curentul, cu o viteză care depinde de forma, mărimea și densitatea particulei.

Sistemul evoluează către un echilibru dinamic foarte complex, datorită căruia în interiorul tubului, la diferite niveluri, pot apărea concentrații ale suspensiilor care depășesc limita de valabilitate a legii lui Stokes. Viteza de sedimentare și în consecință efectul de decantare gravitațională se reduc și apar condiții pentru formarea stratului suspensional și continuarea procesului de limpezire pe baza acestui principiu.

Concluzii

Pe baza considerațiilor asupra evoluției fenomenelor de sedimentare în decantoarele tubulare înclinate, s-a pus în evidență dependența randamentului în raport cu principalii parametri geometrici ai acestui tip de instalații.

Eficiența maximă se obține pentru tuburile cu pantă pozitivă, unghiul optim de înclinare fiind determinat de raportul dintre lungimea și diametrul tubului.

Comparativ cu decantoarele clasice orizontale, efectul de reținere crește și se extinde asupra unor particule cu mărime hidraulică mai mică, prin reducerea înălțimii de cădere și sporirea suprafeței orizontale de sedimentare. Timpul de decantare se reduce proporțional.

Efectele perturbatoare de neuniformitate și turbulență se diminuează ca urmare a adoptării unei secțiuni transversale optime din punct de vedere hidraulic.

Date fiind avantajele tehnico-economice evidente ale decantoarelor de tip tubular, se apreciază ca necesară extinderea studiilor și cercetărilor de specialitate, în scopul aprofundării și elucidării tuturor aspectelor legate de promovarea soluției în cadrul schemelor de tratare și epurare a apelor.

Bibliografie

[1] *Cercetări teoretice asupra decantării de mare randament*. Tratarea apelor și alimentări cu apă – Noutăți 4/1971, C.N.A., București; [2] CHIRIAC, V. *Criterii pentru dimensionarea decantoarelor*. În : Studii de sinteză, C.N.A., C.I.D.H., nr. 2/1974 ; [3] CHIRIAC, V. *Cu privire la studiul decantoarelor etajate* : În : Studii de alimentări cu apă, nr. 8, I.S.C.P.G.A., București, 1975.

CZU : 556.166.001.57

Model analitic adimensional pentru forma viiturilor teoretice singulare

Ing. RADU CADARIU *

Precizarea formei hidrografelor viiturilor singulare reprezintă una dintre problemele dezvoltate pe larg în literatura de specialitate. Cercetările efectuate în această direcție au dus la schematizarea viiturilor necesare diferitelor analize hidrologice și de gospodărire a apelor, prin adoptarea formelor geometrice (redate de funcții analitice), a formelor model tip (definite de viituri reale înregistrate) și a formelor rezultate pe baza utilizării metodei hidrografului unitar.

În ceea ce privește schematizarea geometrică a viiturilor, cele mai simple forme sînt de tip triunghiular și trapezoidal, propuse de D.N. Kocerin, expresia de calcul al debitului fiind dată de o funcție de gradul întîi [1]. Schematizările lui Kocerin introduceau în calcule erori uneori neadmisibile, fapt ce a determinat intensificarea eforturilor specialiștilor în direcția elaborării unor forme de viitură tot mai perfecționate.

Experiența acumulată în domeniul observațiilor directe a arătat că, în majoritatea cazurilor, ramurile hidrografelor viiturilor au o formă asemănătoare graficului funcției exponențiale. Aceasta explică faptul că majoritatea autorilor au propus forme pentru viiturile teoretice, date de expresii a căror funcție fundamentală o reprezintă cea de tip exponențial.

Dintre modelele ce au la bază numai funcții exponențiale se evidențiază modelul D.L. Sokolovski [1], avînd expresia de calcul a debitului diferită pentru ramura de creștere, respectiv pentru ramura de descreștere, și modelul G.A. Alexeev [1], avînd expresia de calcul al debitului unică pentru întreg hidrograful viiturii.

Dintre modelele ce au la bază o combinare a funcțiilor exponențială și sinusoidală se relevă modelul Reitz-Kreps [2], avînd expresia de calcul al debitului dată pentru ramura de creștere printr-o sinusoidală și pentru ramura de descreștere printr-o exponențială.

Sînt de asemenea revelatoare formele de viitură care au rezultat pe baza combinării funcției exponențiale cu funcția putere. Se menționează printre acestea modelele Pearson [2] și Kozeny [2], avînd expresiile de calcul al debitului unice pentru întreg hidrograful viiturii.

Modelul Srebrenovic [2] se bazează pe o combinare a funcțiilor putere și sinusoidală pentru ramura de creștere și pe utilizarea unei funcții putere pentru ramura de descreștere.

