

А.П. КАЛЮЖНИЙ, кандидат технічних наук

Л.Л. ЗУБРИЧЕВА

Е.Р. МИХАЙЛИК

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

АСПЕКТИ ГІДРАВЛІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ МЕРЕЖ ВОДОВІДВЕДЕННЯ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

Проаналізовані аспекти гідравлічних розрахунків мереж водовідведення в сучасних умовах на прикладі малого міста, яке розташоване в центральній частині України. Наведено приклад креслень повздовжніх профілів головного колектора за проведеними розрахунками. Визначено найбільш придатні для використання таблиці з точки зору техніко-економічних розрахунків.

Ключові слова. Гідравлічний розрахунок, таблиці гідравлічного розрахунку, водовідвідні мережі, стічна вода, труби, діаметр.

Проанализированы аспекты гидравлических расчетов сетей водоотведения в современных условиях на примере малого города, расположенного в центральной части Украины. Приведен пример чертежей продольных профилей главного коллектора по проведенным расчетам. Определены наиболее приемлемые для использования таблицы с точки зрения технико-экономических расчетов.

Ключевые слова. Гидравлический расчет, таблицы гидравлического расчета, водоотводящие сети, сточная вода, трубы, диаметр.

The article has analyses aspects of hydraulic calculations of networks sewerage in modern conditions on the example of a small city which located in the central part of Ukraine. An example of drawings of the longitudinal profiles of the main collector is given in the calculations. There have been proposed a more economically expedient table.

Keywords. Hydraulic calculation, hydraulic calculation tables, sewerage networks, wastewater, pipes, diameter.

Постановка проблеми. Для забезпечення нормального санітарно - гігієнічного стану населених пунктів повинен належно функціонувати весь комплекс каналізаційної системи. Необхідною умовою цього є правильно і якісно виконаний гідравлічний розрахунок мережі водовідведення. Проте удосконалення нових технологій та матеріалів водовідвідних мереж передбачають зміни у гідравлічному розрахунку трубопроводів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

В джерелі [7,195] оцінено таблиці гідравлічного розрахунку водовідвідних труб за допомогою економічного фактора.

Економіко-технічні складові вартості мережі водовідведення залежно вибору таблиць гідравлічного розрахунку з урахуванням сучасних матеріалів розглядалися в роботі [8,33].

Розгляд можливих технічних рішень для забезпечення обґрунтованого проектування або реконструкції мережі водовідведення наведено в статті [9,150].

Проаналізовано використання альтернативних методик гідравлічного розрахунку каналізаційних трубопроводів з полімерних матеріалів [10, 43].

Виділення не розв'язаних раніше частин проблем.

Гідравлічні розрахунки водовідвідних мереж складніші за гідравлічні розрахунки водопровідних мереж. Якщо гідравлічні розрахунки водопровідних мереж на теренах України виконуються за таблицями [5,116], то при виконанні гідравлічних розрахунків мереж водовідведення проєктанти іноді знаходяться в роздумах, які з відомих та чисельних таблиць для гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж взяти за основу і чому.

Мета статті полягає у виборі оптимального варіанту таблиць гідравлічного розрахунку для виконання гідравлічних розрахунків мереж водовідведення при проектуванні чи реконструкції систем водогосподарського комплексу (ВКГ).

Для цього сформульовано такі завдання дослідження:

- проаналізувати теорію та розглянути основні принципи розрахунку;
- використати найпопулярніші таблиці [2,3,4] для гідравлічного розрахунку мереж водовідведення населеного пункту;
- побудувати повздовжні профілі водовідвідних колекторів за трьома розрахованими варіантами;
- обґрунтувати висновки щодо використання таблиць [2,3,4].

Виклад основного матеріалу.

Системи водовідведення призначені для збору, транспортування, очищення і знезараження стічних вод та випуску їх у водойми. Стічні води у водовідвідній мережі рухаються в основному самопливом.

Для практичних розрахунків обрано місто, яке розташоване у центральній частині України на берегах водойми та має у своєму складі два райони різної щільності населення та ступенів благоустрою [7,194].

Вихідними даними до розрахунків є графіки притоку і відкачування стічних вод від населеного пункту; добова кількість стічних вод; геодезичні позначки місцевості, трасування мережі, довжини розрахункових ділянок.

