



A XVI-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2016

DIMENSIONAREA FILTRELOR RAPIDE DE NISIP UTILIZATE LA TRATAREA APEI

Mihaela FLORI, Lucia VÎLCEANU

DIMENSIONING OF RAPID SAND FILTERS USED FOR WATER TREATMENT

In this paper is presented the functioning and the dimensioning procedure of rapid sand filters used in water treatment plants. The dimensioning calculus refers to filter basin, water inflow and draining systems.

Keywords: rapid sand filter, treated water, dimensioning
Cuvinte cheie: filtru rapid de nisip, apă tratată, dimensionare

1. Introducere

În cadrul tehnologiei de tratare a apei în vederea potabilizării, filtrarea se realizează după procesul de decantare, înainte de operația de dezinfecție [1, 2]. Operația de filtrare se desfășoară în bazine de beton armat, care pot conține mai multe compartimente cu secțiunea pătrată sau dreptunghiulară, în care se găsește un material filtrant (uzual se folosește nisipul) care reține materiile solide [3, 4].

În figura 1 se prezintă elementele componente ale unui filtru rapid cu nivel liber [5]. Apa brută este admisă în filtru printr-o conductă cu ramificații spre fiecare compartiment (3) și repartizată prin jgheburile (17) pe toată suprafața filtrului. Astfel, apa brută parcurge stratul de nisip de sus în jos, timp în care suspensiile sunt reținute pe suprafața materialului filtrant, apoi trece prin sistemul de drenaj (14), de unde prin conducta (13) iese din filtru [5, 6].

Spălarea filtrului rapid constă în introducerea de apă sau apă și aer comprimat prin sistemul de drenaj în curent ascendent spre suprafața filtrului. Astfel granulele de nisip vibrează, se lovesc între ele, iar impuritățile de pe suprafața lor se desprind fiind colectate cu apa murdară în jgheburile (17) [5, 6].

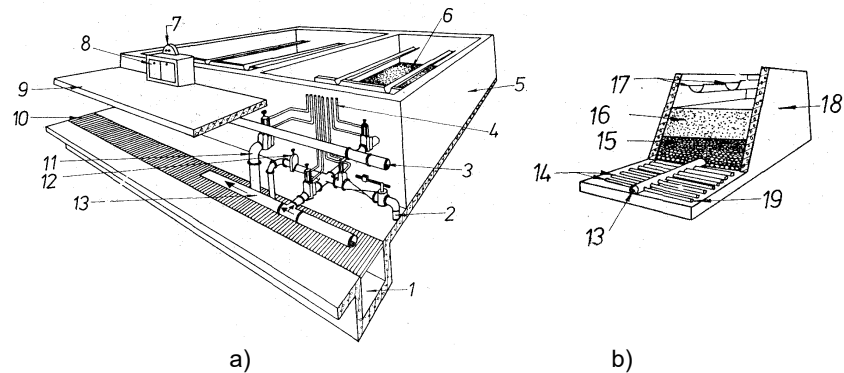


Fig. 1 Filtru rapid cu nivel liber: a) vedere de ansamblu; b) secțiune transversală prin cuva de filtrare [5]:

1 - dren; 2 - ieșire apă filtrată; 3 - influent; 4 - conducte piezometrice; 5 - cuvă de beton; 6 - nivelul stratului filtrant în timpul spălării; 7 - indicator de pierdere de debit și sarcină; 8 - pupitre de comandă; 9 - nivel de comandă; 10 - galeria conductelor; 11 - golire; 12 - conductă de spălare; 13 - conductă principală; 14 - conducte perforate; 15 - pietriș; 16 - nisip; 17 - jgheaburi de spălare; 18 - cuva filtrului; 19 - radierul filtrului

Elemente de ordin practic privind proiectarea filtrelor de nisip sunt prezentate în continuare cu referire la următoarele componente: bazinul de filtrare, instalația de alimentare cu apă brută și sistemul de drenaj cu conducte perforate.

2. Dimensionarea instalațiilor de filtrare rapidă a apei

2.1. Dimensionarea bazinului de filtrare

În vederea dimensionării bazinului unui filtru rapid se determină [4-6]:

- *Suprafața filtrantă necesară:*

$$S_f = \frac{Q_c}{v_f} \text{ [m}^2\text{]} \quad (1)$$

unde: Q_c [m³ / s] - debitul total al stației de tratare, compus din debitul maxim zilnic luat în calcul la care se adaugă un spor de debit de 4-10

% reprezentând necesitățile tehnologice proprii ale stației de tratare. Circa 70 % din acest spor reprezintă necesarul de apă pentru spălarea filtrelor.

v_f [m/s] - viteza de filtrare. Pentru granulații ale nisipului de $0,3 \div 3$ mm, viteza de filtrare este de $5 \div 15$ m/h.

