ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ ВИТРАТ ВОДИ В ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ, ЗДІЙСНЕНИХ ЗА РІЗНИМИ НОРМАТИВНИМИ ДОКУМЕНТАМИ

Андрій Кравчук[1], Олександр Кравчук[2], Сергій Міряєв[3]

Київський національний університет будівництва і архітектури
31, пр. Повітрофлотський, м. Київ, Україна, 03037
[1]докт. техн. наук, kravchuk.am@knuba.edu.ua, orcid.org/0000-0001-8732-9244
[2]канд. техн. наук, kravchuk.oa2@knuba.edu.ua, orcid.org/0000-0001-6578-8896
[3]miriaiev_ss@knuba.edu.ua, orcid.org/0000-0002-3881-3790

DOI: 10.32347/2524-0021.2022.38.38-42

Анотація. В даній роботі на основі аналізу діючих і скасованих нормативних документів здійснено розрахунки витрат води на вводах в житлові будинки для різних норм водоспоживання, кількості квартир і встановлених санітарно-технічних приладів. Результати розрахунків представлено у вигляді відповідних графіків. Здійснено порівняльну оцінку і аналіз отриманих розрахункових даних. При підготовці роботи було розглянуто три методики розрахунку об'ємів водоспоживання, які за останні 65 років активно використовувались в практиці інженерних розрахунків. А саме: методики, яка базується на використанні поняття еквівалентів, що були введені для описання характеристик кожного типу санітарно-технічних приладів; методики із застосуванням поняття ймовірності дії санітарних приладів, а також діючої методики, яка базується на співвідношенні між максимальною і середньогодинною нормами водоспоживання. Результати проведеного аналізу дозволяють зробити висновок про те, що в перших розглянутих будівельних нормах попередніх років були суттєво завищені витрати води на вводах в житлові будинки. Навпаки в других – дещо занижені. Найбільш оптимальні витрати наведені у діючих будівельних нормах.

Ключові слова: водоспоживання, внутрішній водопровід, витрата води, норма водопостачання, санітарно-технічний прилад.

ВСТУП

Одним з ефективних методів раціонального і ефективного використання наявних водних ресурсів та підвищення рівня комфортності проживання людей є розробка і застосування на практиці досконалих нормативних документів, в яких нормуються і розробляються питання проєктування та розрахунку внутрішніх і зовнішніх систем водопостачання.

Разом з тим протягом тривалого часу, у відповідності зі зміною потреб споживачів, стратегічних підходів до вирішення цього питання, самі нормативні документи також змінювались. Це в повній мірі стосується і нормативних вимог, які стосуються об'ємів водоспоживання в житлових будівлях.

МЕТА І МЕТОДИ

Метою роботи є аналіз приведених в будівельних нормах методик інженерного розрахунку об'ємів водоспоживання в житлових будівлях, які застосовуються в даний час та використовувались раніше, а також порівняння отриманих результатів. При підготовці роботи застосовувались методи математичного аналізу приведених розрахункових залежностей, здійснена оцінка виникаючих похибок

© Кравчук А., Кравчук О., Міряєв С., 2022

розрахунків, визначено найбільш раціональні методики розрахунку. Як показав проведений аналіз літературних джерел з даного питання, за останні 65 років у вітчизняних будівельних нормах було застосовано мінімум три основних методики розрахунку витрат води споживачами в житлових будівлях. Історично перша з розглянутих методик базується на прийнятих значеннях еквівалентів, які були введені для описання характеристик кожного типу санітарно-технічних приладів [1, 2]. При описанні наступної методики застосовано поняття ймовірності дії санітарних приладів [3]. У відповідності з діючими в даний час Державними будівельними нормами [4] розрахункова витрата води на вводі в житловий будинок визначається в залежності від норми водопостачання і співвідношення між максимальною і середньогодинною нормами водоспоживання.