Для раціонального проектування водовідвідних мереж потрібно так підібрати діаметри і позначки лотків колекторів, щоб вартість мережі була мінімальною. Також самопливні колектори повинні забезпечити пропуск

розрахункових витрат при допустимих самоочищувальних швидкостях руху стічної рідини [1,39].

Гідравлічний розрахунок являє собою складний процес, який враховує гідравлічні фактори дійсних фізичних явищ, котрі відображені в методах розрахунку. Водовідвідні труби відносяться до відкритих русел, так як мають вільну поверхню рідини, яка знаходиться під дією під дією атмосферного тиску. При цьому змочений периметр є лише частиною загального периметру живого перерізу. Основною формулою гідравлічного розрахунку руху стічної води в самопливних трубах є формула Шезі [6, 206].

$$U = C\sqrt{RI}, \quad (1)$$

де U – швидкість руху стічної води, м/с; C – коефіцієнт Шезі, R – гідравлічний радіус, м; l – гідравлічний ухил.

$$R = \frac{\omega}{\chi} \quad (2)$$

де ω – площа живого перерізу труби, м², χ – змочений периметр, м.

Використовуючи формулу для визначення витрати $Q = \omega \cdot U$, отримаємо основну залежність, яка застосовується при гідравлічному розрахунку відкритих русел.

$$Q = \omega \cdot C\sqrt{RI}. \quad (3)$$

Для підвищення якості та скорочення термінів розрахунку використовуємо програму Microsoft Excel. Водовідвідна мережа міста обраховувалася три рази за різними таблицями [2,3,4]. За результатами гідравлічних розрахунків побудовані повздовжні профілі колекторів.

Для того щоб чіткіше було видно різницю прокладання головного колектора при використанні різних таблиць гідравлічного розрахунку частини повздовжніх профілів головного каналізаційного колектора винесено на одне креслення (рис.1). На рис.1а наведено профіль побудований згідно розрахунків за таблицями [3], рис. 1б відображає профіль каналізаційного колектора відповідно гідравлічних розрахунків за джерелом [2]. Повздовжній профіль головного колектора виконаний за [4] показано на рис. 1в. Таким чином простіше провести порівняння.

У всіх варіантах розрахунків прийнята однакова початкова глибина закладання, яка складає 1,50 м. Жирним шрифтом виділено варіанти з порівняно найбільшою глибиною закладання чи діаметром.

Аналізуємо ділянку 0-1. Найменший діаметр підібраний за таблицями [3], проте глибина закладання згідно цих таблиць є найбільшою. На ділянці 1-2 діаметри за таблицями [3] і [4] рівні, але глибина закладання при розрахунку за таблицями [4] є найменшою, а за таблицями [3] – найбільшою.

На ділянці 2-3 і глибина закладання і діаметр є найменшим при користуванні таблицями [4], а найбільшими – при користуванні таблицями [3]. На наступній ділянці 3-4 діаметр є найменшим за таблицями [2]. За

таблицями [4] і [3] діаметри однакові, проте глибина закладання при користуванні джерелом [4] є найменшою, а при користуванні таблицями [3] – найбільшою.

Розглядаємо ділянку 4-5. Найбільший діаметр підбрано за таблицями [3], а за двома іншими варіантами таблиць – діаметри рівні. Проте труби за таблицями [2] прокладаються глибше порівняно з двома іншими варіантами, а за таблицями [4] глибина закладання є найменшою.

Ділянка 5-6: найменші глибина закладання і діаметр будуть при використанні таблиць [4]. Найбільший діаметр пропонують таблиці [3], а згідно таблиць [2] підбрано менший діаметр, але більшу глибину закладання. На наступній ділянці 6-7 найбільший діаметр отримаємо при користуванні таблицями [2]. В двох інших випадках отримаємо однакові діаметри, але найменшу глибину закладання при користуванні таблицями [4] і найбільшу – при користуванні таблицями [3].

На ділянці 7-8 діаметр за трьома варіантами отримаємо однаковий, проте звертаємо увагу на глибину закладання головного каналізаційного колектора. При розрахунку за таблицями [4] глибина найменша, а за таблицями [2] найбільша.

На останній ділянці 8-9 діаметр і глибини закладання є найменшими за таблицями [4]. За двома іншими варіантами таблиць діаметри однакові, різниця лише в глибині закладання. За таблицями [2] глибина буде більшою ніж за таблицями [3].

