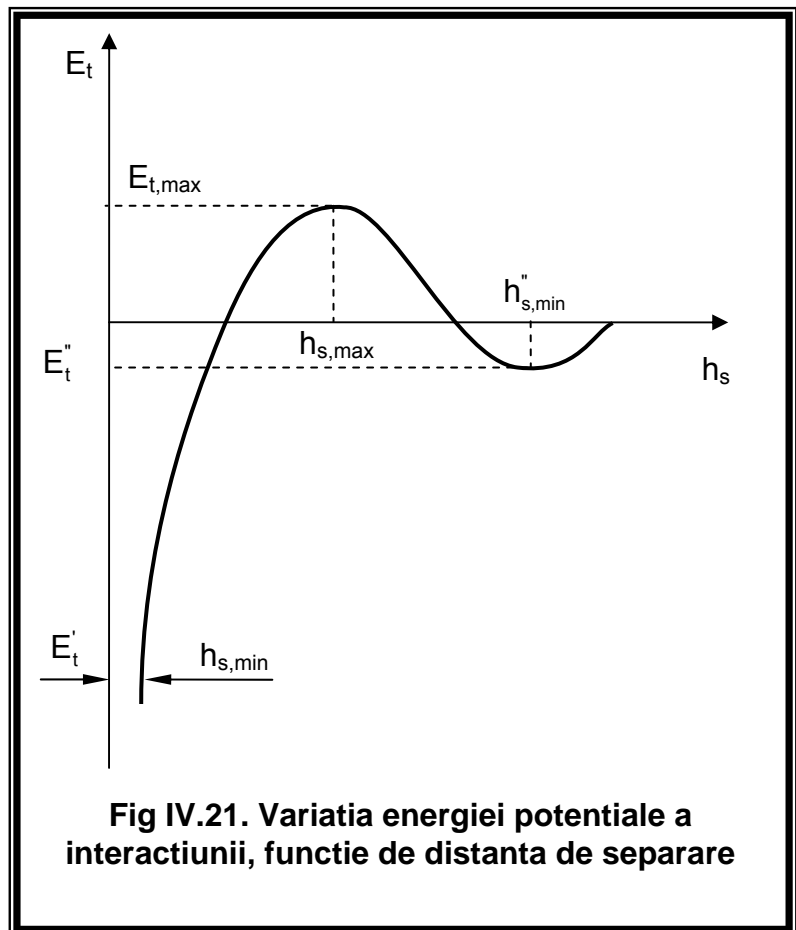


Fig IV.21. Variatia energiei potentiala a interactiunii, functie de distanta de separare

potentiala a interactiunilor atinge valoarea maxima,  $E_{t,max}$ , la distanta,  $h_{s,max}$ . La distante,  $h_s$ , mai mari, energia fortelor electrostatice de respingere,  $E_r$ , descreste mai repede decat energia fortelor de atractie,  $E_a$ , astfel incat

energia potentiala a interactiunii, trece din nou printr-o valoare minima,  $E_t''$ , corespunzatoare distantei  $h''_{s,min}$ . Daca valoarea maxima a energiei potentiale a interactiunii,  $E_{t,max}$ , este mai mare decat energia termica a particulelor – exprimata prin valoarea produsului:  $kT \approx 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ J}$  – sistemul este stabil, in caz contrar suspensia **coaguleaza**.

Daca energia,  $E_t''$ , are valoarea mai mare decat energia termica a particulelor, se produce o asociere, usor reversibila a acestora, fenomen cunoscut sub numele de **floculare**.

Concentratia electrolitilor, utilizati pentru coagulare, trebuie aleasa in functie de concentratia sarcinilor electrice din solutia care trebuie neutralizata electric si nu de concentratia particulelor in suspensie. Ca agenti de coagulare se folosesc saruri cu ioni multivalenti ca de exemplu:  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , s.a. Pentru apele uzate de la tabacarii, coagulantii cel mai frecvent utilizati sunt: sulfatul feros ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), sulfatul de aluminiu ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ), clorura ferica ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), si hidroxidul de calciu, combinat cu sulfatul de aluminiu, atunci cand apele provin de la fabrici care prelucreaza piei piclate sau tabacite [1].

Utilizarea agentilor coagulanti se face in solutii apoase saturate. Solubilitatea in apa, la  $20^\circ\text{C}$ , a principalelor saruri utilizate ca agenti de coagulare, este :

- pentru sulfatul feros: 391 g/l;
- pentru sulfatul de aluminiu: 688 g/l;
- pentru clorura ferica: 1026 g/l.

Cantitatea de agent coagulant, necesara, depinde, in principal, de caracteristicile apelor tratate si se determina prin teste experimentale. Orientativ, cantitatea de coagulant este de **500 mg/l, pentru sulfat feros si clorura ferica si de 200 mg/l, pentru sulfat de aluminiu**.

Cel mai adesea se utilizeaza sulfatul feros, deoarece precipita sulfurile si este mai ieftin. In plus, formarea hidroxidului feros, insolubil, poate avea loc si la valori mai scazute ale pH-ului, la care precipita si proteinele. Sulfatul feros prezinta, insa, dezavantajul ca apa tratata se inegreste usor, datorita prezentei sulfurii feroase, care are culoarea neagra.

Cantitatea de namol formata este mare, dar acesta este usor de concentrat si are calitatea ca este bine stabilizat.

Sulfatul de aluminiu este cel mai bun coaglant cu o putere decoloranta ridicata, fiind recomandat pentru apele care contin tananti vegetali. Utilizarea sulfatului de aluminiu ridica, insa, costul tratarii si cauzeaza formarea unei cantitati apreciabile de namol, greu de concentrat.

Din acest motiv, cel mai adesea, se prefera utilizarea sulfatului de aluminiu in combinatie cu un flocculant organic, de tip polielectrolit, care maresc densitatea namolului. Valoarea pH-ului la coagulare are un rol important in cazul sulfatului de aluminiu si adeseori este necesara adaugarea unei cantitati de hidroxid de calciu , atunci cand apele au pH-ul mai mic decat 6. Influenta pH-ului si a adaosului de agent flocculant, la tratarea apelor reziduale cu sulfat de aluminiu, este prezentata in tabelul IV.5 si in tabelul IV.6.

Tabelul IV.5. Teste de coagulare, cu solutie de sulfat de aluminiu de 200 mg/l ( valoarea initiala a pH-ului, de 5,9,a fost corectata cu var ).

TEST	1	2	3
pH-ul de coagulare	7	9	11
Volum de namol, dupa 2 ore, ml/l	20	170	305
Procentul de reducere al CCO	29%	57%	64%

Tabelul IV.6. Teste de coagulare, pentru acelasi efluent, cu solutie de sulfat de aluminiu de 200 mg/l si cu solutie de polielectrolit de 4 mg/l.

TEST	1	2
pH – ul de coagulare	9	11
Volumul de namol, dupa 2 ore, ml/l	90	80
Procentul de reducere al CCO	60 %	67 %

Daca pentru apele egalizate de la tabacarie, coagularea se face cu o solutie de sulfat de aluminiu cu concentratia de 400 mg/l, se asigura eliminarea din aceste ape a 70% din CBO<sub>5</sub>, a 80% din CCO si a 97,5% din solidele in suspensie.

Flocularea particulelor, rezultate in urma coagularii, se realizeaza utilizand polimeri liniari, de tip electrolit cu masa moleculara mare, posedand sarcini electrice sau grupe ionizabile. Macromoleculele lungi si

flexibile se adsorb pe particule prin legaturi de hidrogen sau prin gruparile polare, realizand floclarea [11].

La tratarea apelor reziduale de la tabacarii, coagularea se combina cu floclarea, iar cele mai bune rezultate se obtin cand se utilizeaza **poliacrilamida**. Concentratia optima de floclare se stabileste experimental, prin tehnici care se bazeaza pe viteza de sedimentare sau pe viteza de filtrare. Agentul de floclare se adauga sub forma de solutie apoasa, avand concentratia cuprinsa intre 5 – 10 g/l. Solutia se prepara prin dizolvare sub agitare mecanica moderata ( viteza periferica a agitatorului nu trebuie sa depaseasca 2 – 5 m/s ), pentru a se evita distructia mecanochimica a polimerului. Cantitatea de polielectrolit care se adauga ca agent de floclare este cuprinsa intre 1 – 5 g/m<sup>3</sup> efluent.

Coagularea se realizeaza intr-un recipient prin care se pompeaza continuu lichidul din bazinul de egalizare, in care se adauga agentul de coagulare cu pompe dozatoare ( pompe cu piston, cu membrana, cu snec sau peristaltice ). Timpul de stationare in coagulator este foarte scurt, fiind mai mic decat 2 minute, iar continutul sau este amestecat intens cu un agitator cu elice.