- *Numărul de cuve de filtrare* nu trebuie să depășească 24, iar suprafața unui compartiment trebuie să fie cuprinsă între 8 și 60 m²:

$$n = \frac{1}{2} \sqrt{S_f} \quad (2)$$

- *Suprafața unei cuve de filtrare:*

$$S_c = \frac{S_f}{n} \text{ [m}^2\text{]} \quad (3)$$

- *Înălțimea totală a cuvei unui filtru:*

$$h = h_{sd} + h_{dr} + h_p + h_{nisip} + h_{apă} + h_{gardă} \text{ [m]} \quad (4)$$

unde: h_{sd} - înălțimea zonei de subdrenaj; poate lipsi în cadrul conductelor cu crepine puse direct pe radier; în cazul drenajelor simple de plăci cu crepine poate fi de $0,3 \div 0,4$ m; iar când se asigură și o compensare orizontală prin rețele de tuburi poate ajunge la $0,6 \div 0,8$ m;

h_{dr} - înălțimea drenajului propriu-zis, poate fi: $0,15$ m la plăcile cu crepine; $0,25 \div 0,35$ m la tuburi cu crepine;

h_p - înălțimea stratului de pietriș; uneori poate lipsi, poate avea valori de $0,15 \div 0,25$ m și asigură o mai bună uniformitate a repartiției apei de spălare;

h_{nisip} - înălțimea stratului de nisip; în general este de $0,7 \div 1,2$ m și o granulație cuprinsă între $0,7$ și 2 mm;

$h_{apă}$ - în funcție de metoda de exploatare: în cazul nivelului constant min. $0,9$ m, iar în cazul nivelului variabil poate fi $0,7$ m la începutul ciclului și $1,50$ m la sfârșitul ciclului;

$h_{gardă}$ - se alege în intervalul $0,3 \div 0,4$ m.

Astfel înălțimea totală a unui filtru gravitațional clasic poate varia între $2,7 \div 3$ m ca limită minimă (în stații mici) și $4 \div 4,5$ ca limită maximă.

2.2. Dimensionarea instalației de alimentare cu apă a filtrului

În cazul în care alimentarea filtrului se face printr-o conductă cu ramificații spre fiecare compartiment, se determină [4-6]:

- *Aria secțiunii conductelor de aducție a apei brute la filtru:*

$$S_1 = \frac{Q_c}{m \cdot v_1} \text{ [m]} \quad (5)$$

unde: m este numărul de conducte de apă brută adoptat,
 $v_1 = 0,6 \div 1 \text{ m/s}$ este viteza de circulație admisibilă ale apei brute prin conducta de la decantor la filtru.

- *Diametrul conductelor de aducție a apei brute la filtru:*

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_1}{\pi}} \text{ [m]} \quad (6)$$

- *Aria secțiunii conductelor de alimentare a unui compartiment de filtrare se poate obține în funcție de debitul aferent unei cuve de filtrare,*

$$q = \frac{Q_c}{n} \text{ [m}^3 \text{ / s]} \quad (7)$$

cu formula:

$$S_2 = \frac{q}{v_1} \text{ [m}^2 \text{]} \quad (8)$$

- *Diametrul conductelor de alimentare a unui compartiment de filtrare:*

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_2}{\pi}} \text{ [m]} \quad (9)$$

2.3. Dimensionarea instalației de spălare a filtrului

Pentru dimensionarea instalației de spălare cu apă și aer comprimat a filtrului de nisip se determină [4-6]:

- *Volumul de apă necesară pentru spălarea filtrului:*

$$V_{\text{apă}} = S_f \cdot q_{\text{sp}} \cdot t_{\text{apă}} \cdot \frac{1}{1000} \text{ [m}^3 \text{]} \quad (10)$$

unde: $q_{\text{sp}} \text{ [dm}^3 \text{ / s} \cdot \text{m}^2 \text{]}$ este intensitatea de spălare cu apă; are valori în intervalul $5 \div 8 \text{ dm}^3 \text{ / s} \cdot \text{m}^2$ în funcție de granulația stratului de nisip $0,6 \div 1,5 \text{ mm}$;

$t_{\text{apă}} = 10 \div 20 \text{ min.}$ este durata spălării.

