

Барашиков А.Я., Подольский Д.М., Сирота М.Д. Надежность восстанавливаемых и усиливаемых зданий и сооружений. – Черкассы, 1993. – 44 с. 8. Барашиков А.Я., Сирота М.Д. Надежность зданий и сооружений. Учебное пособие. – К.: УМК ВО, 1993. – 212с. 9. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 80 с. 10. Блехарський З.Я., Хміль Р.Є., Струк Р.Ф. Вплив карбонізації бетону на передумови корозії арматури залізобетонних конструкцій автодорожнього комплексу // Дороги і мости: Збірник наукових статей. – Вип. 6 – К.: ДерждорНДІ, 2006. – С. 229–238. 11. Баженов Ю.М., Комар А.Г. Технология бетонных и железобетонных изделий. – М.: Стройиздат, 1984. – 672 с. 12. Карпенко Г.В. Физико-химическая механика конструкционных материалов // Избранные труды в 2-х томах. Том 1. – Киев: Наукова думка, 1985. – 227 с.

УДК 621.311.18:628.1'17

М.П. Босак, Н.М. Тазалова

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра гідравліки та сантехніки

БАШТОВИЙ ВОДОСКИД З ДВОПОВЕРХОВИМИ ВІДВІДНИМИ ВОДОВОДАМИ

© Босак М.П., Тазалова Н.М., 2009

Представлено результати дослідження водоскидних споруд баштового типу. Розроблено нову конструкцію баштової водоскидної споруди з поверховим розміщенням відвідних її водоводів, в якій при цьому відсутня водобійна частина.

In this article scientifically proved results of research of the tower-type waterway with two-storied tubes was elaborated which were carried out in tail without whirlpool.

Постановка проблеми. Потік води по тракту споруд баштового водоскиду різко змінний на шляху від водозливного порога башти до стрибкового виходу в нижній б'єф. Відвідні трубопроводи баштового водоскиду, як правило, пропускають воду у напірному режимі і швидкість води у них значно вища, ніж на ділянці водозливу башти. Цей чинник доцільно враховувати у співвідношенні поперечних розмірів відповідних складових частин баштового водоскиду. Проте інженерні розрахунки для водозливу, башти і відвідних трубопроводів переважно виконуються окремо і не є засмопов'язаними. Крім того, співвідношення та форма водозливу і відвідного тракту для баштових і шатних водоскидів впливають на гідродинамічний режим роботи і призводять до нестабільної роботи споруди. Це може проявлятися виникненням небажаних гідроаеродинамічних ударних викидів водоповітряної суміші [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Баштові водоскиди побудовані на ставках загального призначення та водосховищах технічного водопостачання на пропуск води витратою близько 100 м³/с. Характерним для відомих з літературних джерел [2, 3], а також побудованих водоскидних споруд є те, що від дна башти в нижній б'єф прокладено декілька відвідних трубопроводів на однаковому рівні (рис. 1).

Баштові водоскидні споруди на руслових водоймах забезпечують пропуск повені. Відтак їх розраховують на пропуск витрати води рідкісної повторюваності (забезпеченості) $P < 1$ %. Тому в звичайних умовах вони працюють з частковим заповненням.

Гідравлічний режим потоку у нижньому б'єфі водоскидів, як правило, супроводжується гідравлічним стрибком. Це характерно для поширеного технічного способу скидання води баштовими та іншими типами водоскидів, тому для таких водоскидів передбачають ще споруди для гасіння гідравлічного стрибка. Запроектовані та побудовані різноманітні типи водобійних

споруд у формі водобійних колодязів, стінок, прорізних стінок, донних порогів, пірсів тощо. Розміри водобійних споруд розраховують з умови забезпечення безпосередньо за водоскидом спряженої глибини води h_c'' , що є меншою від глибини h_6 в руслі на прилеглий ділянці відвідного каналу або в річці. Вартість водобійної споруди становить істотну частку від загальної вартості водоскиду тому що їх будівництво ведеться в складних умовах з застосуванням засобів водозниження і міцних гідротехнічних бетонів. З науково-технічних джерел нам не відомі аналогічні розробки. Для пропуску малих витрат води пропонується використовувати водопропускну споруду з двома конусними затворами, розташованими у вертикальній площині, з метою гасіння енергії потоку води [4]. Така конструкція ефективна для гасіння енергії потоку, проте збільшує матеріальні витрати під час будівництва та може для окремих типів водоскидів ускладнювати їх експлуатацію.