Перед конкретним розглядом даного питання необхідно відмітити певні особливості роботи санітарно-технічного обладнання житлового будинку. По-перше, треба вказати, що процес використання води споживачами і вся внутрішня водопровідна система в загальному випадку працює в нестаціонарному гідравлічному режимі. В зв'язку з цим скласти математичну модель роботи системи можливо тільки на основі наявності досить великого масиву експериментальних даних. Можна аргументовано стверджувати, що всі розглянуті нижче методики розрахунку базуються і побудовані на результатах натурних досліджень. При цьому при їх розробці застосовувались елементи теорії ймовірності.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПОЯСНЕННЯ

Розрахунок за методикою, яка приведена в діючих ДБН В.2.5-64:2012 [4]

У відповідності з нею порядок розрахунку водоспоживання житлового будинку є наступним:

– визначаємо середню за годину витрату одним споживачем, л/год, яка знаходиться з виразу

$$q_T^{tot} = \frac{Q_T^{tot}}{T}, \qquad (1)$$

де Q_T^{tot} – середні (за рік) добові витрати води (загальної холодної і гарячої) за розрахунковий час споживання води, л/добу на одного мешканця [4, додаток А, табл. А.1]; T = 24 – розрахунковий час споживання води в житловому будинку, год;

– розраховуємо максимальну добову норму водоспоживання одним споживачем в будинку за формулою:

$$Q_{\max}^{tot} = Q_T^{tot} \times k_d, \qquad (2)$$

де k_d – коефіцієнт максимальної добової нерівномірності, який приймається згідно з таблицею [4, додаток А, табл. А.4] в залежності від середньої за годину витрати q_T^{tot} і кількості приладів (N) або споживачів (U);

– за даними [4, додаток А, табл. А.5] за величиною середньої витрати за годину q_T^{tot} і кількості встановлених в будівлі санітарно-технічних приладів N визначаємо максимальну секундну витрату води (загальної) на вводі в будинок q^{tot}.

Розрахунок за методикою, яка приведена в СНиП II-30-76 [3]

Відповідно до методики, приведеної в [3, 5]:

– визначаємо диктуючий прилад (зазвичай для житлових будівель це ванна з витратою $q_0^{tot} = 0{,}25$ л/с) і магістраль;

– розраховуємо ймовірність дії санітарних приладів формулою:

$$P = \frac{q_{hr}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_0^{tot} \cdot N}, \qquad (3)$$

де q_{hr}^{tot} – норма витрати води (л), одним споживачем в годину максимального водопостачання [3, табл.2];

– для всього будинку підраховуємо добуток NP;

– за додатком 1 [3] по розрахованому значенню добутку NP знаходимо величину коефіцієнта α;

– витрату води (загальної) на вводі в будинок розраховуємо за залежністю:

$$q^{tot} = 5q_0^{tot}\alpha \text{, л/с.} \qquad (4)$$

Розрахунок за методикою, яка приведена в будівельних нормах 1954 року [1] та СНиП II-Г.1-62 [2]

Згідно з цією методикою для практичних розрахунків введено поняття одиниці витрати – еквівалент N, в якості якого прийнята розрахункова витрата водорозбірного крану, яка дорівнює 0,2 л/с. Витрати всіх інших санітарних приладів зведені до цього еквівалента наступним чином: змішувач умивальника – $N = 0{,}5$; змішувач мийки на кухні – $N = 0{,}5$; змішувач ванни – $N = 1{,}5$; поплавковий клапан змивного бачка – $N = 0{,}5$.

Розрахункова секундна витрата води у житлових будинках розраховується за емпіричною формулою:

$$q = 0{,}2\sqrt[q]{N} + kN \text{,} \qquad (5)$$

де q – розрахункова витрата води, л/с; α – величина, яка залежить від прийнятої норми водопостачання на 1 споживача за добу, яка приймається за табл. 6 [2]; N – загальна кількість еквівалентних одиниць встановлених приладів у будинку; k – коефіцієнт, який приймається в залежності від кількості еквівалентних одиниць приладів N за табл. 7 [2].

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Для можливості узагальнення отриманих результатів при підготовці представленої роботи здійснено розрахунки витрати води (загальної) на вводі в будинок в досить широкому діапазоні зміни характеристик: кількість квартир в будинку: 20, 60, 100, 150, 200, 300, 500; кількість встановлених санітарно-технічних приладів: $\sum N$ = 80, 240, 400, 600, 800, 1200, 2000. Розрахунки було виконано для середньодобових норм водопостачання загальної води на вводі в будинок: Q_T^{tot} = 250, 210, 150 л/добу.