În cele ce urmează se va propune un model nou pentru forma undelor de viitură teoretice, expresia de calcul al debitului fiind dată de o funcție rațională, unică pentru întreg hidrograful viiturii.

★

Modelul propus are la bază o funcție analitică adimensională de forma :

$$Q^* = \frac{t^* (T^* - t^*)}{A\, t^{*2} + B^* + C}, \tag{1}$$

în care : Q^* reprezintă debitul în unități adimensionale, respectiv raportul dintre o valoare curentă a debitului Q și valoarea debitului maxim Q_m ; t^* – timpul în unități adimensionale, respectiv raportul dintre o valoare curentă a timpului t și valoarea duratei de creștere T_{cr} ; T^* – durata totală în unități adimensionale, respectiv raportul dintre valoarea duratei totale T și valoarea duratei de creștere T_{cr} ; A, B, C – parametrii adimensionali ce determină forma hidrografului.

În cadrul sistemului de axe adimensionale definit anterior, elementele caracteristice ale hidrografului viiturii sînt după cum urmează :

- debitul maxim, $Q^*_m = Q_m/Q_m = 1$;
- durata de creștere, $T^*_{cr} = T_{cr}/T_{cr} = 1$;
- durata totală, $T^* = T/T_{cr} \geqslant 2$;
- coeficientul de formă γ, respectiv raportul dintre valoarea volumului W^* și durata totală T^*, $\gamma = W^*/T^*$.

Reprezentarea grafică a relației (1) este ilustrată în figura 1.

Analizarea graficului funcției arată că ramurile lui spre ($t^* = \pm \infty$) tind asimptotic către dreapta de ecuație $Q^* = -1/A$. Ca urmare, graficul funcției este deosebit de flexibil în zona valorilor pozitive ale lui, ceea ce de fapt și interesează pentru scopul modelării unui hidrograf de viitură.

Se menționează că forma ramurilor de creștere, respectiv de descreștere ale hidrografului descris de relația (1), este unică și determinată de valorile date parametrilor A, B și C.

Forma definită de relația (1) poate fi modificată, dacă se adună (respectiv se scade), la hidrograful inițial pe direcția absciselor, valorile t^* date de ecuația parabolei (fig. 1) ;

$$t^* = 4 t^*_1\, Q^* (1 - Q^*) \tag{2}$$

în care se păstrează notațiile evidențiate anterior, t^*_1 fiind valoarea maximă a parabolei corespunzătoare debitului $Q^* = 1/2$.

* Cercetător științific la Institutul de cercetări și proiectări pentru gospodărirea apelor

De exemplu, operaţia de adunare a valorilor date de relaţia (2) modifică forma hidrografului iniţial, în sensul că se micşorează volumul adimensional de creştere şi se măreşte corespunzător volumul adimensional de descreştere cu aceeaşi valoare (fig. 1). Aşadar, forma hidrografului dat de relaţia (1)

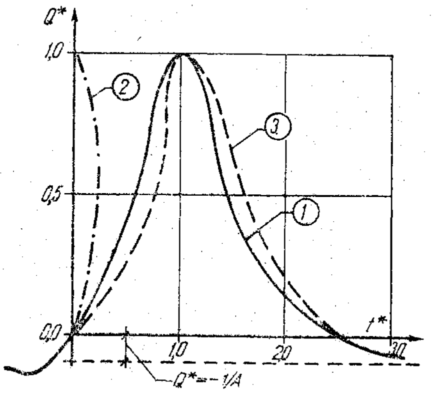

Fig. 1. Reprezentarea grafică a funcţiei adimensionale pentru forma viiturilor singulare:
1 — forma iniţială a hidrografului — relaţia (1); 2 — reprezentarea ecuaţiei parabolei $t^* = f(Q^*)$; 3 — forma modificată a hidrografului iniţial.

poate fi modificată în aşa fel încît să se respecte şi un anumit raport între volumele aferente duratelor de creştere, respectiv de descreştere. Acest lucru este posibil prin calculul valorii t_1^* din relaţia (2), în funcţie de volumul de creştere al hidrografului iniţial [dat de relaţia (1)] şi de volumul de creştere cerut pentru forma finală a hidrografului, ştiindu-se că suprafaţa parabolei (respectiv volumul de corecţie) mărginită de axa debitelor este egală cu $2/3\ t_1^*$.

Modelul analitic propus se poate utiliza la calculul analitic al perechilor de valori (timp, debit) pentru hidrografele de viitură teoretice, în ipoteza că sînt date următoarele elemente caracteristice ale viiturii: debitul maxim, Q_m; debitul de bază, Q_0; volumul maxim, W; durata totală, T; durata de creştere, T_{cr}; raportul dintre volumele de creştere W_{cr}, respectiv de descreştere W_{dcr}, W_{cr}/W_{dcr}.