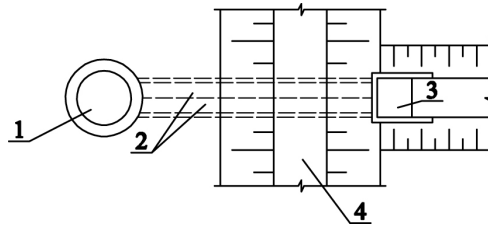


Рис. 1. Типова схема баштового водоскиду з паралельними відвідними трубопроводами: 1 – башта; 2 – відвідні трубопроводи; 3 – водобійний колодязь; 4 – гребля (дамба)

Мета та завдання досліджень. Мета роботи – удосконалити баштових водоскидні споруди. Завдання досліджень – встановити теоретичну основу для оптимального співвідношення поперечних розмірів відвідних трубопроводів до площі башти; розробити нову конструкцію відвідних водоводів даного типу водоскидної споруди.

Удосконалена баштова водоскидна споруда з поверховими відвідними трубопроводами без водобійної частини. Вищезгаданий варіант баштової водоскидної споруди не є раціональним в усіх випадках. Паралельні відвідні трубопроводи потребують більших витрат матеріалів для міцної основи, достатніх розмірів для під'єднання їх до башти та до вихідної спрягаючої частини, що збільшує вартість будівництва споруди.

В окремих водних об'єктах, наприклад в золожужевідводах, інших накопичувачах промислових відходів та стоків, здійснюється поярусне нарощування огорожувальних дамб ставків-відстійників. Для таких накопичувачів стоків та інших водоскидів пропонується застосовувати раціональніший тип баштової водоскидної споруди з поверховим розміщенням відвідних водоводів (рис. 2).

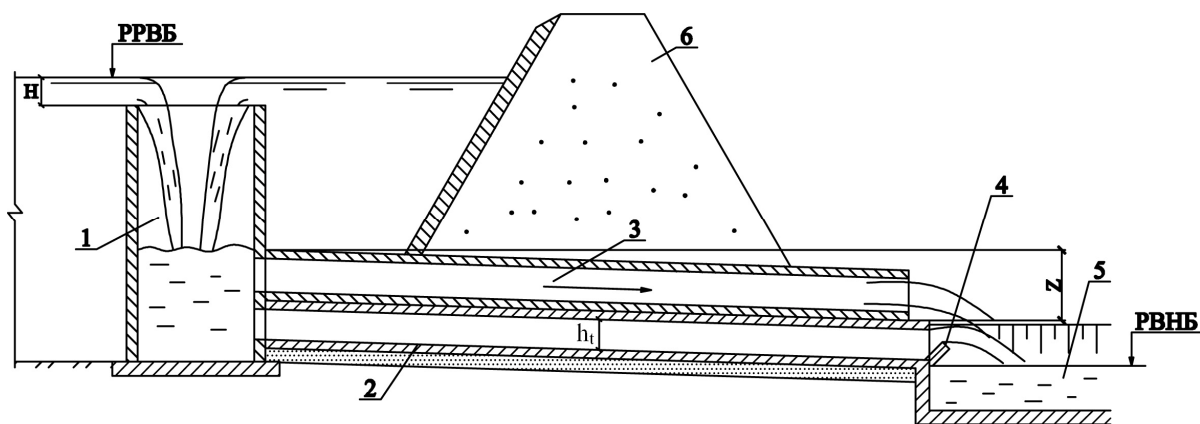


Рис. 2. Баштовий водоскид з поверховими відвідними трубопроводами: 1 – водозливна башта; 2, 3 – нижній та верхній відвідний трубопроводи; 4 – кінцевий носок; 5 – відвідний канал; 6 – гребля (дамба), РВВБ, РВНБ – рівні води у верхньому та нижньому б'єфах

При цьому зауважимо, що водобійна частина в спорудах баштових водоскидів є необов'язковою при відповідній конструкції його кінцевої частини. У розробленій нами конструкції баштового водоскиду застосовано верховий вилив води з відвідних трубопроводів і гасіння енергії потоку відбувається в процесі вертикального його підйому і виливу на поверхню води. Внаслідок цього відсутній гідралічний стрибок, великі розмиваючі швидкості води, а отже, відпадає потреба у водобійній споруді. Для експлуатаційного спорожнення відвідних трубопроводів можна передбачити отвір у низовій частині носка-трампліна. Баштові водоскиди такої конструкції можна застосувати для малих та середніх водоскидів на пропуск води близько 40 м³/с.

