

CONSIDERAȚII DESPRE DECANTOARELE LAMELARE/TUBULARE PENTRU SEDIMENTAREA MATERIILOR ÎN SUSPENSIE ÎN STAȚIILE DE EPURARE A APELOR UZATE

*doctorand, Vasile VÎRLAN,
profesor universitar, Dumitru UNGUREANU*

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: From theory of decantation of suspended matter is obvious that the depth is one of efficient clearness influence components on dependence of geometric factors. In this proceedings are considered the regimes to flow of liquid and sludge on dependence of inclined plates, process history and theory. It is making recommendation for different construction of classic clarifier, new inclined plates clarifier and the elements of calculus installation.

Introducere. În ultimul timp s-au dezvoltat foarte mult așa numitele decantoare lamelare/tubulare, mai cu seamă în cadrul stațiilor de epurare de capacitate mică și medie, atât pentru sedimentarea primară a materiilor în suspensie, cât și cea secundară. Ele pot fi aplicate atât în calitate de instalații suplimentare la decantoarele convenționale pentru a le ridica eficiența lor, cât și în cadrul stațiilor de epurare noi.

Calitatea lor se deosebește prin suprapunerea a mai multor etaje/nivele de lamele/tuburi pe același plan orizontal, dar pozate înclinat sub un unghi mai mare ca taluzul natural al sedimentelor formate ($45 \div 60^0$), ceea ce permite alunecarea sedimentelor în rezervorul de nămol. Decantoarele lamelare folosesc acest principiu al multiplicării suprafeței de separare apă-nămol prin amplasarea unor pachete/module de lamele (care pot fi plăci paralele sau tuburi). Lamelele sunt dispuse înclinat și pentru că eficiența de limpezire este mai mare, ceea ce a fost demonstrat în 1920 de către medicul Boycott. Apoi în 1975 teoria decantoarelor lamelare a fost interpretată de savantul polonez Novack. Calculul decantoarelor lamelare a fost inițiat de Hazen și Camp prin anii 60 ai veacului trecut.

Descrierea decantoarelor lamelare. Decantorul cu plăci înclinate sau lamelar constă dintr-o serie de plăci plate (planșe) înclinate la un unghi de $45 \div 60^0$ față de orizontală. Apa cu solide intră în pachetul/modulul de plăci și curge între plăci.

Lungimea traseului, distanța dintre plăci și unghiul de înclinare sunt variabilele uzuale și constituie decizia inginerului. Pe măsură ce apa uzată curge între pachetele/modulele de plăci, solidele grele (cu o greutate specifică mai mare decât apa) se vor așeza pe suprafața superioară a plăcii interioare și vor aluneca pe suprafața înclinată pentru a fi colectate în rezervorul de nămol. Apa limpede iese pe la partea superioară a pachetului/modulului și este evacuată, fiind colectată de un unul sau mai multe canale/jgheaburi (fig. 1).