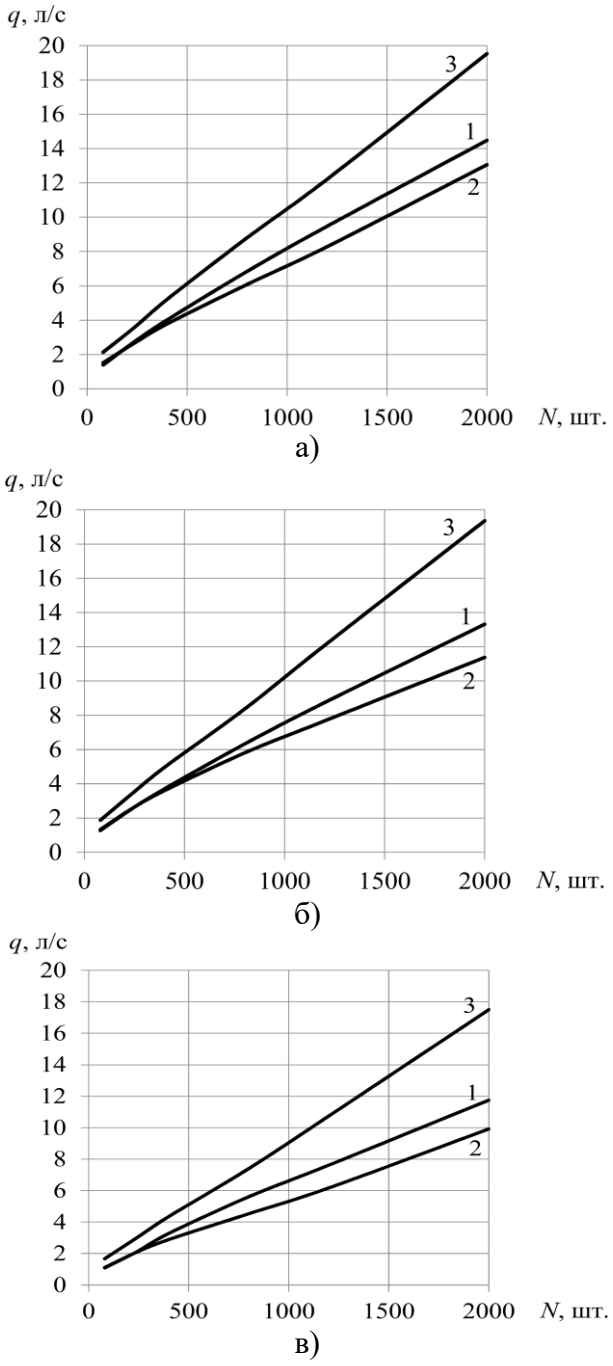

Рис. 1. Залежність величини витрати на вводі у житловий будинок від кількості встановлених санітарно-технічних приладів: а) при Q_T^{tot} = 250 л/добу;

б) при Q_T^{tot} = 210 л/добу;

в) при Q_T^{tot} = 150 л/добу

Fig. 1. Dependence of the amount of consumption at the entrance to the house on the number of installed sanitary appliances

а) at Q_T^{tot} = 250 l/day;

б) at Q_T^{tot} = 210 l/day;

в) at Q_T^{tot} = 150 l/day

Результати розрахунків представлено на графіках (рис. 1). На них показана залежність витрати на вводі в будинок (q) від кількості встановлених санітарно-технічних приладів у ньому (N).

На представлених графіках крива 1 відповідає даним, які отримані при розрахунку за методикою приведеною у діючих будівельних нормах [4]. Крива 2 – за даними розрахунку за методикою, яка представлена у недіючих нормах [3]. Крива 3 – за недіючими нормами [1, 2].

Аналізуючи приведені графіки можна відмітити, що дані, отримані за методикою [1, 2], дають суттєво завищені витрати води при різних нормах водопостачання. Причому, чим більша кількість встановлених санітарно-технічних приладів у споруді, тим більше розходження між даними отриманими за різними методиками.

Дані, отримані за недіючою методикою розрахунку [3], мають найменші розрахункові значення, що відмічалось багатьма спеціалістами [6-8].

Результати розрахунку за методикою, приведеною у діючих ДБН [4], займають проміжне положення по відношенню до розглянутих методик. Причому вони значно ближчі за значенням до методики [3] ніж до методики [1]. Це пояснюється тим, що методика [3] вважається більш сучасною по відношенню до методики [1].

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

На основі представлених в даній роботі матеріалів можна зробити наступні висновки:

1. Проведено аналіз існуючих методик розрахунку об’ємів водоспоживання житлових будівель, які приведені в діючих і скасованих будівельних нормах.

2. Здійснено розрахунок витрат води на вводах житлових будинків при різних нормах водоспоживання і кількості встановлених санітарно-технічних приладів.

3. Показано, що витрати води на вводі в житловий будинок, які розраховані за діючими будівельними нормами [4], найбільш повно відповідають реальній картині водоспоживання об’єкта.