Умовою оптимального співвідношення поперечних розмірів водозливної башти, та її відвідних трубопроводів є використання повного напору води у башті для пропуску води крізь відвідні трубопроводи. Пропускна здатність водозливу башти Q_6 і її відвідних трубопроводів Q_T визначається відповідними формулами [3, 4]:

$$Q_6 = \varepsilon \cdot m_B \cdot L \cdot \sqrt{2g} \cdot H_0^{3/2}; \quad (1)$$

$$Q_T = m_T \cdot \omega \cdot \sqrt{2gz} = \frac{\omega \sqrt{2gz}}{\sqrt{\Sigma \xi}}, \quad (2)$$

де ε – коефіцієнт стиснення потоку; m_B – коефіцієнт витрати водозливу; m_T – коефіцієнт витрати відвідного трубопроводу; L – довжина водозливу; $\Sigma \xi$ – сумарний коефіцієнт опору водовідвідного трубопроводу; h_T – висота відвідного трубопроводу.

У процесі проектування баштових водоскидів важливо забезпечити оптимальне співвідношення поперечних розмірів (площ) водозливної башти та її відвідних трубопроводів. Для умови перепаду рівнів води $z = (0,90 \dots 0,95) \cdot (H_6 - h_T)$ прирівнюємо праві частини формул (1) і (2) і знаходимо оптимальну площу поперечного перерізу ω_T відвідних трубопроводів:

$$\omega_T = \frac{\varepsilon \cdot m_B \cdot L \cdot H^{1.5}}{m_T \cdot \sqrt{z}}. \quad (3)$$

Вертикальне (поверхове) розміщення відвідних трубопроводів дає можливість зменшити розмір спрягаючої частини їх з відкритим каналом. Необхідну площу ω_c поперечного перерізу спрягаючої частини на виході відвідних трубопроводів визначають за допустимою розрахунковою швидкістю V , тобто $\omega = Q/V$.

З наповненням водозливної башти вище лотка верхнього відвідного водоводу гідралічний режим у відвідних трубопроводах може бути сталим або змінним зі збільшенням притоку води до водоскиду. В умовах змінних гідралічних режимів потоку води у відвідних водоводах (наприклад, переходу з напівнапірного в напірний рух води або при утворенні хвильового гідралічного стрибка) випуск затисненого повітря і того, що виділяється в кінці гідралічного стрибка, буде забезпечуватись через верхній трубопровід башти.

Вертикальне розміщення відвідного трубопроводу на виході в нижньому б'єфі рекомендується пов'язувати з мінімальним рівнем води для якомога повнішого використання діючого напору води у башті водоскиду. Можливі конструкції виходу (спрягання) відвідних трубопроводів показано на рис. 3.

Кут підйому β кінцевого носка відвідного трубопроводу дещо впливає на перепад рівнів води z у баштовому водоскиді і на його пропускну здатність Q . Координати найвищої точки осі струменя можна визначити з рівнянь:

$$x = \frac{(V_c \cdot \cos \beta)^2 \cdot \operatorname{tg} \beta}{g}; \quad (4)$$

$$y = \frac{gx^2}{2(V_c \cdot \cos \beta)^2} - x \cdot \operatorname{tg} \beta, \quad (6)$$

де V_c – швидкість виходу струменя води.