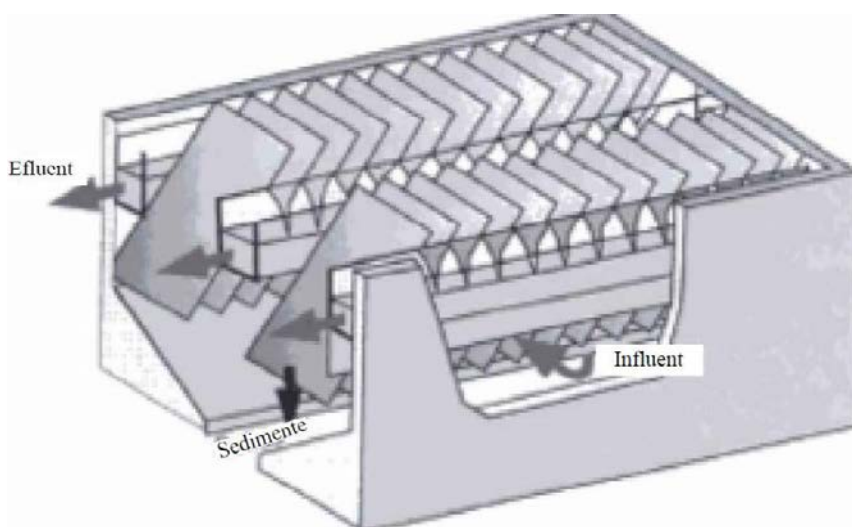


Figura 1. Decantor lamelar în ansamblu

Pachetele/modulele trebuie să fie rigide ca să nu se-ndoaie sub greutatea sedimentului și deaceia ele se confecționează din metal sau PVC, având diferite forme: a) plăci – plate sau ondulate, b) tuburi – circulare (rotunde), pătrate, hexagonale, etc. (vezi fig. 2). Curgerea apei printre pachete poate fi: contracurent, echicurent și transversală. Linia de mișcare a fluxului nămolului întotdeauna este gravitațională. Astfel, metoda constă în montarea în interiorul decantoarelor a elementelor de multiplicare a suprafeței de separare apă-nămol prin amplasarea unor pachete/module de lamele, care pot fi plăci paralele sau tuburi.

Performanța plăcilor lamelare produce așa beneficii ca:

- reducerea substanțială a terenului necesar pentru zona de sedimentare;
- potențialul redus pentru zone moarte și scurtcircuit datorită curgerii laminare;
- potențialul crescut de integrare a nămolului îngroșat.

Explicația este simplă: decantoarele lamelare au un cost mai mic, cu necesitatea de mai puțin spațiu, și au o performanță mai bună decât decantoarele convenționale.

Așadar, în principiu, decantorul lamelar poate fi considerat ca un rezultat al multiplicării aceleiași construcții cu suprafața de separare apă-nămol identică.

Poziția fascicolului lamelar – tuburilor sau plăcilor paralele – creează în zona de sedimentare un mare număr de celule elementare de separare a fazelor, care funcționează independent.

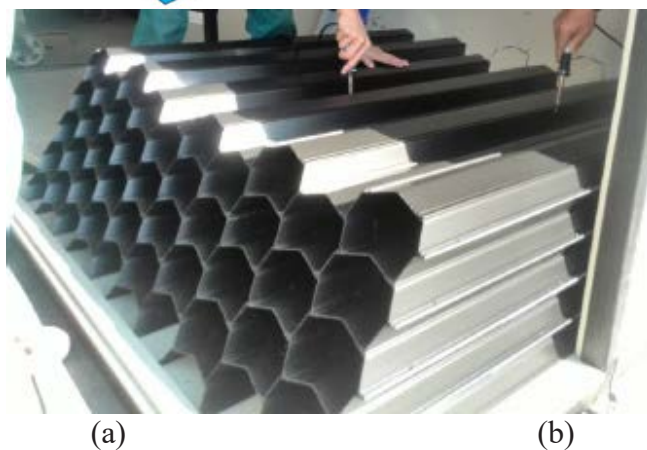
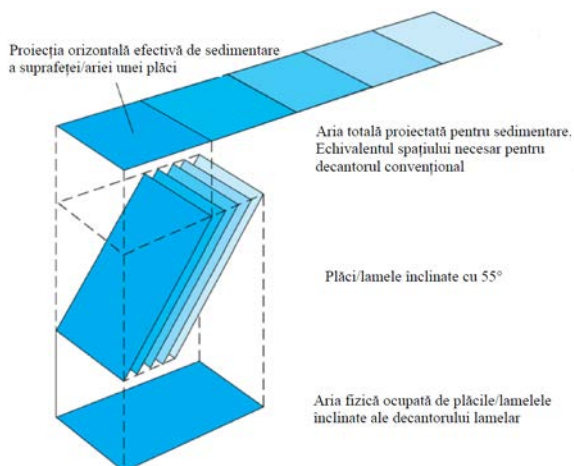


Figura 2. Diferite forme de plăci, a – plate, b - tubulare

Apa uzată brută urcă spre partea superioară, peste lamelele înclinate. În drumul lor viteza particulelor este mai mică decât viteza apei uzate, așa că particulele se depun pe lamele. Apa limpezită se ridică, iar particulele solide coboară.