ЛІТЕРАТУРА

1. **СНиП.** Нормы строительного проектирования. Часть II. М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1954. 402 с.

2. **СНиП II-Г.1-62**. Глава 1. Внутренний водопровод жилых и общественных зданий. М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962. 19 с.

3. **СНиП II-30-76 с изменениями**. Часть II, глава 30. Внутренний водопровод и канализация зданий. М.: Стройиздат, 1977. 55 с.

4. **ДБН В.2.5-64:2012**. Внутрішній водопровід та каналізація. Мінрегіон України. К.: Укрархбудінформ, 2013. 105 с.

5. **Кравчук А.М., Кравчук О.Я.** Водопостачання і водовідведення. Навч. посібник. К.: КНУБА, 2012. 180 с.

6. **Репин Н.Н., Шопенский Л.А.** Санитарно-технические устройства и газоснабжение зданий. Учебник. М.: Стройиздат, 1975. 288 с.

7. **Сергеев Ю.С., Боровский Э.Р., Кравчук А.М., Ивченко В.Д.** Санитарно-техническое оборудование зданий. Примеры расчета. Учеб. Пособие. К.: Вища школа, 1991. 206 с.

8. **Кравченко В.С.** Водопостачання та каналізація. Навч. посібник. К.: Кондор, 2007. 120 с.

REFERENCES

1**. State Committee of the Council of Ministers of the USSR for Construction Affairs (1954)**. *SNiP. Norms of Building Design. Part II*. Moscow, USSA: State Publishing House of Literature on Construction and Architecture. [in Russian]

2. **State Committee of the Council of Ministers of the USSR for Construction Affairs (1962).** *SNiP II-G.1-62. Chapter 1: Internal Water Piping of Residential and Public Buildings*. Moscow, USSA: State Publishing House of Literature on Construction, Architecture, and Construction Materials. [in Russian]

3. **State Committee of the Council of Ministers of the USSR for Construction Affairs (1977)**. *SNiP II-30-76 with changes. Part II, Chapter 30: Internal water-supply and sewerage*

of buildings. Moscow, USSA: Stroyizdat. [in Russian]
4. **Ministry of Regional Development of Ukraine (2013)**. *DBN B.2.5-64: 2012. Internal water supply and sewerage*. Kyiv, Ukraine: Ukrarkhbudinform. [in Ukrainian]
5. **Kravchuk, A.M. & Kravchuk O.Ya. (2012).** *Water supply and water sewage: Tutorial*. Kyiv, Ukraine: KNUCA, 180. [in Ukrainian]
6. **Repin, N.N. & Shopenskiy, L.A. (1975)**. *Sanitary facilities and gas supply to buildings: Tutorial.* Moscow, USSA: Stroyizdat, 288. [in Ukrainian]
7. **Sergeev, Yu.S., Borovskiy, E.R., Kravchuk, A.M. & Ivchenko, V.D. (1991).** *Sanitary equipment of buildings. Calculation examples: Tutorial*. Kyiv, Ukraine: Vysha shkola, 206. [in Russian]
8. **Kravchenko, V.S. (2007)**. *Water supply and water sewage: Tutorial*. Kyiv, Ukraine: Kondor, 120. [in Ukrainian]

Comparative evaluation of the results of water consumption calculation in residential buildings, made according to different regulatory documents

Andriy Kravchuk, Oleksandr Kravchuk, Serhii Miriaiev

Abstract. Calculations of water consumption at the entrances to residential buildings for different standards of water consumption, the number of apartments and installed sanitary appliances are made on the basis of current and repealed regulations analysis. The results of the calculations are presented in the form of appropriate graphs. The comparative estimation and the analysis of the received settlement data are carried out. Three methods of calculating the volume of water consumption, which have been actively used in the practice of engineering calculations for the last 65 years, were considered during the preparation of the work. Namely: methods based on the use of the concept of equivalents that were introduced to describe the characteristics of each type of sanitary appliances; methods using the concept of the probability of action of sanitary appliances, as well as the current method, which is based on the ratio between the maximum and average hourly norms of water consumption. The results of the analysis allow to conclude that in the first considered building codes of previous years were significantly overestimated water consumption at the entrances to residential buildings. On the contrary, in the second it is somewhat underestimated. The most optimal discharges are given in the current building codes.

Keywords: water consumption, internal water supply, water consumption, water supply rate, sanitary appliance.

Стаття надійшла до редакції 23.02.2022