Agentul de floclare se adauga intr-un alt recipient, al carui volum se calculeaza pentru un timp de stationare mai ridicat, de peste 20 de minute. Acest recipient este prevazut cu un agitator al carui turatie este astfel aleasa incat viteza lui periferica sa nu depaseasca 2 – 5 m/s

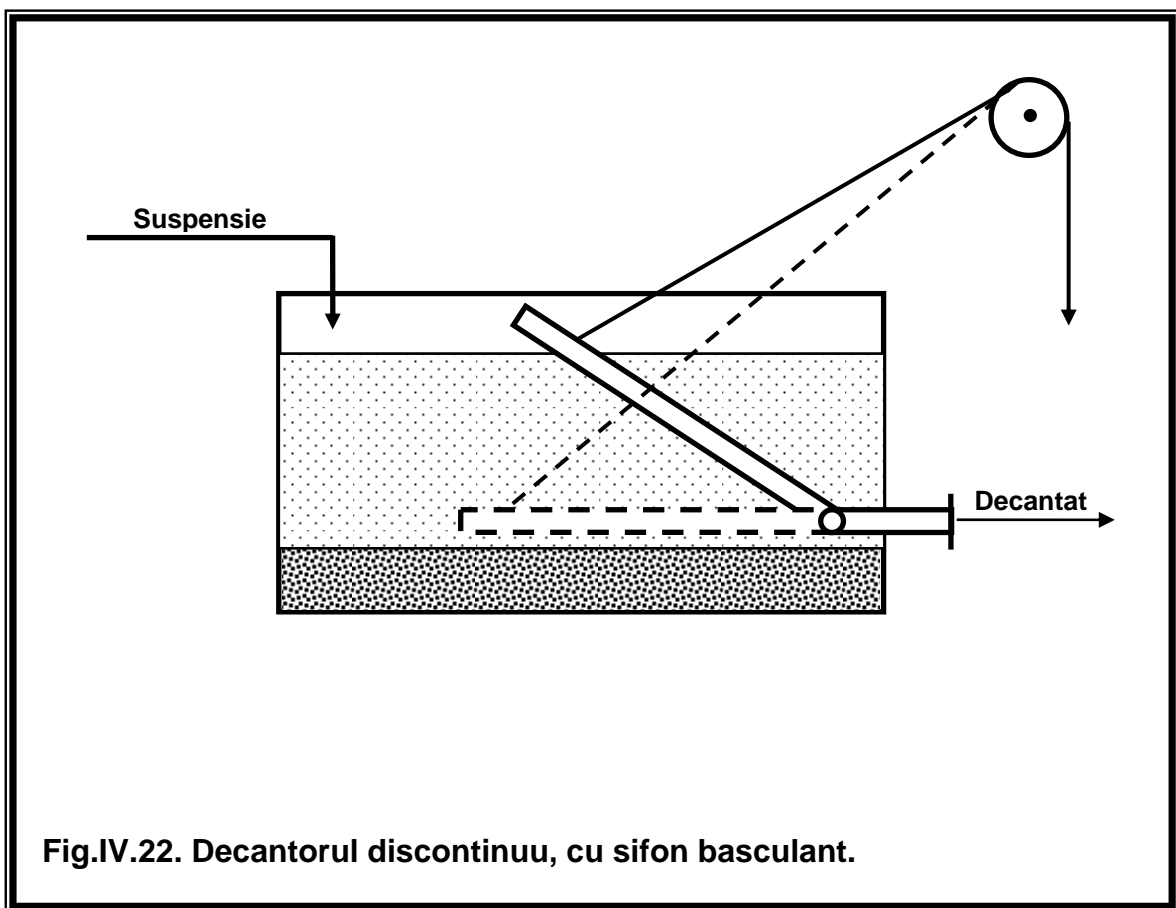
Coagularea se poate realiza si prin transportul amestecului coagulant – apa, printr-o conducta prevazuta cu un amestecator static, iar floclarea se poate produce in tubul central al decantorului de limpezire ( clarificare ) in care se introduce efluentul dupa egalizare si aplicarea tratamentului de coagulare.

#### IV.2.1.4. Sedimentarea primara.

Prin sedimentare primara se urmareste separarea particulelor solide aflate in suspensie in efluenti, dupa aplicarea tratamentelor de **egalizare**, **coagulare** si **floclare**. In aceasta treapta de tratare se realizeaza **limpezirea** su **clarificarea** apelor. Limpezirea se realizeaza in decantoare a caror constructie si regim de functionare se alege in functie de cantitatea

si de caracteristicile apelor tratate. Astfel, pentru cantitati mici de lichid se pot utiliza decantoare discontinue. Cel mai simplu decantor discontinuu este format dintr-un recipient paralelipipedic sau cilindric, in care se introduce suspensia care se lasa un timp, cel puțin egal cu durata necesara sedimentarii ( fig. IV.22 ) Faza lichida este decantata cu un sifon basculant sau prin robinete situate la diferite inaltimi in peretele decantorului, iar sedimentul este evacuat manual.

Desi decantoarele discontinue sunt destul de frecvent utilizate in tabacarii, eficienta separarii acestora, este mai redusa si nu sunt potrivite pentru sedimentarea primara, cand cantitatea de namol este considerabila



Pentru cantitati mari de apa se recomanda utilizarea decantoarelor continue. Pentru debite de lichid mai mici decat  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  se folosesc, de obicei, decantoare cilindr-conice verticale, fara dispozitive interioare de raclare a sedimentului. Peretale conic este inclinat, fata de orizontala, la un

unghi de cel puțin  $60^\circ$ , pentru a permite alunecarea namolului spre racordul de evacuare de la fundul decantorului.

În fig. IV.23 sunt prezentate două variante de decantoare continue verticale [9]. Acestea sunt alcătuite dintr-un recipient cilindric vertical, cu fund conic. La partea superioară, la interior, se află o rigolă circulară în care se colectează, prin deversare, lichidul clar. În zona centrală, la partea superioară, decantorul este prevăzut cu un tub care patrunde sub nivelul lichidului din decantor, prin care se face alimentarea cu suspensie. Acest tub poate avea la partea inferioară un difuzor conic care are rolul de a micșora viteza lichidului alimentat, pentru a se evita turbulența.

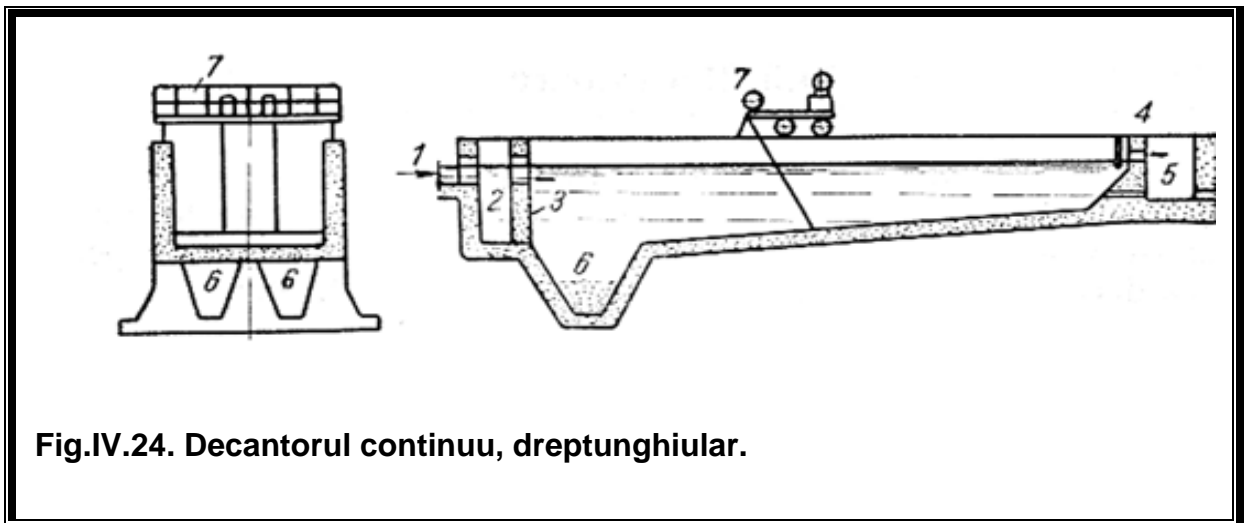
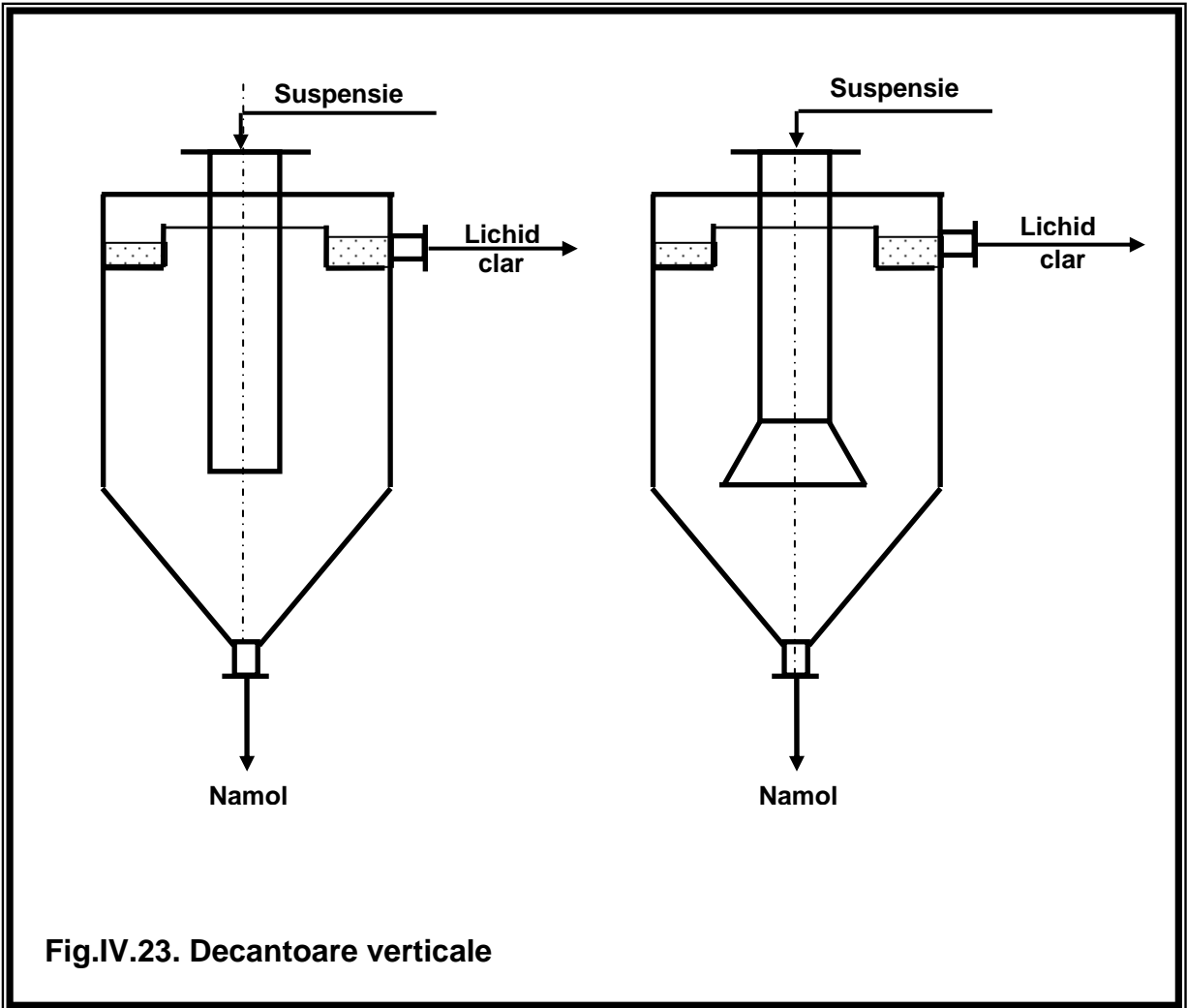
Suspensia, introdusă prin tubul central, ajunge la partea inferioară a decantorului, unde își schimbă sensul de curgere. Faza solidă sedimentează în câmp gravitațional și se acumulează la partea inferioară a decantorului, de unde este evacuată, ca namol, iar lichidul limpezit urcă la partea superioară deversând în jgheabul colector, de unde este evacuat în exterior, prin unul sau mai multe racorduri.

