

necessary amount of oxygen and the peculiarities of the joint extraction of organic contaminants with a biofilm formed on the surface of the additional load and with a suspended biocenosis in the volume of the aeration tank.

Keywords: biological treatment, organic contamination, aeration tank mixer, activated sludge, biofilm, reaction kinetics, Mono equation.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-97-3-122-126
УДК 532.50

Рязанцев О.І.

*Харківський національний університет будівництва та архітектури
(вул. Сумська, 40, Харків, 61002; e-mail: ryazantsev_o.i@ukr.net; orcid.org/0000-0002-6676-2302)*

ВИКОРИСТАННЯ ВОДОЗЛИВІВ З ШИРОКИМ ПОРОГОМ У ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ ЛАНДШАФТНОЇ АРХІТЕКТУРИ

У роботі розглянуто питання розрахунку водозливів з широким порогом, що застосовуються у водних об'єктах ландшафтної архітектури.

Ключові слова: водозлив з широким порогом, водозлив практичного профілю, малий напір, коефіцієнт витрати, ландшафтна архітектура.

Актуальність. Протягом останніх десятиліть в Україні суттєво зросла посушливість клімату. Негативний вплив проявлення змін кліматичних умов викликає існуючий дискомфорт міського середовища, складнощі к забезпеченні комфортності та благоустрою міського середовища. [1]. Шляхом покращення ситуації може бути використання в якості елементів благоустрою території міста, парків, садів водних об'єктів: фонтанів, каскадів, ставків. У зв'язку з тотальною урбанізацією міст парк як об'єкти міського середовища повинен забезпечити покращення його екологічних характеристик, тому елементи природного середовища рослинність та водні об'єкти повинні бути основними елементами, які формують структуру парків незалежно від їх типів [2].

Вода – другий за значенням компонент як природних так й штучних садово-паркових ландшафтів, який в багатьох випадках визначає формування паркового середовища, впливає на мікроклімат території, зменшує температуру повітря та зволожує його, що беззаперечно важливо у літні жаркі місяці, особливо для урбанізованих територій. Вода окрім впливу на наш клімат, продовольство, відпочинок, соціальну та політичну організацію., звертається до усіх почуттів та має символічні асоціації, водне середовище сприяє

прямому безпосередньому сенсорному внесенню, яке допомагає встановити рівновагу між природою та технологією [3].

Вода це одна з чотирьох стихій, й юдина може нескінченно довго спостерігати за течією води, відпочивати забуваючи про проблеми та негаразди. Вода є невід'ємною частиною природного ландшафту, в якому вона може перебувати в різноманітних формах та станах. У сучасному ландшафтному дизайні застосовуються різноманітні водні об'єкти, споруди та пристрої, такі як водойми, водотоки, декоративні водні пристрої – каскади, фонтани.

Спокійне дзеркало водної поверхні, що віддзеркалює небо, хмари, рослини та архітектурні споруди доповнює пейзаж, робить його об'ємним гармонійним, привабливим та заспокійливим. Статичний стан води використовують як нейтральний елемент, який посилює відчуття покою та розслаблення, такий стан є характерним для басейнів, ставків, повільних потоків. Динамічний стан води звертає увагу людини, створює піднесений настрій, відчуття енергійності, високою емоційності. Швидкий плін рік, струмків, водопадів, фонтанів, каскадів характеризує непостійність її руху, що супроводжується відповідними звуками та світловими ефектами, викликає відчуття бадьорості,

впевненості. Динамічний стан притаманний фонтанам, каскадам, водопадам [4]. Невід'ємною умовою є перевищення ширини водопаду над його висотою.