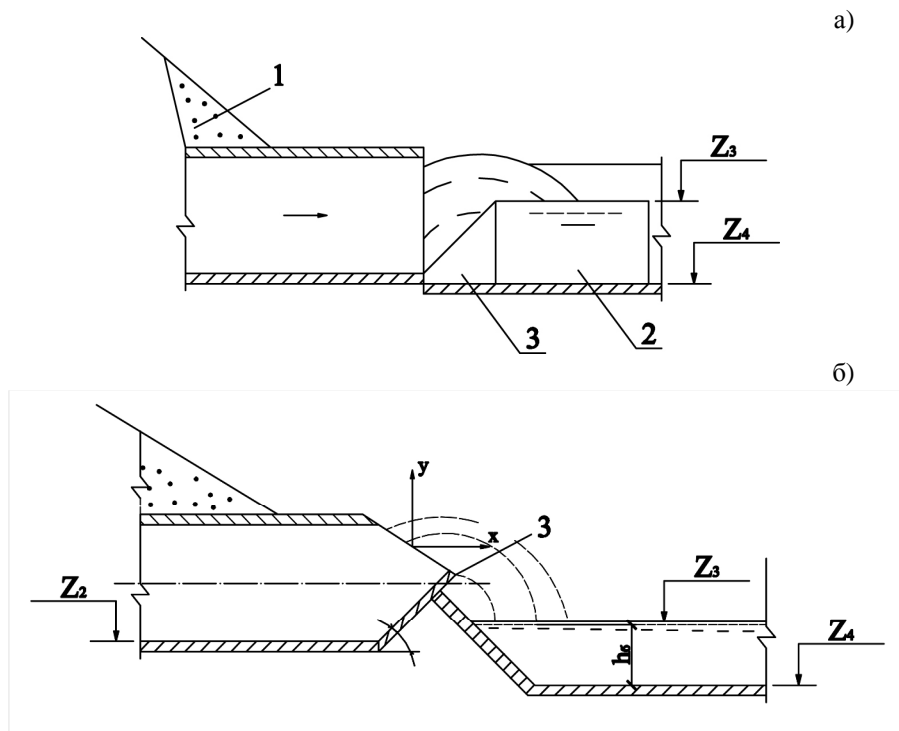


Рис. 3. Варіанти виходу відвідних трубопроводів баштового водоскиду в нижньому б'єфі:
 а – частково підтоплене спрягання; б – з верховим виливом; 1 – нижній відвідний трубопровід (виправити позначку); 2 – відвідне русло; 3 – кінцевий трамплін; Z_2 ; Z_3 ; Z_4 – відповідно вертикальні позначки дна відвідного трубопроводу, рівня води в нижньому б'єфі, дна відвідного каналу

При цьому вісь Ox направлена від центра струменя вправо по течії, а вісь Oy – вертикально вгору. Для низьких трамплінів і швидкостей води, наприклад, 3,0 м/с, максимальний підйом струменя води становитиме $y = 0,24$ м ($\beta = 90^\circ$, $x = 0,40$ м).

Висновки: 1. Розроблений варіант баштової водоскидної споруди з поверховим розміщенням відвідних її водоводів здешевлює вартість будівництва.

2. Розташування відвідних водоводів баштового водоскиду у два яруси для середніх і великих витрат води забезпечує стабільний гідравлічний режим роботи без ударних гідроаеродинамічних викидів водоповітряної суміші у нижній та верхній б'єфи, що мало місце в практиці експлуатації баштових водоскидних споруд з горизонтально розміщеними відвідними водоводами.

1. Босак М.П. Особливості роботи та розрахунків трубопроводів спрягаючої гідротехнічної споруди // Вісник НУ "ЛП" "Теплоенергетика, інженерія довкілля, автоматизація". – 2001. – № 432.
2. Гідротехнічні споруди: Навч. посібник / Під ред. А.Ф. Дмитрієва. – Рівне, 199. – 430 с.
3. Кириєнко І.І., Химерик Ю.А. Гідротехнічні споруди. – К.: Вища шк., 1987.
4. Бондарев А.А. Гідравлічне обосновання водопропускного спорудження з двома конусними затворами, установленими в вертикальній площині, і камерой гашення // Проблеми наукового забезпечення розвитку еколого-економічного потенціала Росії: Сборник наукових трудов Всероссийской научно-технической конференции 15–19 марта 2004 г. – М.: Московский государственный университет природообустройства, 2004. – 6 с.
5. Справочник по гидравлике для мелиораторов / П.М. Степанов, И.Х. Овчаренко, Ю.А. Скобельцын. – М.: Колос, 1984. – 207 с.
6. Цивин М.Н. Конспект лекцій по курсу "Техническая механика жидкости". Курс с применением MathCAD. – К.: НТУ "КПИ", 2008. – 207 с.