Când sedimentarea este precedată de floclare, agentul de floclare se adaugă la partea superioară a tubului central. Pentru a se asigura un timp de staționare a agentului de floclare, în tubul central, suficient de mare, apă reziduală amestecată cu floclant se introduce în tubul central, prin două brațe cu deschideri tangențiale, care imprimă lichidului o mișcare elicoidală, spre partea inferioară a spațiului de floclare (a tubului central), unde se află un gratar de lemn care are rolul de a suprima mișcarea elicoidală.

Namolul rezultat la partea inferioară are concentrația, în solide, cuprinsă între 40 g/l și 50 g/l.

Pentru debite mai mari decât  $20 \text{ m}^3/\text{h}$ , sedimentarea primară se realizează, în general, în decantoare continue dreptunghiulare orizontale prevăzute cu dispozitive de raclare a sedimentului. Schematic, un astfel de decantor este prezentat în fig. IV.24.

Decantorul dreptunghiular este un bazin paralelipipedic, cu fundul înclinat, prevăzut cu o cameră de distribuție (2), alimentată cu suspensie inițială, prin racordul (1). Trecerea suspensiei din camera de distribuție în camera de sedimentare se face prin deversare peste un baraj (3), cu marginea dintată sau perforată, pentru a se asigura o repartizare cât mai uniformă a apei pe lățimea decantorului. La capatul opus, lichidul limpezit, deversează peste un baraj (4) în camera de colectare (5), de unde





este evacuata in exterior. Fundul bazinului este inclinat avand adincimea maxima spre capatul de alimentare, unde se afla un sant in care se aduna sedimentul, datorita inclinarii fundului si a curatitorului mecanic cu racleta (7). Evacuarea sedimentului se face continuu sau intermitent.

Namolul obtinut la aceste decantoare contine intre 20 – 25 g/l faza solida, pentru un efluent provenit de la faza de egaliza, respectiv, intre 15 – 20 g/l faza solida, daca provine de la un efluent supus la tratamente chimice.

#### IV.2.1.4.1. Viteza de sedimentare.

Din punct de vedere fenomenologic, sedimentarea unor particule solide intr-un lichid, este o curgere in jurul corpurilor imersate ( curgere externa ). Atunci cand concentratia particulelor solide in suspensie este mica, miscarea acestora intr-un fluid stationar, are loc fara ca acestea sa interactioneze intre ele si nu este influentata de miscarea ascendenta a lichidului dezlocuit. Se spune, in acest caz, ca are loc o **sedimentare libera**. Se considera ca sunt asigurate conditii pentru o sedimentare libera, atunci cand distanta dintre doua particule solide este mai mare decat dublul diametrului ei, situatie intalnita in cazul suspensiilor diluate, pentru care continutul de faza solida este mai mic decat 10% vol.

In suspensiile concentrate , particulele vecine interactioneaza. In functie de caracteristicile fazei solide , interactiunile dintre particule, pot determina o **sedimentare franata** sau o **sedimentare in asociatii de tip flocoane**.

In **sedimentarea franata**, particulele solide sedimenteaza in ansamblu formand un nor de particule, independent de marimea lor individuala. Viteza de sedimentare in acest caz, este mai mica decat la sedimentarea libera, deoarece:

- particulele mari se deplaseaza in raport cu o suspensie formata din particule foarte fine, care are viscozitatea si densitatea efectiva, mai mare;
- miscarea ascendenta a fluidului dislocuit de particule, in cursul sedimentarii, este apreciabila la suspensii concentrate, ceea ce

determina scaderea vitezei de sedimentare ( scade viteza relativa intre solid si fluid );

- gradientii de viteza in fluid, in apropierea particulelor sunt mai mari ( ca urmare a scaderii ariei sectiunii de curgere ) ceea ce face ca frecarea dintre particule si fluid sa fie mai mare

Cand particulele solide, in urma interactiunilor, formeaza flocoane, de compactitate diferita , acestea vor sedimenta mai repede decat norii de particule, intalniti la sedimentarea franata.

O marime importanta pentru caracterizarea sedimentarii si pentru proiectarea tehnologica a decantoarelor, este **viteza de sedimentare**. Deoarece fenomenele ce au loc in timpul sedimentarii depind de concentratia suspensiei, se vor prezenta, distinct, relatiile de calcul ale vitezei de sedimentare in suspensiile diluate si in suspensiile concentrate.

#### IV.2.1.4.1.1. Viteza de sedimentare libera

Pentru deducerea expresiei vitezei de sedimentare libera, se considera o particula solida, de o forma oarecare, avand densitatea,  $\rho_D$ , imersata in lichid ( faza continua ) de densitate,  $\rho_c$ , si viscozitate,  $\eta$ . Asupra particulei actioneaza forta exterioara,  $F_e$ , forta de plutire,  $F_p$ , si forta de rezistenta,  $F_r$ , care se opune deplasarii particulei ( fig. IV.25 ).

In suspensii, densitatea fazei discontinue ( a particulelor solide ) este mai mare decat densitatea lichidului. In aceste conditii :

$F_e > F_p$  si particula se va deplasa in directia de actiune a fortei exterioare. Forta exterioara poate fi forta gravitationala ( la sedimentarea in decantoare ) sau forta centrifuga ( la sedimentarea in centrifuge ).

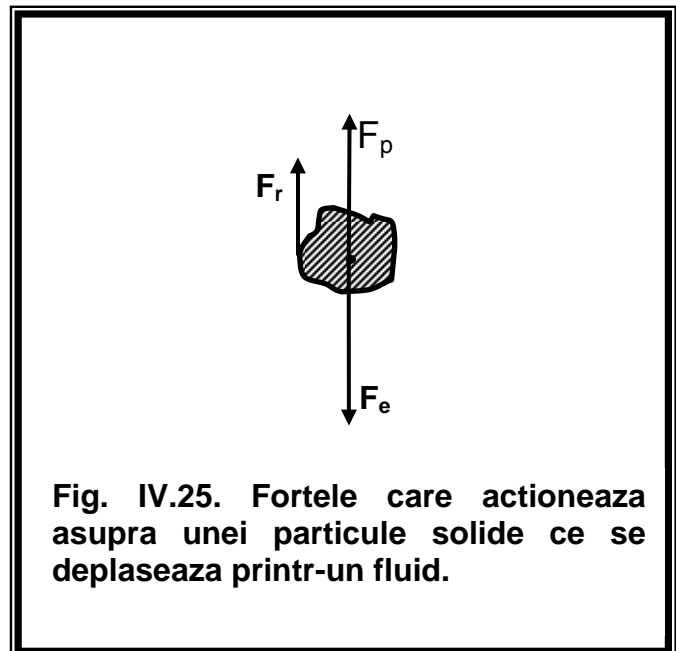


Fig. IV.25. Fortele care actioneaza asupra unei particule solide ce se deplaseaza printr-un fluid.

Forța rezultantă care acționează asupra particulei este dată de relația:

$$F_e - F_p - F_r = m \frac{dv}{dt} \quad (IV.21)$$

în care  $dv/dt$  este accelerația determinată de forța rezultantă, iar  $m$ , este masa particulei.

Forța exterioară se exprimă prin relația:

$$F_e = ma \quad (IV.22)$$

Iar forța de plutire este dată de relația:

$$F_p = \frac{m}{\rho_D} \rho_c a \quad (IV.23)$$

În relațiile ( IV.22 ) și ( IV.23 ),  $a$ , reprezintă accelerația forței exterioare

(  $a = g$ , în câmp gravitațional, respectiv  $a = \omega^2 R$ , în câmp de forțe centrifuge).