Важко переоцінити естетичну цінність води. Її фізичні властивості, здатність утворювати горизонтальну поверхню, віддзеркалювати речі, змінювати колір та форму, а також текучість води та здатність створювати різноманіття ярих шумів – посилення для створення різноманітних водних пристроїв та багаті можливості для формування пейзажних композицій [5]

Вдалим рішенням є поєднання саме граничних станів водної стихії в об'єктах ландшафтного дизайну – статичного (майже нерухомого) та динамічного (стрімких потоків). Таке рішення може бути реалізоване у каскадах, як наприклад зображених на рис. 1 або шляхом розташування каскадом ряду водойм відносно великого об'єму – ставків.



Рис. 1. Харківський каскад

Каскад є прекрасною водною прикрасою будь-якої зони відпочинку й водночас – самим складним за складом та силою емоціонального впливу на людину водним пристроєм, який є у парках та садах [6].

В процесі створення таких об'єктів як каскади намагаються досягти ефекту суцільного потоку води, що переливається з одного рівня на інший (з попередньої сходини каскаду на наступну), що має більш ефектний вигляд ніж перелив у вигляді окремих струменів навіть однакових та рівномірно розташованих по всій ширині, при цьому ширина водозливного

фронту сягає величини декількох метрів або десятки метрів, а величина напору складає невелику величину – 1-2 см.

Постановка проблеми. З точки зору гідравлічних розрахунків сходинка каскаду є водозливом – в залежності від розмірів та конструктивних особливостей – практичного профілю або з широким порогом. У навчальній та довідковій літературі наведені формули для розрахунку означених водозливів [7-11], також наведені числові значення коефіцієнтів витрат водозливів – в залежності від конструкції та умов роботи або розрахункові залежності, які дозволяють визначити значення коефіцієнтів витрат для тих чи інших умов. Зазвичай наводяться значення коефіцієнтів, враховуючих умови роботи притаманні водозливам, що використовуються в галузі гідротехнічного будівництва, водопостачання, водовідведення. Перелив води з малим напором на великій довжині водозливного фронту є характерною картиною наприклад у випадку збору освітленою води в очисних спорудах таких як відстійники, але в цьому випадку проблему рівномірного розосередженого переливу через водозлив розв'язують шляхом використання щілинних або зубчастих водозливів [6]. Для використання в об'єктах ландшафтного дизайну такий спосіб не завжди є прийнятним оскільки завданням є не просто рівномірний відбір води по всій ширині водозливного фронту (неважливо у якому вигляді) а саме створення суцільної поверхні потоку води, що переливається через поріг сходини каскаду. У випадку використання зубчастого водозливу витрата повинна бути майже незмінною – в такому випадку можемо отримати картину переливання як зображено на рис 2, а, а якщо витрата буде коливатись то картина течії буде як це зображено на рис. 2, б, або геометричний напір на водозливі буде перевищувати висоту зубців – що не є вдалим рішенням.

Використання зубчастих водозливів, розрахованих за наближеними формулами витрати через трикутний водозлив рекомендується у випадку розрахунків переливів чаш фонтанів [7]. Але в такому випадку отримаємо ряд окремих струменів а

не суцільну водну поверхню потоку, як наприклад зображена на рис. 3.

Для забезпечення картини течії як зображено на рис. 3 потрібне створення певного напору на водозливі. Для випадку каскадів, сходи́ни яких є водоймами із значною величиною площини дзеркала води, напір на водозливі обумовлює об'єм, який потрібно додатково подати для отримання бажаної картини течії у водному об'єкті (елементи ландшафтної архітектури). Додатковий об'єм тягне за собою додаткові затрати на переміщення води, її очищення, тому слід намагатися досягти наміченого візуального ефекту з найменшими затратами.