Отже, при використанні таблиць [3] підбрані труби діаметром від 200 до 900 мм, а в кінці головного колектору глибина закладання трубопроводу становить 5,80 м. При використанні таблиць [2] діаметри труб в діапазоні – 250...900, глибина закладання колектору на ділянці 8-9 сягає 6,40 м. При використанні таблиць [4] діаметри труб від 250 мм до 800 мм, а кінцева – 5,22 м.

Висновки

1. Виконані розрахунки та побудовані повздовжні профілі головного каналізаційного колектора 0-9, що дало можливість визначити найбільш раціональне конструктивне виконання креслення профілів водовідвідної мережі.

2. Позитивними чинниками використання таблиць [4] є зменшення капітальних затрат на прокладання, ремонт або реконструкцію мережі від 10% порівняно з таблицями [3] та до 25% порівняно з таблицями [2] із збереженням повної пропускнуєї спроможності системи водовідведення.

3. Визначення ефективного співвідношення між витратою стічної води, діаметром труб, ухилом та матеріалом труб дає змогу суттєво зменшити витрати на матеріали та знизити собівартість відведення стічної води.

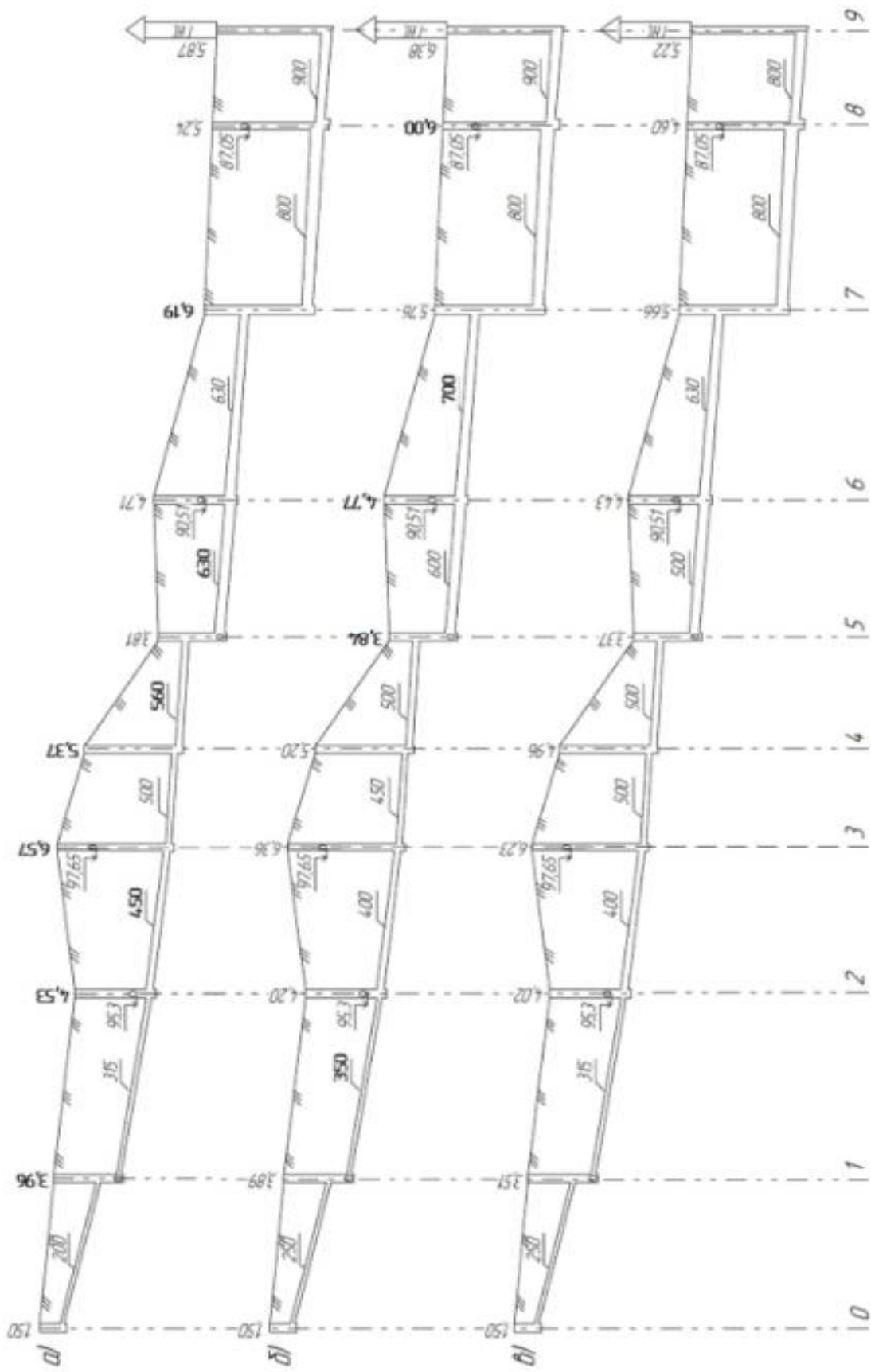


Рис. 1. Частини повздовжніх профілів головного каналізаційного колектора.

4. Зменшення тарифу на воду та водовідведення, що включає в себе і собівартість, можливе при зниженні капітальних та експлуатаційних затрат і підтверджує актуальність проблеми і необхідність подальших науково-теоретичних досліджень.

Отже, при використанні таблиць [3] підібрані труби діаметром від 200 до 900 мм, а в кінці головного колектору глибина закладання трубопроводу становить 5,80 м. При використанні таблиць [2] діаметри труб в діапазоні – 250...900, глибина закладання колектору на ділянці 8-9 сягає 6,40 м. При використанні таблиць [4] діаметри труб від 250 мм до 800 мм, а кінцева – 5,22 м.

Висновки

1. Виконані розрахунки та побудовані повздовжні профілі головного каналізаційного колектора 0-9, що дало можливість визначити найбільш раціональне конструктивне виконання креслення профілів водовідвідної мережі.

2. Позитивними чинниками використання таблиць [4] є зменшення капітальних затрат на прокладання, ремонт або реконструкцію мережі від 10% порівняно з таблицями [3] та до 25% порівняно з таблицями [2] із збереженням повної пропускнуєї спроможності системи водовідведення.