Forța de rezistență la curgerea în jurul corpurilor imersate se exprimă prin relația:

$$F_r = \xi A \frac{\rho_c v^2}{2} \quad (IV.24)$$

în care:  $\xi$ , este coeficientul de rezistență iar  $A$ , este aria proiecției particulei pe un plan perpendicular pe direcția de deplasare a particulei. Înlocuind expresiile forțelor în relația ( IV.21 ), rezultă:

$$m \left( \frac{\rho_D - \rho_c}{\rho_D} \right) a - \xi A \frac{\rho_c v^2}{2} = m \frac{dv}{dt} \quad (IV.25)$$

Dacă particula cade liber într-un lichid staționar, viteza de depunere crește continuu până atinge valoarea la care forța de rezistență ( care crește cu pătratul vitezei ) egalează rezultanta dată de forța exterioară și de

forța de plutire. Din momentul în care rezultanta forțelor este nulă, viteza particulei devine constantă și se numește **viteza de sedimentare liberă** ( viteza terminală sau viteza de plutire ), deoarece dacă  $dv/dt = 0$ , atunci  $v = v_0 = \text{constant}$ . Prin urmare, la atingerea echilibrului forțelor, relația ( IV.25), devine;

$$m \left( \frac{\rho_D - \rho_c}{\rho_D} \right) a = \xi A \frac{\rho_c v_0^2}{2} \quad ( IV.26 )$$

de unde:

$$v_0 = \sqrt{\frac{2m(\rho_D - \rho_c)a}{\rho_D A \xi \rho_c}} \quad ( IV.27 )$$

Dacă forța exterioară este forța gravitațională,  $a = g$ , iar dacă forța exterioară este forța centrifugă,  $a = \omega^2 R$  ( unde,  $\omega = 2\pi n$ , este viteza unghiulară iar  $R$ , este raza de rotație ). Forma generală a relației ( IV.27 ) se obține utilizând factorul de separare,  $k$ , definit ca raport între forța centrifugă și forța gravitațională:

$$k = \frac{F_c}{F_g} = \frac{m\omega^2 R}{mg} = \frac{\omega^2 R}{g} \quad ( IV.28 )$$

sau:  $\omega^2 R = kg$ , iar expresia vitezei de sedimentare, în câmp de forțe centrifuge devine:

$$v_0 = \sqrt{\frac{2m(\rho_D - \rho_c)kg}{\rho_D A \xi \rho_c}} \quad ( IV.28 )$$

Relația ( IV.29 ) se poate aplica și pentru sedimentarea în câmp gravitațional, atunci când se ia  $k = 1$ .

Pentru particule sferice cu diametrul  $d$ , pentru care:

$$\frac{2m}{\rho_D A} = \frac{2 \frac{\pi d^3}{6}}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4}{3} d \quad ( IV.30 )$$

expresia vitezei de sedimentare liberă, devine:

$$v_o = \sqrt{\frac{4d(\rho_D - \rho_c)kg}{3\xi\rho_c}} \quad (IV.31)$$

Coeficientul de rezistenta,  $\xi$ , din relatia ( IV.31 ), depinde de regimul de curgere, caracterizat prin valoarea criteriului Reynolds:

$$Re = \frac{\rho_c v_o d}{\eta} \quad (IV.32)$$

Dependenta  $\xi = f(Re)$ , la curgerea in jurul corpurilor imersate, se schimba in doua valori critice ale lui Reynolds, care delimiteaza trei domenii ( regimuri ) de sedimentare [8,9,12].

- **domeniul Stokes**, pentru:  $Re \leq 2$ , care:

$$\xi = \frac{24}{Re} \quad (IV.33)$$

- **domeniul Allen**, pentru;  $2 < Re < 500$ , in care:

$$\xi = \frac{18,5}{Re^{0,6}} \quad (IV.34)$$

- **domeniul Newton**, pentru:  $Re \geq 500$ , in care:

$$\xi = 0,44 \quad (IV.35)$$

Relatiile ( IV.33 – IV.35 ) sunt valabile pentru sferice netede. Inlocuind expresiile coeficientului de rezistenta, in relatia ( IV.31 ), se obtine:

- pentru domeniul Stokes:

$$v_o = \frac{d^2(\rho_D - \rho_c)kg}{18\eta} \quad (IV.36)$$

- pentru domeniul Allen:

$$v_o = \frac{0,1528d^{1,14}(\rho_D - \rho_c)^{0,72}(kg)^{0,72}}{\rho_c^{0,29}\eta^{0,43}} \quad (IV.37)$$

- pentru domeniul Newton:

$$v_o = 1,74 \sqrt{\frac{d(\rho_D - \rho_c)kg}{\rho_c}} \quad (IV.38)$$

Pentru alegerea relatiei adecvate, pentru viteza de sedimentare, trebuie cunoscuta valoarea criteriului Reynolds, care la randul sau se calculeaza in functie de viteza de sedimentare. In aceasta situatie probleme se rezolva prin incercari: se adopta un regim de sedimentare, dupa care se calculeaza viteza de sedimentare, cu relatia corespunzatoare domeniului adoptat. Cu viteza de sedimentare astfel determinata, se calculeaza criteriul Reynolds, pentru a verifica daca domeniul de sedimentare a fost bine ales.

Pentru a se evita calculul prin incercari se pot utiliza relatiile intre criteriile Reynolds si Arhimede. Aceste dependente se stabilesc pornind de la expresia vitezei de sedimentare, data de relatia ( IV.31 ), care prin ridicare la patrat, devine:

$$v_o^2 = \frac{4d(\rho_D - \rho_c)kg}{3\xi\rho_c} \quad (IV.39)$$

Dar viteza,  $v_o$ , se poate exprima si in functie de Reynolds:

$$v_o = \frac{\eta Re}{\rho_c d} \quad (IV.40)$$

Prin inlocuirea relatiei ( IV.40 ) in relatia ( IV.39 ), se obtine;

$$\xi Re^2 = \frac{4}{3} k \frac{d^3(\rho_D - \rho_c)\rho_c g}{\eta^2} = \frac{4}{3} k Ar \quad (IV.41)$$

in care grupul:  $Ar = \frac{d^3(\rho_D - \rho_c)\rho_c g}{\eta^2} \quad (IV.42)$

este **criteriul Arhimede**.

Daca sedimentarea are loc in camp gravitational,  $k = 1$ , si relatia ( IV.41 ) devine:

$$\xi Re^2 = \frac{4}{3} Ar \quad (IV.43)$$

Deoarece criteriul Arhimede nu depinde de viteza de sedimentare, valoarea acestuia se poate utiliza pentru stabilirea domeniului de sedimentare. Valorile critice ale lui Arhimede, pentru care se schimba regimul de sedimentare, se calculeaza cu relatia ( IV.43 ), astfel:

- pentru:  $Re = 2$ ,  $\xi = 24/2$ , si deci  $Ar = 36$ ;
- pentru:  $Re = 500$ ,  $\xi = 0,44$ , iar  $Ar = 84000$ .

Prin urmare cele trei domenii de sedimentare corespund la urmatoarele valori ale criteriului Arhimede:

- **domeniul lui Stokes**, pentru:  $Ar \leq 36$ ;
- **domeniul Allen**, pentru:  $36 < Ar < 84000$ ;
- **domeniul Newton**, pentru:  $Ar \geq 84000$

In **domeniul Stokes**,  $\xi = 24/Re$  si din relatia ( IV.43 ), rezulta:

$$Re = \frac{Ar}{18} \quad ( IV.44 )$$

In **domeniul Allen**,  $\xi = 18,5/Re^{0,6}$ , pentru care, din relatia ( IV.43 ), rezulta:

$$Re = \left( \frac{Ar}{13,9} \right)^{1/1,4} \quad ( IV.45 )$$

In **domeniul Newton**,  $\xi = 0,44$ , si deci:

$$Re = 1,71\sqrt{Ar} \quad ( IV. 46 )$$

Pentru particule de forma nesferica, viteza de sedimentare se poate calcula utilizand relatia ( IV.43 ) in care, insa, criteriul Reynolds se inmulteste cu un factor de forma,  $k_f$ , ( a carui valoare este data in tabelul IV.7 ), iar diametrul particulelor se inlocuete cu diametrul echivalent. Prin urmare, utilizand formula:

$$\xi(k_f Re)^2 = \frac{4}{3} Ar \quad ( IV.47 )$$

se poate stabili relatia dintre  $Re$  si  $Ar$ , pentru fiecare domeniu de sedimentare.