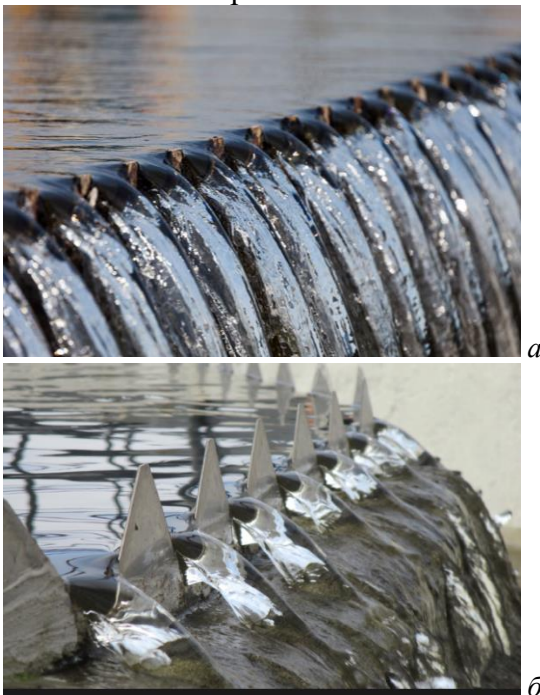


Рис. 2. Використання зубчастого водозливу



Рис. 3. Отримання бажаної картини течії у водному об'єкті

Застосуванню в якості переливу на наступну сходи́ну водозливу практичного

профілю ускладнюється тим, що певне криволінійне окреслення потрібно забезпечити на достатньо великій довжині водозливного фронту й це може виявитись досить складним практичним завданням. Найбільш приємним розв'язанням зазначеною задачі є застосування водозливів з широким порогом.

Виклад основних матеріалів. дослідження. В якості об'єкта дослідження виступили водозливи каскаду з питомою витратою $0,0044 - 0,0098 \text{ м}^2/\text{с}$, спорудження якого планується в одному з міст України.

Для отримання візуального ефекту поєднання граничних станів водної стихії – статичного та динамічного, бажано було б отримати картину течії на водозливі таку як на рис. 4, а, але насправді у випадку водозливу з широким порогом отримуємо картину течії як на рис. 4, б, де значення напору на водозливі H та глибина води на порозі – h , знаходяться у співвідношенні $\frac{h}{H} \approx \frac{2}{3}$ [10].

У випадку невеликих напорів H – сантиметри, різниця між напором та глибиною на порозі стає малопомітною, але залишається питання визначення величини напору на водозливі та форми вихідного порогу водозливу для отримання сталої суцільної поверхні потоку, що сходить з водозливної стінки.

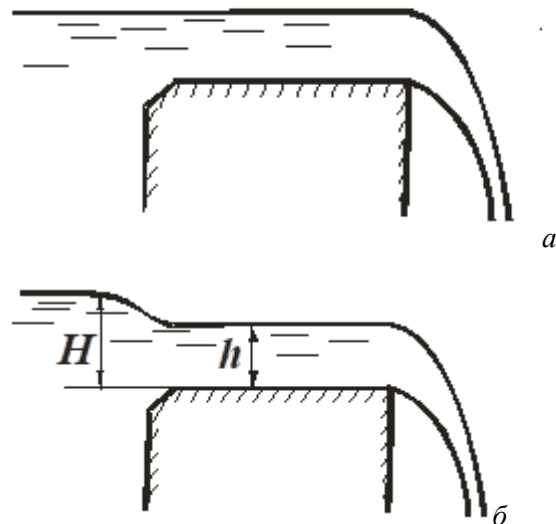


Рис. 4. Картини течії на водозливі

Експериментально було встановлено, що у випадку виконання умови $(2,5 \leq \frac{\delta}{H} \leq 10)$ ширина порогу δ

(товщина стінки) фактично не впливає на величину коефіцієнта витрати водозливу [13]. Для гідротехнічних споруд певних класів розрахунок споруд виконується за формулами водозливів з широким порогом навіть за умов $\delta < (15 - 20)H$. Для розрахунку напору на водозливі скористалися загальною формулою для витрати через водозлив (1), прийнявши коефіцієнт витрати $m = 0.32$.

$$Q = mb\sqrt{2g}H^{3/2}; \quad (1)$$

де Q – витрата через водозлив, m – коефіцієнт витрати водозливу, b – ширина водозливу; H – напір на водозливі

Для водозливів з широким порогом значення висоти стінки та напору є сумірними, формули для визначення коефіцієнта витрати наводяться для співвідношення висоти водозливної стінки P та напору $H \frac{P}{H} < 3$ [11]. Для випадку $\frac{P}{H} > 3$ рекомендується приймати сталі значення коефіцієнтів витрати.