Sedimentarea în cotracurent vizează un sistem simplu și viabil din punct de vedere hidraulic, fiind modalitatea preferată în utilajele lamelare. Apa uzată brută sau pretrată pentru sedimentarea materiilor în suspensie trece prin pachetul/modulul lamelar, de obicei, pe la partea inferioară în așa fel că să se distribuie uniform pe toată suprafața. Pentru aceasta este prevăzut un sistem de jgeaburi sau țevi perforate distribuitoare, care permite distribuția hidraulică

egalizatoare ascendentă a apei, iar a solidelor grele alunecătoare - spre stratul de nămol (fig. 3).

Apa se ridică printre plăci și este descărcată pe la partea superioară a pachetului, trecând peste laturile triunghiulare deversoare ale jgheburilor colectoare, amplasate deasupra nivelului apei limpezite. Solidele grele alunecă în partea inferioară, în compartimentul de îngroșare a nămolului aflat sub modulul lamelar, și, acumulându-se acolo până la umplere, de unde se evacuează periodic. Nămolul îngroșat este colectat pentru a fi tratat ulterior conform schemei adoptate.

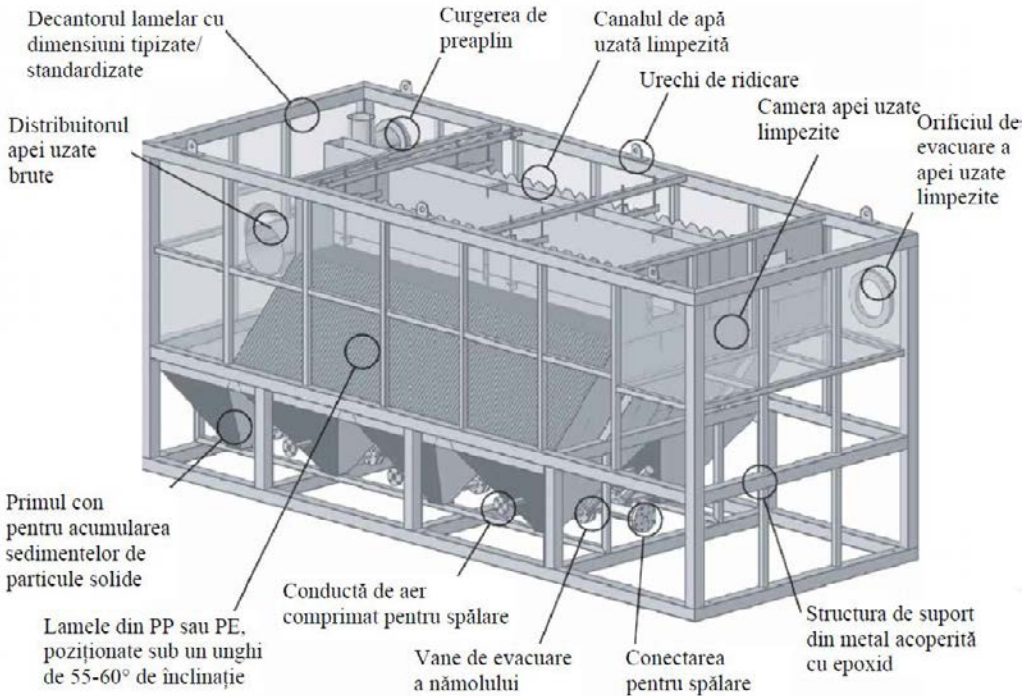


Figura 3. Sistemul de jgheaburi pentru colectarea apei limpezite

Calculul decantoarelor lamelare. Calculul decantoarelor lamelare este bazat pe teoria bazinelor idealizate de sedimentare orizontale longitudinale. Toate particulele care intră în bazinul de sedimentare urmăresc o traiectorie rectilinie, cum este arătat în fig.4. Cele care au traiectoria plasată mai jos de diagonala AC sau EF și nimeresc în zona de acumulare a nămolului și astfel sunt eliminate, iar cele, care au rezultanta mai sus, sunt plecate cu apa limpezită din decantor.