Tot pentru calculul vitezei de sedimentare ale particulelor de diverse forme, se pot utiliza si corelatiile grafice dintre criteriile Arhimede si Liascenko, stabilite prin determinari experimentale si prezentate in literatura de specialitate [13]. Aceste relatii se pot utiliza si pentru a calcula diametrul unor particule care sedimenteaza cu o viteza impusa. Criteriul Liascenko se calculeaza cu relatia;

$$Li = \frac{Re^3}{Ar} = \frac{v_0^3 \rho_c^2}{\eta(\rho_D - \rho_c)g} \quad (IV.48)$$

Relatiile grafice dintre Liascenko si Arhimede sunt prezentate in fig. IV.26

Tabelul IV.7. Valorile factorului de forma

Forma particulei	$K_f$
sferica	1
rotunjita	0,77
unghiulara	0.66
alungita	0,58
lamelara	0,43

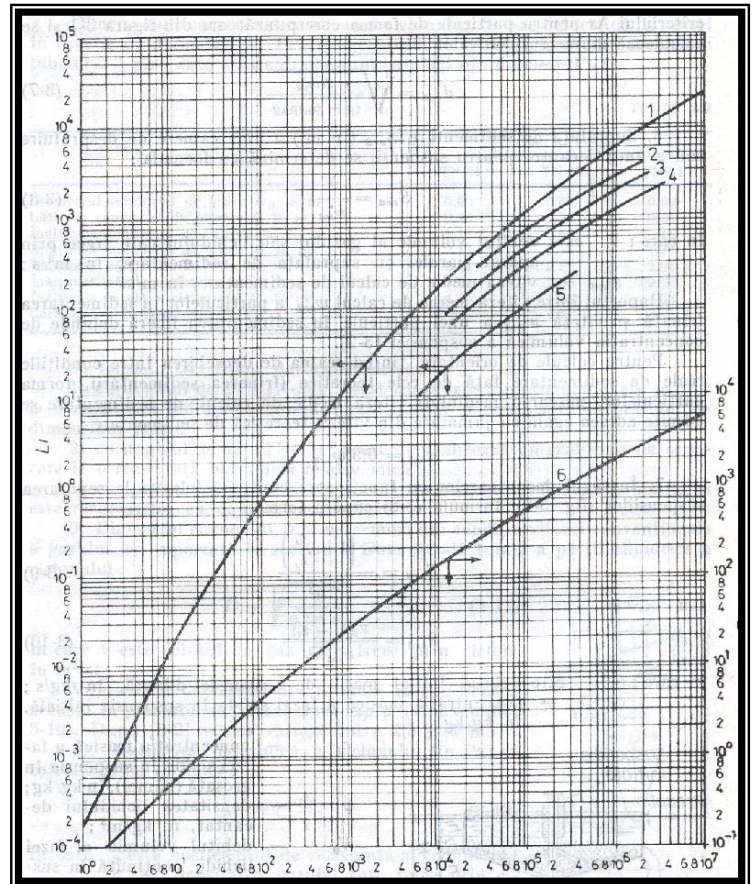


Fig IV.26. Relatia dintre Li, Ar si Re.

Utilizarea acestor grafice se face astfel; Cunoscand diametrul sau diametrul echivalent ( pentru particule nesferice ) se calculeaza criteriul Arhimede, in functie de care se determina, din curba corespunzatoare formei particulei, valoarea lui Liascenko, din care, in final, se calculeaza viteza de sedimentare.

Pentru calculul diametrului particulelor care sedimenteaza cu o viteza impusa, se calculeaza criteriul Liascenko si din graficul din fig, IV.26, se



determina, pentru forma data a particulelor, valoarea criteriului Arhimede, din care se calculeaza, in final, diametrul echivalent al particulelor.

#### IV.2.1.4.1.2. Viteza de sedimentare in suspensii concentrate.

In suspensiile concentrate miscarea particulelor solide este influentata de prezenta celorlalte particule, au loc ciocniri intre particule, se creaza un flux ascendent de lichid, in sens contrar celui de deplasare a particulelor iar gradientii de viteza sunt mai mari. In aceste conditii se poate lua in considerare o viteza de sedimentare in raport cu peretii decantorului, denumita **viteza aparenta** si o viteza de sedimentare in raport cu lichidul, denumita **viteza relativa**.

Viteza de sedimentare in suspensiile concentrate este mai mica decat viteza de sedimentare libera, adica sedimentarea este **franata**. Scaderea vitezei de sedimentare, in acest caz, poate fi exprimata, conventional, in functie de "**fractia de goluri**",  $\varepsilon$ , a suspensiei, definita prin relatia:

$$\varepsilon = \frac{\text{volumul de lichid clar}}{\text{volumul de suspensie}} = \frac{V_s - V_p}{V_s} \quad (\text{IV.49})$$

in care:  $V_s$ , este volumul suspensiei iar,  $V_p$ , este volumul particulelor solide. Tinand cont de modul de definire a fractiei de goluri, este evident ca aceasta marime este dependenta de concentratia fazei solide in suspensie.

Daca se considera sedimentarea unor particule uniforme, intr-un lichid de densitate,  $\rho_c$ , si viscozitatea,  $\eta$ , viteza reala de sedimentare franata,  $v_{of}$ , va fi

$$v_{of} = \varepsilon v_o \quad (\text{IV.50})$$

in care:  $v_o$  este viteza de sedimentare a particulelor, raportata la lichid.

Variatia concentratiei suspensiei influenteaza atat densitatea suspensiei,  $\rho_s$ , cat si vascozitatea suspensiei,  $\eta_s$ . Se considera ca vascozitatea suspensiei se poate exprima printr-o relatie de tipul:

$$\frac{\eta}{\eta_s} = f(\varepsilon) \quad (IV.51)$$

Viteza de sedimentare, raportata la lichid se exprima tot cu relatia ( IV.31 ), in care insa densitatea fazei continue,  $\rho_c$ , este inlocuita cu densitatea suspensiei,  $\rho_s$ , adica:

$$v_o = \sqrt{\frac{4d(\rho_d - \rho_s)g}{3\xi\rho_s}} \quad (IV.52)$$

**Observatie:** se considera sedimentarea in camp gravitational, deci  $k=1$ .

Dependenta:  $\xi = f(Re)$  se poate exprima prin relatia generala:

$$\xi = \frac{a}{Re^b} \quad (IV.53)$$

in care criteriul Reynolds se calculeaza cu relatia:

$$Re = \frac{\rho_s v_o d}{\eta_s} \quad (IV.54)$$

sau, tinand cont de relatia ( IV.51 ):

$$Re = \frac{d\rho_s v_o f(\varepsilon)}{\eta} \quad (IV.55)$$

Prin urmare;

$$\xi = \frac{a\eta^b}{[d\rho_s v_o f(\varepsilon)]^b} \quad (IV.56)$$

Inlocuind expresia lui  $\xi$ , data de relatia (IV.56), in relatia ( IV.52 ), dupa efectuarea calculelor, se obtine:

$$v_o = \left\{ \frac{4d^{1+b}(\rho_D - \rho_s)[f(\varepsilon)]^b g}{3a\eta^b \rho_s^{1-b}} \right\}^{\frac{1}{2-b}} \quad (IV.57)$$

Tinand cont de relatia ( IV.50 ), viteza de sedimentare franata, se exprima prin relatia:

$$v_{of} = \left\{ \frac{4d^{1+b}\varepsilon^{2-b}(\rho_D - \rho_s)[f(\varepsilon)]^b g}{3a\eta^b \rho_s^{1-b}} \right\}^{\frac{1}{2-b}} \quad (IV.58)$$

Pentru sedimentarea in domeniul Stokes (  $Re < 2$  ),  $a = 24$ , iar  $b = 1$ , si relatia ( IV.58 ), devine:

$$v_{of} = \frac{d^2(\rho_D - \rho_s)g\varepsilon f(\varepsilon)}{18\eta} \quad (IV.59)$$

Datele experimentale obtinute de Steinour ( citat dupa [8] ), obtinute la sedimentarea in domeniul laminar a unor particule fine si uniforme, au permis stabilirea urmatoarei corelatii:

$$f(\varepsilon) = \varepsilon \cdot 10^{-1,82(1-\varepsilon)} \quad (IV.60)$$

Pentru suspensii grosiere, cand diametrul particulelor,  $d > 50 \mu m$ , se recomanda relatia [8];

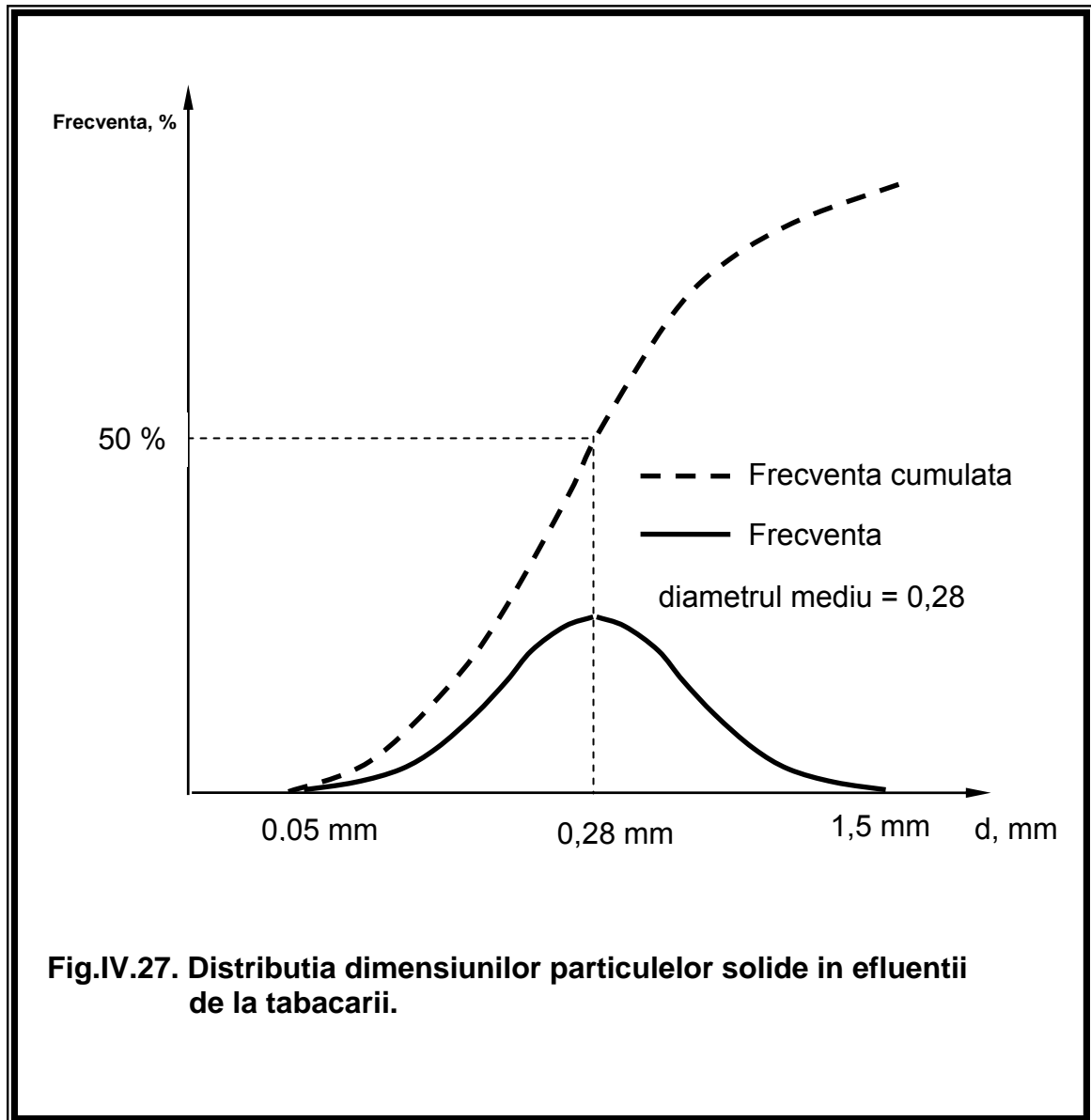
$$v_{of} = v_o \varepsilon^n \quad (IV.61)$$