Було встановлено, що у випадку невеликої величини напору на водозливі стають суттєвими та сумірними з силами ваги сили поверхневого натягу та сили в'язкості, тому розрахунки виконані за формулами та рекомендаціями довідкової та навчальної літератури [8-12] не дають точної відповіді [14].

Під час попередніх експериментальних досліджень моделі водозливу каскаду було виявлено, що значення напорів, розраховані за залежністю (1) та виміряні відрізняються на 10–15 %. Крім того виявилось, що картина течії на водозливі має вигляд, як зображено на рис. 5, а, тобто отримуємо картину течії притаманну водозливам практичного профілю, а не водозливам з широким порогом.

Глибина потоку на порозі водозливу h не залишалась незмінною по всій довжині водозливу, а поступово зменшувалась як на водозливі практичного профілю, хоча за значеннями співвідношень $\frac{\delta}{H}$, що мали місце під час дослідів, пристрій слід відносити до водозливів з широким порогом.

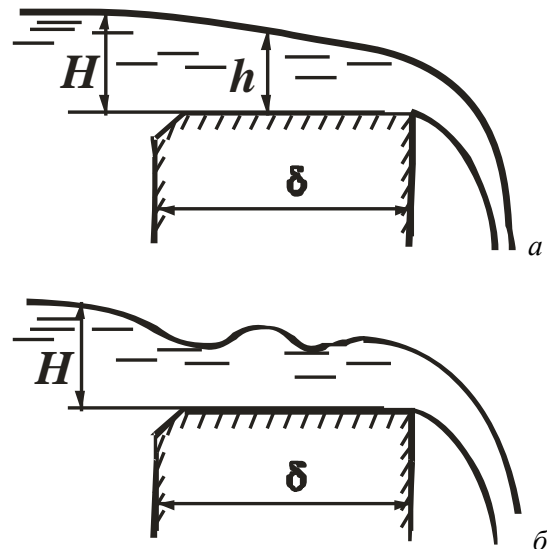


Рис. 5. Картини течії на водозливі

Для отримання візуального ефекту поєднання двох станів водної стихії статичного та динамічного бажано уникнути утворення перехідних нестабільних процесів (рис. 5. б), які можуть мати місце наприклад, якщо величина $\frac{\delta}{H}$ сягає значень, за яких пристрій слід розглядати не як водозлив а як короткий канал.

Досліди, проведені на моделі, показали, що за малих значень напорів та глибин води на порозі водозливу, для отримання вільного струменю при сходженні з водозливу вихідний поріг повинен мати прямокутні окреслення.

Результатами дослідження є висновки про те, що розрахунки водозливів водних об'єктів ландшафтної архітектури не можуть виконуватись за загальними рекомендаціями для водозливів особливо за малих значень напорів. Для отримання більш детальної інформації потрібно проведення більш детальних експериментальних досліджень.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Церковная О.Г. Нормативное определение фонтанов в системе городской среды. *Научный вестник строительства*. Харьков: ХНУБА, 2019. Т.1. №2 (96). С.118-125.
2. Усачева Е.Ю. Развитие формирования архитектурно-ландшафтной среды городских парков. *Научный вестник строительства*. ХДТУБА, ХОТВ АБУ. 2011. Вып. 63. С.20-25.
3. Baker S.K. *Water and fountains in urban space. Of the degree master of science in visual studios*