Din asemănarea/similitudinea triunghiurilor ABC și Abd putem scrie relația:

$$V_{sed}/V_{oriz} = H_{util}/L \tag{1}$$

sau pentru decantorul subțire:

$$V_{sed}/V_{oriz} = h/l , \tag{2}$$

unde V_{sed} este viteza de sedimentare a celei mai mici particule solide, care cade în sediment în zona de acumulare, mm/s;

V_{oriz} – viteza orizontală a fluxului de apă uzată, care curge prin decantor, mm/s;

H_{util} , h – înălțimea stratului de apă uzată supusă sedimentării, mm;

L , l – lungimea decantorului orizontal, mm.

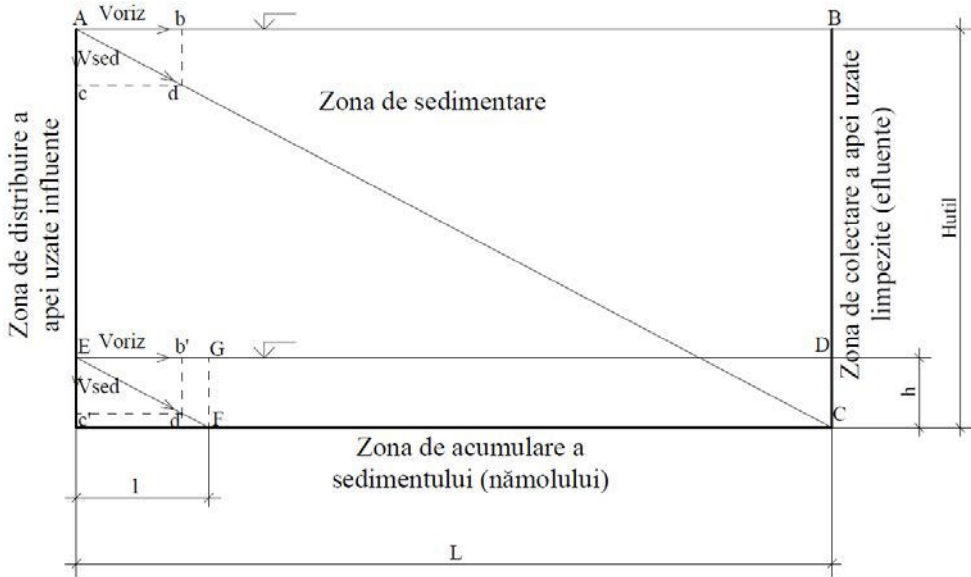


Figura 4. Schema unui decantor orizontal longitudinal idealizat

Din această relație de bază se pot deduce cu ce sunt egale V_{sed} , V_{oriz} , L , l și H_{util} cu h în cazul celorlalți parametri cunoscuți:

$$L = V_{oriz} \cdot H_{util} / V_{sed} \quad (3)$$

$$l = V_{oriz} \cdot h / V_{sed} \quad (4)$$

$$H_{util} = L \cdot V_{sed} / V_{oriz} \quad (5)$$

$$h = l \cdot V_{sed} / V_{oriz} \quad (6)$$

$$V_{sed} = V_{oriz} \cdot H_{util} / L \quad (7)$$

$$V_{sed} = V_{oriz} \cdot h / l \quad (8)$$

Din altă parte, sensul fizic al sedimentării ne permite să scriem următoarea relație:

$$V_{sed} = H_{util} / T_{reținere} = h / t_{reținere} = const \quad (9)$$

Aici se poate introduce noțiunea de încărcare hidraulică a decantorului:

$$V_{sed} = Q_{au} / A_{dec}, \quad (10)$$

unde: Q_{au} este debitul de apă uzată influentă, m^3/h ;

A_{dec} – aria suprafeței orizontale a decantorului, m^2 .