Pentru determinarea parametrilor A, B şi C se calculează iniţial durata totală adimensională $T^* = T/T_{cr}$ şi coeficientul de formă γ al undei propriu-zise (exclusiv volumul aferent debitului de bază) cu relaţia:

$$\gamma = \frac{W - Q_0 T}{(Q_m - Q_0)\,T}, \tag{3}$$

în care s-a considerat că debitul de bază Q_0 este inclus în debitul maxim Q_m.

În funcţie de aceste două valori calculate, se determină parametrii A, B şi C aferenţi relaţiei (1), rezolvînd sistemul de ecuaţii ce rezultă prin impunerea următoarelor trei condiţii:

1. Graficul relaţiei (1) să treacă prin punctul de coordonate ($t^* = T_{cr}^* = 1$, $Q^* = Q_m^* = 1$); această condiţie determină o ecuaţie de forma:

$$B = T^* - 2\,(A + 1). \tag{4}$$

2. Abscisa punctului de maxim al relaţiei (1) să fie egală cu $t^* = T_{cr}^* = 1$; această condiţie determină următoarea ecuaţie:

$$C = \frac{B + A\,T^*}{T^* - 2}. \tag{5}$$

Din ecuaţiile (4) şi (5) se elimină parametrul B, obţinîndu-se relaţia:

$$C = A + 1. \tag{6}$$

3. Integrala definită $\int_0^{T^*} Q^*(t^*)\,dt^*$ să fie egală cu volumul adimensional al undei propriu-zise $W^* = \gamma\,T^*$.

În ecuaţia rezultată din condiţia a treia se introduc valorile calculate pentru parametrul B cu relaţia (4) şi pentru parametrul C cu relaţia (6), obţinîndu-se în final o ecuaţie avînd ca necunoscută valoarea parametrului A:

$$W^* = \frac{\tau\cdot\theta}{A^2}\ln\varphi + \frac{\tau(2A\varphi - \theta^2)}{A^2\sqrt{4A\varphi - \theta^2}}\left(\operatorname{arctg}\frac{2A\varphi + \theta}{\sqrt{4A\varphi - \theta^2}} - \operatorname{arctg}\frac{T^* - 2\tau}{\sqrt{4A\varphi - \theta^2}}\right) - \frac{T^*}{A} \tag{7}$$

în care s-au făcut notaţiile:

$$\tau = A + 1,\quad \varphi = T^* - 1,\quad \theta = T^* - 2.$$

Rezolvarea ecuaţiei (7) conduce la determinarea parametrului A şi implicit, prin intermediul relaţiilor (4) şi (6), la determinarea parametrilor B şi respectiv C.

În aplicaţiile curente, pentru rezolvarea ecuaţiei (7) s-a utilizat calculul numeric pe baza unor programe de calcul, scrise în limbaje FORTRAN şi BASIC.

Valorile determinate pentru parametrii A, B şi C se păstrează aceleaşi şi în sistemul de unităţi reale, relaţia de calcul al debitelor hidrografului viiturii teoretice (dată prin elementele caracteristice) avînd următoarea formă finală:

$$Q(t) = Q_0 + \frac{(Q_m - Q_0)\,(T - t)\,t}{At^2 + B\cdot T_{cr}\,t + C\,T_{cr}^2}. \tag{8}$$

Efectuarea corecţiei formei hidrografului reprezentat de relaţia (8), în aşa fel încît să respecte şi condiţia raportului (W_{cr}/W_{dcr}), comportă etape de calcul similare cu cele prezentate anterior pentru modelul adimensional.

Funcţia analitică propusă are posibilitatea modelării viiturilor teoretice singulare avînd coeficienţi de formă cuprinşi între valorile $0{,}15 \div 0{,}50$ şi valori ale raportului — durată totală/durată de creştere — de $2 \div 6{,}5$.

De asemenea, se menţionează utilitatea în practică a posibilităţii modificării formei propuse de hidrograful dat de expresiile (1) şi (8), prin transferul de volume între volumul de creştere şi volumul de descreştere, aşa cum s-a arătat anterior.

Utilizarea funcţiei propuse pentru determinarea hidrografelor viiturilor teoretice singulare în activitatea practică prezintă avantaje cu precădere în tehnica de modelare pe calculatoare electronice, aplicată în domeniul hidrologiei şi al gospodăririi apelor mari.

Bibliografie

[1] MUSTAŢĂ, L. *Analiza formării şi metodica de calcul a hidrografelor viiturilor pluviale pe rîurile Republicii Populare Române.* In: Studii de hidrologie, vol. XI, Bucureşti, 1964; [2] LAUTERBACH, D. *Ein Verfahren zur Berechnung von Hochwasserganglinien für die Bemessung von Speicherräumen.* In: Besondere Mitteilungen zum Gewässerkundlichen Jahrbuch, nr. 3, 1965, Berlin, R.D.G.