- at the Massachusetts institute of technology. 1986. 147 p.
- Капустина А.Е. Водные сооружения в ландшафтном дизайне. *Достижения и проблемы современной науки: сборник статей Международной научно-практической конференции* (30 апреля 2015 г., г. Уфа). Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС. 2015. 140 с.
 - Гидротехнические объекты ландшафтной архитектуры*. С.-Петербург. ун-т высоких технологий. URL: <http://tehlib.com/arhitektura/gidrotehnicheskie-obekty-landshaftnoj-arhitektury-chast-i/>
 - Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. *Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений*. 2-е изд. перераб. и доп. Учебное пособие. М.: Издательство АСВ, 2004. 496 с.
 - Спышно П.А. *Фонтаны. Описание, конструкции, расчет*. М.: Государственное издательство архитектуры и градостроительства. 1950. 172 с.
 - Константинов Ю.М., Гіжа О.О. *Технічна механіка рідини і газу*. К.: Вища школа, 2002. 277 с.
 - Константинов Ю.М., Гіжа О.О. *Інженерна гідравліка*. К.: Вища школа, 2004. 432 с.
 - Большаков В.А., Константинов Ю.М., Попов В.И. и др. *Справочник по гидравлике*. 2-е изд. К.: Вища школа, 1984. 280 с.
 - Справочник по гидравлическим расчетам* / Под ред. П.Г. Киселева. Изд. 5-е. М.: «Энергия», 1974. 312 с.
 - Альтшуль А.Д., Калицун В.И., Майраневский Ф.Г., Польгунов П.П. *Примеры расчетов по гидравлике*. Учебное пособие для вузов / Под ред. А.Д. Альтшуля. М.: Стройиздат, 1977. 255 с.
 - Березинский А.Р. *Пропускная способность водослива с широким порогом*. М.-Л.: Стройиздат, 1950. 149 с.
 - Медзвелья М.Л., Пипия В.В. Коэффициент расхода водослива с широким порогом в области малых напоров. *Вестник МГСУ*, 2013. №4. С. 167-171.

Рязанцев А.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОСЛИВОВ С ШИРОКИМ ПОРОГОМ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ. В работе рассматриваются вопросы расчета водосливов с широким порогом для случаев их использования в объектах ландшафтной архитектуры.

Ключевые слова: водослив с широким порогом, водослив практического профиля, малый напор, коэффициент расхода, ландшафтная архитектура.

Rizantsev O.I. THE USING OF BROADCRESTED SPILLWAY IN WATER OBJECTS OF LANDSCAPE ARCHITECTURE.

The paper deals with the calculation of large-scale spillways, which are used in objects of landscape architecture

Key words: widespread spillway, practical spillway, low head, coefficient of head, landscape architecture.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-97-3-126-134
УДК 628.15

Ткачук О.А.¹, Шевчук А.Ю.²

¹ Національний університет водного господарства та природокористування
(вул. Соборна, 11, Рівне, 33028, Україна; e-mail: o.a.tkachuk@nuwm.edu.ua; orcid.org/0000-0002-3036-0010)

² Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
(вул. Коцюбинського, 2, Чернівці, 58002; e-mail: a4427626@gmail.com; orcid.org/0000-0002-6905-3392)

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ НАДІЙНОСТІ СПОРУД ВОДОПОСТАЧАННЯ

У роботі обґрунтовано доцільність оцінки функціональної надійності споруд водопостачання за стаціонарними коефіцієнтами оперативної готовності з їх відповідністю нормативним величинам коефіцієнтів технічного використання. Визначено їхні числові значення для кожної із трьох категорій систем водопостачання для умов зниження подачі води та обмежень у водопостачанні. Теоретично обґрунтовано основні положення методики інженерних розрахунків функціональної надійності споруд водопостачання.

Ключові слова: коефіцієнт оперативної готовності, коефіцієнт технічного використання, надійність, споруди водопостачання.

Вступ. Збої у водопостачанні населених пунктів, промислових та сільськогосподарських об'єктів призводять не

тільки до незручностей, зниження комфорту і санітарного благоустрою у місцях споживання води, але й до значних