- *Debitul de apă de spălare:*

$$Q_{\text{spapă}} = q_{\text{sp}} \cdot S_f \text{ [m}^3 \text{ / s]} \quad (11)$$

- *Secțiunea conductei care transportă apa de spălare:*

$$S_3 = \frac{q}{v_2} \text{ [m}^2 \text{]} \quad (12)$$

unde: $v_2 = 2,5 \div 3,5$ m/s este viteza de circulație admisibilă a apei de spălare.

- *Diametrul conductei pentru apa de spălare:*

$$D_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_3}{\pi}} \text{ [m]} \quad (13)$$

- *Volumul de aer necesar pentru spălarea filtrului:*

$$V_{\text{aer}} = \frac{S_f \cdot q_{\text{sp aer}} \cdot t_{\text{aer}}}{1000} \text{ [m}^3\text{]} \quad (14)$$

unde: $q_{\text{sp aer}} = 18 \div 20$ dm³/s.m² este intensitatea specifică de aer de spălare,

$t_{\text{aer}} = 3 \div 5$ min este timpul de spălare cu aer.

- *Debitul de aer de spălare:*

$$Q_{\text{sp aer}} = q_{\text{sp aer}} \cdot S_f \text{ [m}^3\text{/s]} \quad (15)$$

- *Secțiunea conductei de aer comprimat pentru spălare:*

$$S_4 = \frac{Q_{\text{sp aer}}}{v_3} \text{ [m}^2\text{]} \quad (16)$$

unde: $v_3 = 10 \div 12$ m/s este viteza de circulație admisibilă a aerului sub presiune pentru spălarea filtrului.

- *Diametrul conductei pentru aerul de spălare:*

$$D_4 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_4}{\pi}} \text{ [m]} \quad (17)$$

Pentru colectarea apei murdare se prevăd jgheaburi paralele, iar pentru asigurarea unei evacuări uniforme a apei de spălare din filtru, distanța dintre axele jgheaburilor se recomandă de $1,5 \div 2,5$ m [6].

- *Secțiunea transversală a jgheabului:*

$$S_j = \frac{Q_{\text{sp aer}}}{1000 \cdot n_j \cdot v_j} \text{ [m}^2\text{]} \quad (18)$$

unde: n_j este numărul de jgheaburi;

$v_j = 0,6 \div 0,8$ m/s este viteza de circulație admisibilă a apei de spălare în jgheabul de colectare.

3. Concluzii

■ Datorită randamentelor mari de epurare obținute, filtrele rapide de nisip sunt folosite în tehnologia de tratare a apei. Funcționarea acestor instalații este influențată atât de caracteristicile

apei brute, caracteristicile mediului filtrant, cât și de modul de întreținere (spălarea stratului granular de nisip după funcționare).

■ Astfel, în dimensionarea acestui tip de instalație, pe lângă caracteristicile bazinul de filtrare, trebuie ținut cont atât de configurația sistemului de alimentare cu apă brută, cât și de cel de drenaj.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Ianculescu, O., Ionescu, G., *Alimentări cu apă*, Editura Matrix Rom, București, ISBN 973-685-345-4, 2002.
- [2] Chermisinoff, N.P., *Handbook of water and wastewater treatment technologies*, Butterworth-Heinemann, ISBN: 0-7506-7498-9, 2002.
- [3] Svarovschi, L., *Solid-liquid separation*, Fourth edition, Butterworth-Heinemann, ISBN: 0-7506-4568-7, 2000.
- [4] Ianculescu, S., Ianculescu, D., *Utilizarea filtrelor de nisip la epurarea avansată a apelor uzate*, Editura Matrix Rom, București, ISBN 973-685-430-2, 2002.
- [5] Rusu, G., Rojanschi, V., *Filtrarea în tehnica tratării și epurării apei*, Editura tehnică, București, 1980.
- [6] Trofin, P., *Alimentări cu apă*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.

Șef lucr.Dr.Ing. Mihaela FLORI,
Universitatea Politehnica Timișoara, Facultatea de Inginerie Hunedoara
e-mail: mihaela.flori@upt.ro

Conf.Dr.Ing. Lucia VÎLCEANU,
Universitatea Politehnica Timișoara, Facultatea de Inginerie Hunedoara
e-mail: lucia.vilceanu@upt.ro
membru AGIR