3. Визначення ефективного співвідношення між витратою стічної води, діаметром труб, ухилом та матеріалом труб дає змогу суттєво зменшити витрати на матеріали та знизити собівартість відведення стічної води.

4. Зменшення тарифу на воду та водовідведення, що включає в себе і собівартість, можливе при зниженні капітальних та експлуатаційних затрат і підтверджує актуальність проблеми і необхідність подальших науково-теоретичних досліджень.

Список літератури

1. *ДБН В. 2.5. – 75: 2013* Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Київ.: МРРБ та ЖКГ України, 2013. 210 с
2. *Лукиних А.А., Лукиних Н.А.* Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского / 4-е изд, доп. М.; Стройиздат, 1974. 156 с.
3. *Карелин Я.А.* Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей из пластмассовых труб круглого сечения: справочное пособие / М.: Стройиздат, 1986. 53 с.
4. *Корсис.* Безнапорная и ливневая канализация: техническое руководство К: Группа поли пластик, 2011. 44 с.
5. *Шевелев Ф.А.* Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб/ Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев // Справ. пособие. 8-е изд., перераб. и доп. М: ООО «БАСТЕТ», 2007. 336с.
6. *Константинов Ю.М., Гіжа О.О.* Технічна механіка рідини і газу:

Підручник. К.: Вища шк., 2002. 277 с.: іл..

7. *Калюжний А.П.* Економічне порівняння варіантів гідравлічного розрахунку мережі водовідведення / А.П.Калюжний, Л.Л. Зубричева, О.О. Кривенко // Науковий вісник будівництва: Зб. наук. пр. Вип.№1 (83). Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2016. С. 193-196.

8. *Калюжний А.П., Зубричева Л.Л.* Оцінювання відповідності таблиць гідравлічного розрахунку водопровідних труб сучасним матеріалам труб // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. К.: КНУБА, № 27, 2016. С. 149-155.

9. *Kalyuzhniy A.P.* Comparison of the hydraulic calculations tables networks sewerage» A.P.Kalyuzhniy L.L. Zubricheva, O.O. Kryvenko // Сборник научных трудов «Energy, energy saving and rational nature use», 2015, Вып №2 (5) С.32-35.

10. *Аверкеев И.* Сравнительный анализ альтернативных методик гидравлического расчета канализационных трубопроводов из полимерных материалов // Журнал: «Полімерні труби – Україна». Вип.№4 (37). К: Група поліпластик, 2015. С. 42-45.

Стаття надійшла до редакції 20.11.17