in care, exponentul,  $n$ , are valoarea  $n = 4,6$ , la sedimentarea particulelor sferice, in apa, pentru  $Re < 2$ , respectiv,  $n = 2,4$ , pentru  $Re > 500$ . Pentru domeniul  $2 < Re < 500$ ,  $n$ , este functie de criteriul Reynolds.

Pentru calculul vitezei de sedimentare trebuie cunoscut diametrul particulelor,  $d$ . Daca nu se dispune de valori masurate prin tehnica microscopica, se pot utiliza reprezentarile din fig.IV.27, care dau distributia dimensiunilor particulelor solide, in efluentii rezultati la tabacarii [1].

Diferentele mari intre comportarea diferitelor suspensii concentrate, complexitatea fenomenelor care au loc in timpul sedimentarii, impun utilizarea relatiilor prezentate anterior, cu mare atentie si numai in conditiile

precizate. Din acest motiv se recomanda determinarea experimentală a vitezei de sedimentare, pentru sistemul eterogen considerat. În acest scop, se trasează din determinări experimentale, curba de sedimentare, care reprezintă prin variația înălțimii stratului de suspensie dintr-un cilindru



în funcție de timp, sau variația înălțimii interfeței dintre lichidul clar și suspensie, în funcție de durata de sedimentare.

La sedimentarea unor suspensii in cilindrii cu inaltimea relativ mare, se observa ca, in functie de caracteristicile suspensiei, pe inaltimea cilindrului pot exista mai multe zone ( fig.IV.28 )

- zona **A**, la partea superioara, formata din lichid clar;
- zona **B**, formata dintr-un strat de suspensie de concentratie uniforma, egala cu concentratia suspensiei initiale;
- zona **C**, formata dintr-un strat de suspensie cu concentratie variabila;
- zona **D**, formata din stratul de sediment, de la baza cilindrului.

Grosimea straturilor **A** si **D** creste cu durata sedimentarii iar grosimea straturilor **B** si **C** scade in timpul sedimentarii, astfel incat

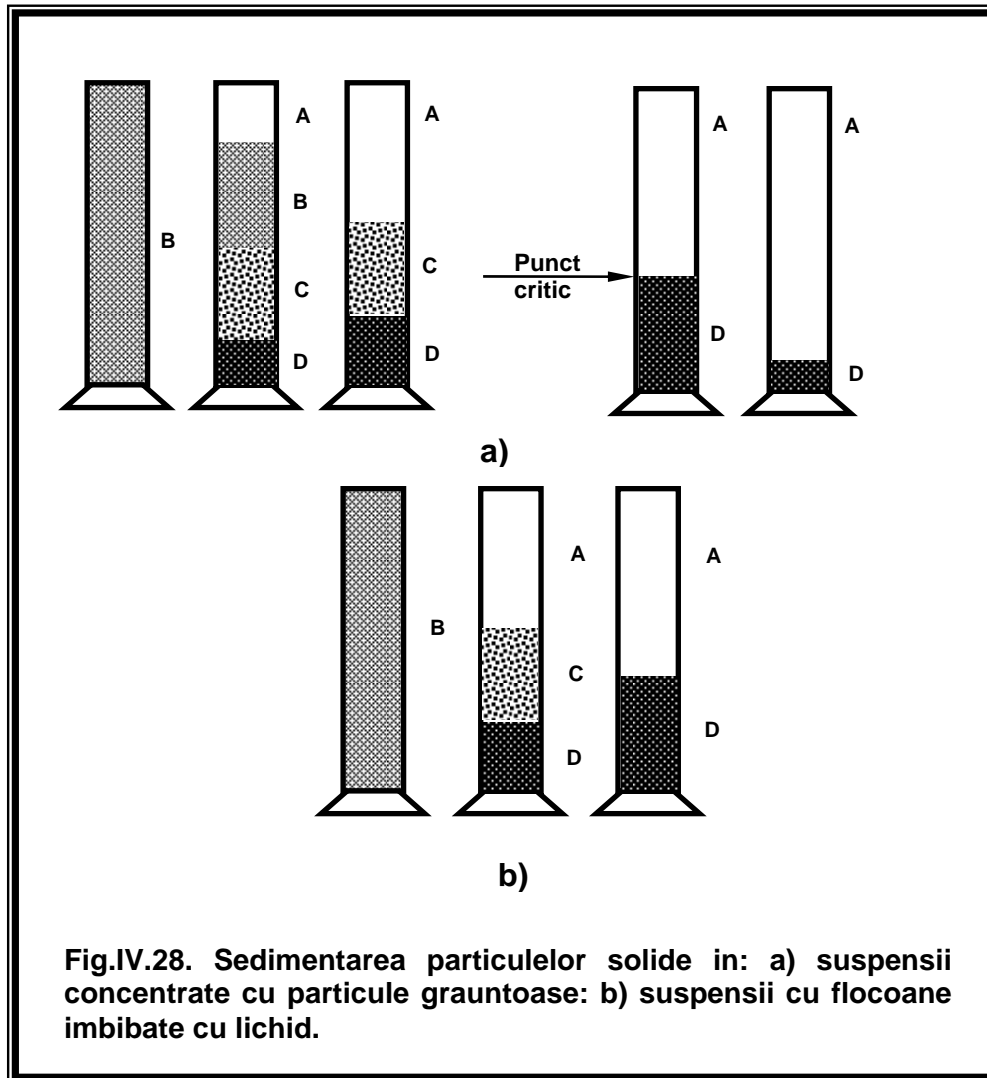


Fig.IV.28. Sedimentarea particulelor solide in: a) suspensii concentrate cu particule grauntoase: b) suspensii cu flocoane imbibate cu lichid.

la sfarsitul sedimentarii raman numai primul si ultimul strat..

O suspensie concentrata cu particule grauntoase, sedimenteaza avand initial o perioada scurta de accelerare, apoi cu viteza constanta pana la disparitia stratului **B**, cand stratul de lichid atinge stratul **C**, in care concentratia este variabila. Din acest moment sedimentarea are loc cu viteza descrescatoare, pana se atinge asa numitul **punct critic** al sedimentarii, cand stratul **A** atinge stratul **D** ( fig.IV.28,a ). Dupa atingerea punctului critic, sedimentarea determina compactizarea sedimentului din zona **D**, cand se considera ca lichidul curge printr-un strat fix, cu permeabilitate descrescatoare.

Intr-o suspensie concentrata negrauntoasa, cu flocoane imbimate cu lichid ( cazul cel mai frecvent intalnit la tratarea chimica si biologica a efluentilor de la tabacarii ), in care particulele se asociaza si se influenteaza reciproc, viteza de sedimentare descreste continuu, pe toata durata sedimentarii, zona **C**, extinzandu-se intre straturile **A** si **D**, (fig.IV.28, b ).