De unde reiese:

$$A_{\text{dec}} = Q_{\text{au}} / V_{\text{sed}}, \text{ iar} \quad (11)$$

$$Q_{\text{au}} = V_{\text{sed}} \cdot A_{\text{dec}}. \quad (12)$$

Descifrând A_{dec} – aria în plan a decantorului, putem scri:

$$A_{\text{dec}} = B \cdot L \quad \text{sau} \quad A_{\square} = B \cdot l, \quad (13)$$

unde: B este lățimea bazinului de decantare, m.

Sau se mai poate scri:

$$Q_{\text{au}} = V_{\text{oriz}} \cdot A_{\text{transversal}} = B \cdot H_{\text{util}}, \quad (14)$$

unde: $A_{\text{transversal}}$ este aria transversală a decantorului, care este egală cu $B \cdot H_{\text{util}}$ din relația de bază se poate înlocui cu (5) în formula (14):

$$Q_{\text{au}} = V_{\text{oriz}} \cdot B \cdot L \cdot V_{\text{sed}} / V_{\text{oriz}} \quad (15)$$

Facem reducerile posibile și obținem aceeași (12) relație.

Din relația $V_{\text{oriz}} = L \cdot V_{\text{sed}} / H_{\text{util}}$ (16) se vede clar că V_{oriz} este invers proporțională cu adâncimea H_{util} a stratului de apă supus sedimentării/limpezirii, ceea ce înseamnă, că, $L = V_{\text{oriz}} \cdot H_{\text{util}} / V_{\text{sed}}$, lungimea bazinului, pentru care se asigură efectul separării, este mai mică cu cât se micșorează înălțimea decantorului. De aceea în locul decantoarelor convenționale s-au ales decantoarele lamelare.

Plăcile orizontale, fiind așezate la o distanță de $5 \div 10$ cm, prin urmare particulele trebuie să se deplaseze pe verticală la această distanță – $5 \div 10$ cm. Plăcile înclinate sunt poziționate sub un unghi de $45 \div 60^{\circ}$ pentru a permite solidelor să alunece pe placă. În acest caz distanța pe care particula trebuie să se deplaseze este verticală.

Deoarece fiecare placă asigură o zonă eficientă de sedimentare egală cu cea a proiecției sale orizontale, factorul plăcilor va crește cu până la 10 ori suprafața eficientă de sedimentare a bazinului. În practică, acest tip de aparate ocupă în jur de $1/6$ din suprafața unui decantor convențional.

Timpul de retenție în aceste aparate constituie 15 min în loc de 1,5 – 2,0 ore la cele convenționale.

Bibliografie:

1. Edeline F. L'épuration physico-chimique des eaux. Theorie et technologie. 4-e edition. CEBEDOC EDITEUR, 1998, pag. 119 – 129.
2. Hydro Quip. Inclined plate clarifiers. LP and LP-Q models. 2019, 4 pages.
3. Păun M. Teză de doctorat “Studii și cercetări privind tehnologiile performante de limpezire în producția de apă potabilă”. București, 2011.
4. Robescu D. ș.a. Tehnici de epurare a apelor uzate. București, 2011.
5. Water and wastewater equipment company. General inclined plate clarifier overview. 2012, 18 pages.
6. Zaczinski M. Rozprawa doktorska “Badania nad zastosowaniem sedymentacji wielostrumieniowej w procesie oczyszczania zawieszin komunalnych”. Krakow, 2010.
7. www.dynamikfiltr.pl/pl_osadnik_lamella_wielostrumieniowy.html.