

МЕТОДИ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ РІДИНИ У ВІДКРИТИХ КАНАЛАХ

Систематичний і точний облік води на гідромеліоративних системах є головною умовою її раціонального використання. У зв'язку з постановкою на комерційну основу розрахунків за водокористування і водовідведення, зараз гостро стоїть проблема технічного оснащення вузлів обліку витрати і об'єму рідини у відкритих каналах, а також метрологічного забезпечення вимірювань на таких вузлах обліку.

У залежності від експлуатаційних та гідравлічних умов водного потоку, вимог щодо точності обліку, на практиці використовують русловий, гідравлічний, електродинамічний та акустичний методи вимірювання витрати рідини у відкритих каналах. Найбільшого поширення на сьогодні отримали русловий метод, що ґрунтується на використанні стійкої функціональної залежності величини витрати від рівня води в певному перерізі русла, та гідравлічний, що ґрунтується на використанні стандартизованої або нестандартизованої гідротехнічної споруди чи пристрою.

Вузли обліку води у відкритих мережах зазвичай складаються із спеціальної гідротехнічної споруди (водозлив, водомірний лоток тощо), що є первинним перетворювачем гідравлічних характеристик потоку до вигляду, зручного для їх реєстрації вимірювальним пристроєм, та додаткового обладнання для автоматизації і диспетчеризації вимірювального процесу. Зазвичай в таких системах в якості вимірювальних пристроїв використовують датчики рівня, що реалізують певний фізичний ефект (ультразвукові, емнісні, поплавкові, манометричні тощо). На рисунку 1 зображено схему вузла обліку води за допомогою водомірного лотка.

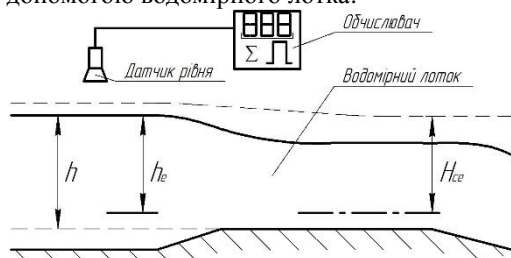


Рис. 1 - Схема вузла обліку води за допомогою водомірного лотка

Методи вимірювань витрати і об'єму рідини за допомогою лотків відносяться до опосередкованих методів. Витрата рідини при незагрітому (вільному) витіканні пов'язана з напором відносно дна лотка. Значення об'єму рідини, що пройшла по каналу, отримують шляхом інтегрування значень витрати за певний період часу.

Узагальнене рівняння витрати при витіканні рідини крізь лоток U-подібної форми має вигляд:

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} g^{1/2} C_D C_S C_V D h^{3/2} \quad (1)$$

де g – прискорення вільного падіння;

C_D, C_S, C_V – коефіцієнти, що враховують умови витікання, а саме вплив пограничного шару, форму горловини, та енергетичні особливості потоку;

D – діаметр основи лотка U-подібної форми

h – напір рідини над дном лотка.

Коефіцієнт витікання, що враховує ефект пограничного шару, визначається за формулою:

$$C_D = \left(\frac{D_e}{D}\right) \left(\frac{h_e}{h}\right)^{3/2} \quad (2)$$

де D_e, h_e – ефективні діаметр основи лотка та напір рідини відповідно.

Коефіцієнт форми враховує геометричні параметри горловини лотка:

$$C_S = f\left(\frac{H_{ce}}{D_e}\right) \quad (3)$$

де H_{ce} – ефективний загальний напір в критичній секції лотка.

Коефіцієнт, що враховує вплив швидкості в підвідній частині лотка можна виразити наступним рівнянням:

$$\frac{4}{27} \left(\frac{D_e h_e}{A_a} C_S\right)^2 \alpha \cdot C_V^2 - C_V^{2/3} + 1 = 0 \quad (4)$$

де A_a – площа поперечного перетину лотка;

α – коефіцієнт кінетичної енергії.

Результати вимірювання витрати та об'єму рідини у відкритих каналах характеризуються сукупністю складових похибки, обумовлених неточністю визначення кожного з параметрів, що входять у розрахункове рівняння. Тобто, достовірність вимірювання витрати, що здійснюється за допомогою лотків, залежить насамперед від точності засобів вимірювальної техніки, що входять до складу вимірювальної системи, точності визначення геометричних параметрів лотка, а також від правильності визначення коефіцієнтів, що входять в рівняння витрати.