Viteza de sedimentare se determina experimental, cu suspensii in tuburi transparente, masurand la diversi timpi, inaltimea stratului de suspensie,  $H_s$ . Viteza de sedimentare, la un moment dat, se calculeaza ca raport intre inaltimea stratului de suspensie si durata de sedimentarii. Inaltimea curenta a stratului de suspensie, este data de relatia:

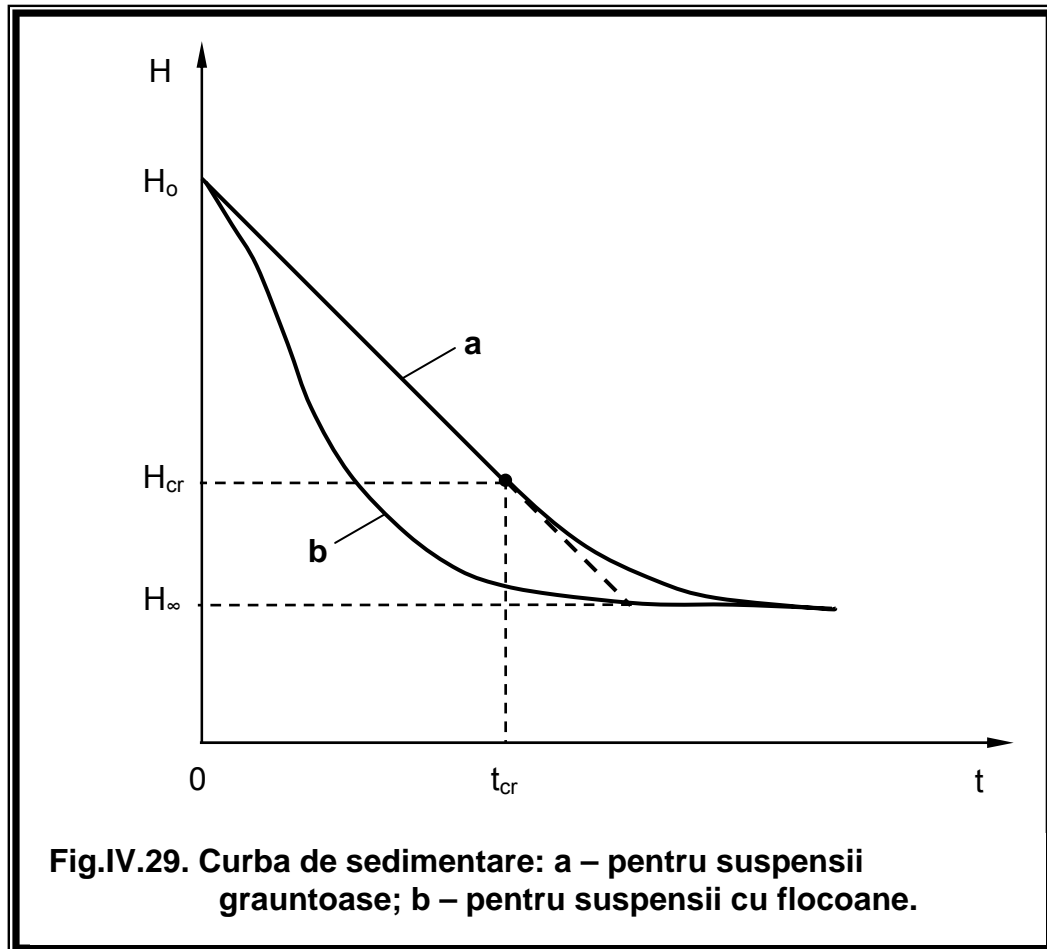
$$H_s = H_o - (H_{lc} + H_{sed}) \quad ( IV.62 )$$

in care:  $H_o$ , este inaltimea initiala a suspensiei in cilindru,  $H_{lc}$ , este inaltimea stratului de lichid clar, la momentul considerat, iar  $H_{sed}$ , este inaltimea stratului de sediment.

Pentru proiectarea si operarea utilajelor de sedimentare a suspensiilor concentrate, se stabileste, in laborator, curba de sedimentare, data de variatia  $H$ , a interfetei lichidului clar cu suspensia, in functie de durata de sedimentare. Alura acestei curbe depinde de comportarea suspensiei. In fig.IV.29 se prezinta curbele de sedimentare, pentru doua comportari diferite ale suspensiilor.

Pentru suspensiile grauntoase, variatia in timp a inaltimei,  $H$ , este la inceput liniara, ceea ce indica o viteza de sedimentare constanta, pana la  $H = H_{cr}$ , dupa care viteza de sedimentare scade. Dinpotrieva, pentru suspensiile cu flocoane, viteza de sedimentare descreste continuu, incepand cu momentul initial al sedimentarii.

O marime importanta, pentru dimensionarea decantoarelor continue, este  **timpul de retinere** ,  $\theta$ , care reprezinta timpul necesar concentratiei suspensiei sa treaca de la valoarea critica ( cand toate particulele solide sunt in zona de compresie ), la o valoare dorita. Acest timp este utilizat



pentru calculul inaltimii zonei de compresie a namolului in decantor, care se utilizeaza la calculul inaltimii totale a decantorului ( vezi paragraful IV.2.1.4.2. ).

Concentratia sedimentului dintr-un decantor continuu depinde de inaltimea zonei de compresie sau de timpul de retinere ( stationare ) a solidului in aceasta zona. Timpul de retinere pentru atingerea unei concentratii impuse a sedimentului ( care poate fi exprimata, indirect, si prin inaltimea zonei de compresie ) se poate determina experimental, prin sedimentare in tuburi verticale, utilizand o suspensie a carei concentratie initiala este egala cu concentratia critica. In aceste conditii curba de

sedimentare porneste de la punctul critic, ceea ce inseamna ca aceasta reprezinta **curba de compresie**, obtinuta in conditiile in care toate particulele solide au intrat in zona de compresie simultan. Timpul necesar ( in acest experiment de sedimentare discontinua ) pentru ca sedimentul sa treaca de la starea corespunzatoare concentratiei critice la concentratia dorita a sedimentului evacuat dintr-un decantor, poate fi asimilat cu **timpul de retinere** al solidului, intr-un decantor continuu. Aceasta presupune ca sedimentul de la baza unui decantor continuu are, in orice moment, concentratia medie a zonei de compresie, din experimentul de sedimentare discontinua, corespunzatoare la un timp egal cu timpul de retinere a solidului intr-un decantor continuu. Altfel zis, concentratia sedimentului la baza decantorului continuu ( egala cu cea a sedimentului evacuat din decantor ) depinde numai de durata de stationare a solidului in zona de compresie.

Daca se urmareste variatia in timp a inaltimii zonei de compresie, alura curbei de compresie indica o descrestere a vitezei de sedimentare. Variatia in timp a inaltimii zonei de compresie, poate fi exprimata prin relatia [14]:

$$-\frac{dH}{dt} = k(H - H_{\infty}) \quad ( IV.63 )$$

in care: **H**, este inaltimea zonei de compresie la timpul **t**, **H<sub>∞</sub>**, este inaltimea zonei de compresie la timp infinit, iar **k**, este o constanta specifica fiecarei suspensii.

Ecuatia diferentiala ( IV.63 ) se integreaza intre limitele:

$$-\int_{H_c}^H \frac{dH}{H - H_{\infty}} = k \int_0^t dt \quad ( IV.64 )$$

obtinandu-se:

$$\ln \frac{H - H_{\infty}}{H_c - H_{\infty}} = -kt \quad ( IV.65 )$$

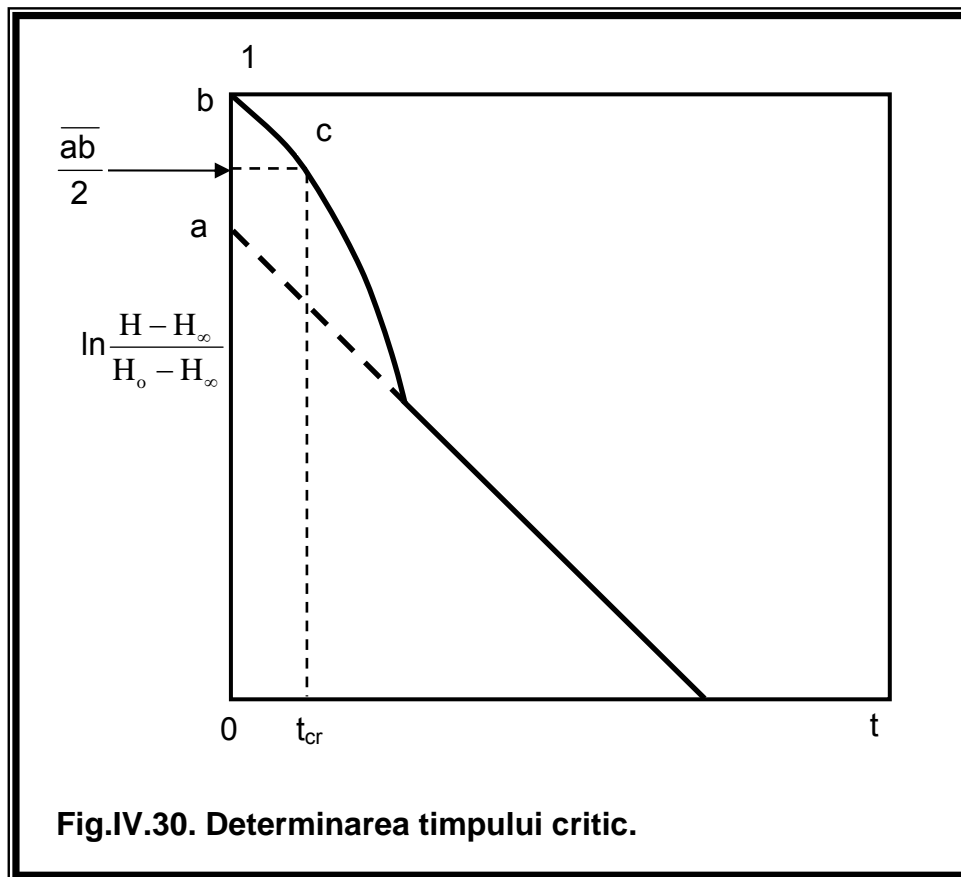
in care, **H<sub>c</sub>**, este inaltimea zonei de compresie, la concentratia critica. Constanta, **k**, este egala cu panta reprezentarii:  $\ln \frac{H - H_{\infty}}{H_o - H_{\infty}} = f(t)$  si poate fi



obtinuta grafic, sau prin corelarea analitica a datelor experimentale, prin metoda celor mai mici patrate.

Daca experimentarile de sedimentare discontinua, in tuburi verticale, se efectueaza cu suspensii a caror concentratie initiala este mai mica decat concentratia critica, in timpul sedimentarii se formeaza zona de compresie si la timpul corespunzator punctului critic ( cand zona de lichid clar atinge zona sedimentului ), concentratia medie a zonei de compresie va fi mai mare decat concentratia critica, deoarece aceasta zona este formata din straturi care au fost supuse compresiei, inainte de atingerea punctului critic.

Pentru a obtine timpul necesar trecerii de la concentratia critica la o concentratie dorita a sedimentului evacuat din decantor, se traseaza, in coordonate semilogaritmice, variatia raportului  $(H-H_{\infty})/(H_0-H_{\infty})$ , in functie de



timpul,  $t$  ( fig.IV.30 ), in care,  $H_0$ , este inaltimea initiala suspensiei.

Se extrapoleaza portiunea dreapta ( curba de compresie ) pana la timpul,  $t=0$ , dupa care se duce o paralela la abscisa, la jumatatea segmentului  $\overline{ab}$ , pana la curba de sedimentare. Abscisa punctului,  $c$ , reprezinta timpul critic,  $t_{cr}$ , la care toate particulele solide au intrat in zona de compresie.

$$\theta = t - t_{cr} \quad ( IV.66 )$$

in care:  $t$ , este timpul la care sedimentul atinge concentratia impusa sau timpul la care zona de compresie atinge inaltimea impusa,  $H$ . Prin urmare, daca se impune  $H$ , timpul,  $t$ , se calculeaza din relatia ( IV.65 ) sau se determina din grafice de tipul celor prezentate in fig.IV.30 ( trasate din date experimentale ).

Pentru suspensiile rezultate in urma tratamentelor fizico-chimice si biologice a efluentilor de la tabacarii, pentru proiectarea decantoarelor se pot utiliza si datele experimentale obtinute prin determinari efectuate intr-un interval mare de timp, in instalatii de epurare care au tratat astfel de ape. Tinand cont ca viteza de sedimentare, in decantoarele continue, este data de raportul dintre debitul volumic de lichid clar,  $M_{v,c}$  si suprafata decantorului,  $A$ :

$$v_o = \frac{M_{v,c}}{A} \quad ( IV.67 )$$

literatura de specialitate [1], prezinta corelatii empirice, intre concentratia suspensiei initiale si concentratia sedimentului, in functie de raportul  $M_{v,c}/A$ , denumit si **debit specific ascendent** sau **viteza ascensionala** ( exprimata in  $m^3/m^2h$  ). Concentratia initiala a suspensiei este exprimata prin  $(CBO_5)_{initial}$ , iar cea finala, este exprimata indirect, prin  $(CBO_5)_{eliminat}$  din apa, in urma sedimentarii unei parti din particulele solide din suspensie. Relatiile dintre aceste marimi, pentru cateva valori ale debitului specific ascendent ( egal cu viteza de sedimentare ), sunt prezentate in continuare:

$$(CBO_5)_{eliminat} = 0,73(CBO_5)_{initial} - 152 \quad \text{pentru: } v_o=0,3 \text{ m/h} \quad ( IV.68 )$$

$$(\text{CBO}_5)_{\text{eliminat}} = 0,51(\text{CBO}_5)_{\text{initial}} - 96 \quad \text{pentru: } v_o=1,1 \text{ m/h} \quad (\text{IV.69})$$

$$(\text{CBO}_5)_{\text{eliminat}} = 0,45(\text{CBO}_5)_{\text{initial}} - 122 \quad \text{pentru: } v_o=1,3 \text{ m/h} \quad (\text{IV.70})$$

$$(\text{CBO}_5)_{\text{eliminat}} = 0,25(\text{CBO}_5)_{\text{initial}} - 18 \quad \text{pentru: } v_o=1,55 \text{ m/h} \quad (\text{IV.71})$$

In relatiile ( IV.68 – IV.71 ),  $\text{CBO}_5$ , este exprimat in mg/l. Coeficientul de corelatie, pentru toate ecuatiile, a fost mai mare decat 0,999. ceea ce confera relatiilor prezentate, un grad ridicat de incredere.

In aceleasi teste experimentale s-a masurat si consumul chimic de oxigen ( CCO ), pentru a stabili o relatie intre  $(\text{CCO})_{\text{initial}}$  si  $(\text{CCO})_{\text{eliminat}}$ . Pentru sedimentarea primara s-a stabilit:

$$(\text{CCO})_{\text{eliminat}} = 0,53(\text{CCO})_{\text{initial}} - 180 \quad (\text{IV.72})$$

in care, CCO, este exprimat in mg/l. Relatia ( IV.72 ) este valabila pentru valori ale  $(\text{CCO})_{\text{initial}}$ , cuprinse intre 400 – 3000 mg/l.

Sintetizand rezultatele experimentale, efectuate in statii pilot sau in instalatii de tratare a efluentilor de la tabacariile care prelucreaza piei bovine, a rezultat ca pentru viteze ascensionale cuprinse intre 1 m/h si 1,5 m/h, se elimina:

- de la 80% pana la 85% din solidele in suspensie (SS);
- de la 35% pana la 40% din  $\text{CBO}_5$ ;
- de la 35% pana la 40% din CCO.

#### IV.2.1.4.2. Dimensionarea decantoarelor.

Dimensiunile **decantoarelor discontinue** se stabilesc in functie de volumul de suspensie. Experimental se determina durata sedimentarii pana cand stratul de namol atinge concentratia impusa ( care poate fi exprimata, indirect, si prin inaltimea stratului de namol, inainte de evacuarea lichidului clar ).

Dimensionarea **decantoarelor continue** se face in functie de geometria decantorului.

**a) Dimensionarea decantoarelor dreptunghiulare.**

Daca se noteaza cu, **L**, lungimea decantorului, cu, **I**, latimea decantorului si cu, **H<sub>u</sub>**, adancimea utila a decantorului, latimea decantorului se calculeaza cu relatia:

$$I = \frac{M_{v,c}}{v_{\text{oriz}} H_u} \quad (\text{IV.73})$$

in care: **M<sub>v,c</sub>**, este debitul de lichid clar iar, **v<sub>oriz</sub>**, este viteza orizontala a apei in decantor. Lungimea decantorului, **L**, se calculeaza din relatia:

$$L = \alpha \frac{v_o}{v_{\text{oriz}}} H_t \quad (\text{IV.74})$$

in care:  $\alpha$ , este un factor de corectie cu valoarea cuprinsa intre 1,2 – 1,5, care tine seama de existenta unor curenti de convecție din decantor, iar, **H<sub>t</sub>**, este adancimea decantorului, calculata cu relatia:

$$H_t = H_u + H_n + H_g \quad (\text{IV.75})$$

in care: **H<sub>n</sub>**, este inaltimea stratului de namol, iar **H<sub>g</sub>**, este inaltimea stratului de gheata ( o inaltime de rezerva).

Pentru o buna repartizare a apei in sectiune transversala a decantorului se recomanda ca:  $I < 0,1L$ .

In calculele de proiectare se recomanda, pentru marimile adoptate, urmatoarele valori:  $H_g = 0,3 - 0,5$  m, panta fundului decantorului = 2 – 5%, viteza orizontala a apei, fara adaos de coagulant,  $v_{\text{oriz}} = 1 - 5$  mm/s, viteza orizontala a apei cu adaos de coagulant,  $v_{\text{oriz}} \approx 10$  mm/s.

## b) Dimensionarea decantoarelor circulare.

Pentru aceste decantoare se calculeaza sectiunea decantorului, din relatia:

$$A = \alpha \frac{M_{v,c}}{v_o} \quad ( IV.76 )$$

in care: **A**, este aria sectiunii inelare a decantorului ( cuprinsa intre manta si tubul central ), iar,  $\alpha$ , un coeficient cu valoarea: 1,5 – 1,8, care tine seama de neuniformitatea vitezelor in sectiunea transversala a decantorului. Sectiunea tubului central se determina din conditia ca viteza apei in interiorul tubului, sa fie:  $v_{tc} = 0,025D$ , m/s, in care, **D**, este diametrul interior al decantorului. Raportul dintre diametrul decantorului, si inaltimea partii cilindrice, **H**, se recomanda sa fie mai mic decat 1,5 (  $D/H < 1,5$  ).

### IV.2.2. Tratarea biologica a efluentilor de la tabacarii.

Purificarea biologica a apelor reziduale este determinata de o serie de procese care au ca rezultat eliminarea sau reducerea unor poluanti, ca urmare a **activitatii biologice a unor microorganisme**. Germenii prezenti in efluentii de la tabacarii se dezvoltă in prezenta materialelor organice, pe care le asimileaza, daca sunt asigurate conditiile favorabile activitatii biologice a acestora. Prin urmare, purificarea biologica are efecte, in special, asupra poluantilor organici, fie prin asimilare fie prin efectele de floclare, determinate de desfasurarea reactiilor biochimice.

Procesele biologice, ce determina degradarea moleculelor organice, pot avea loc in conditii **anaerobe** ( in absenta oxigenului ) sau in conditii **aerobe**.

In cazul proceselor biologice anaerobe, substantele organice sunt asimilate, rezultand, in urma metabolizarii, o serie de produse, cum ar fi:  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$ , etc. Rezulta ca in urma unor procese anaerobe se