

УДК 614.841.45

*О.О. Сізіков, канд. техн. наук., ст. наук. співр., В.В. Ніжник, канд. техн. наук., ст. наук. співр., Р.В. Уханський, канд. техн. наук., Я.В. Балло*

## **ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ ВНУТРІШНЬОГО ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПРОВОДУ У ВИСОТНИХ БУДІВЛЯХ**

Наведено результати загального аналізу факторів, що негативно впливають на експлуатацію системи внутрішнього протипожежного водопостачання в будівлях з умовною висотою вище 73,5 м. Розглянуто вітчизняний та зарубіжний досвід експлуатації систем внутрішнього водопроводу висотних будівель. Обґрунтовано інженерні заходи для зменшення біологічного заростання внутрішнього водопроводу у висотних будівлях.

*Ключові слова:* системи внутрішнього протипожежного водопроводу, біологічне заростання, висотні будівлі, корозія труб, експлуатація внутрішнього водопроводу.

*O. Sizikov, Cand. Of Sc. (Eng.), Sen. St. Sc., V. Nizhnyk, Cand. Of Sc. (Eng.), Sen. St. Sc., R. Uhanskyi, Cand. Of Sc. (Eng.), Y. Ballo*

## **WAYS OF EFFECTIVE OPERATION OF INTERNAL FIRE-SUPPRESSION WATER PIPE SYSTEMS IN HIGH BUILDINGS**

The results of the overall analysis of the factors, which have negative influence on exploitation of internal fire-suppression water pipe system in buildings with relative height higher 73,5 m. Considered domestic and foreign experience of exploitation of internal water pipe systems of high buildings. Well-founded engineering measures to reduce biological growth of internal water pipe in high buildings.

*Keywords:* internal fire-suppression water pipe systems, biological growth, high buildings, corrosion of pipes, exploitation of internal water pipe.

З кожним роком кількість висотних будинків в Україні стрімко зростає і на сьогодні, наприклад Київ, за кількістю висотних будівель входить до двадцятки міст світу. Загальна кількість висотних будівель в Києві складає близько 1 100 одиниць, або близько 11 % від загальної кількості існуючих будинків у столиці [1].

Значна висота будівлі (наприклад, більше 73,5 м) висуває особливі вимоги до пожежної безпеки таких споруд та технічних характеристик інженерних систем, зокрема систем внутрішнього протипожежного водопостачання (далі – СВПВ) відносно таких параметрів як тиск у системі та витрата води.

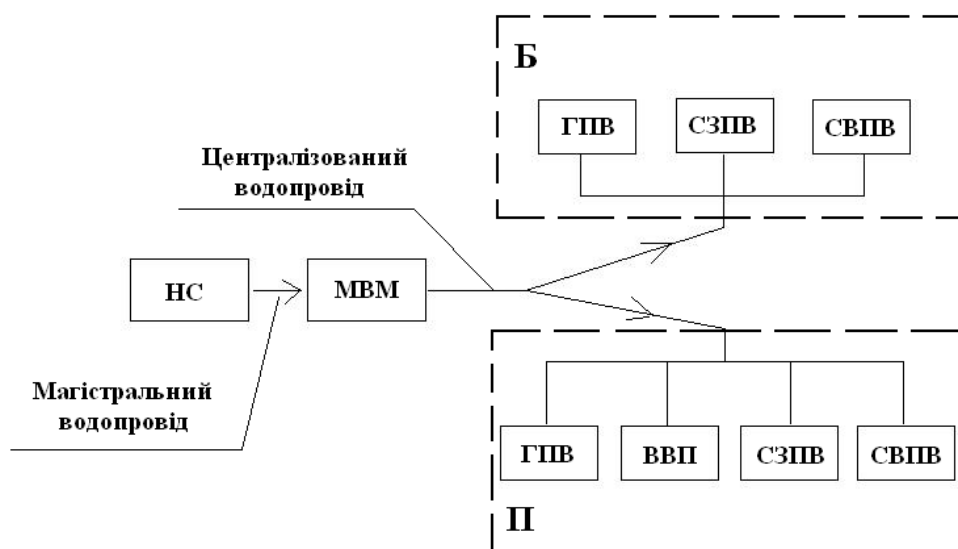
Відповідно до вимог розділу 8 ДБН В.2.5-64 [2] в житлових, громадських та багатофункціональних будівлях з умовною висотою вище 26,5 м необхідно влаштовувати СВПВ, яка повинна забезпечувати необхідний напір, витрату та кількість струменів води залежно від висоти, об'єму та призначення будівлі. Внутрішній протипожежний водопровід може бути об'єднаним чи роздільним з системою внутрішнього господарсько-питного водопроводу. Згідно з пунктом 7.3 ДБН В.2.5-64 [2] у житлових будинках з умовною висотою від 73,5 м до 100 м включно системи питного та протипожежного водопроводу необхідно проектувати вийнятово роздільними. Дана вимога обумовлена необхідністю забезпечення надійного функціонування СВПВ незалежно від інших систем водопостачання у висотних будівлях. Проте експлуатація СВПВ у будівлях з умовною висотою вище 73,5 м має специфічні особливості, а саме: високий тиск в СВПВ (до 0,9 МПа) обумовлює необхідність встановлення насосних агрегатів з регульовальним (частотним) приводом, який забезпечує сталий тиск у системі (ДБН В.2.2-24 п. 5.23), регуляторів тиску води перед обладнанням та арматурою (пожежні кран-комплекти внутрішні, засувки тощо), а також проведення

регламентних робіт з технічного обслуговування із залученням висококваліфікованого персоналу.

Проаналізуємо вимоги діючих нормативних документів щодо експлуатації та обслуговування СПВП. «Правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України» [3] містять лише посилання на інші нормативні документи, що регламентують вимоги до експлуатації та обслуговування СВВП. Зокрема в них наведено, що «устрій внутрішніх протипожежних водопроводів повинен відповідати чинним будівельним нормам, а саме ДБН В.2.5-64 «Внутрішній водопровід та каналізація будинків» [2] та ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки. Основні положення» [10]. У ДБН В.2.2-15-2005 вимоги до регламентних робіт з обслуговування СПВП відсутні. Вимоги ДБН В.2.5-64 щодо проведення регламентних робіт з обслуговування СВВП у висотній будівлі стосується лише насосного обладнання та герметизації трубопроводів.

«Правила пожежної безпеки в Україні» [4] щодо технічного обслуговування СВВП фактично обмежуються пунктом 6.3.2.6 «Пожежні крани не рідше одного разу на шість місяців підлягають технічному обслуговуванню і перевірці на працездатність шляхом пуску води з реєстрацією результатів перевірки у спеціальному журналі обліку технічного обслуговування». При цьому не регламентується, яким чином необхідно перевіряти тиск та витрату води. Також не визначено терміни усунення можливих несправностей, які можуть бути зафіксовані, та не визначено відповідальних виконавців. Відсутні вимоги до обслуговування пристроїв пуску пожежних насосів, що знаходяться у шафах пожежних кран-комплектів.

На рисунку 1 зображена загальна схема міського централізованого водопостачання.



НС – насосна станція, що подає воду в місто;

МВМ – міська водопровідна мережа, яка забезпечує господарсько-питне, протипожежне та промислове водопостачання;

П– промислові підприємства, що отримують воду на господарсько-питні потреби та на виробничі потреби;

ГПВ – господарсько-питне водопостачання;

ВВП – вода для виробничих потреб;

Б – громадські та житлові будинки;

СВВП – система внутрішнього протипожежного водопроводу;

СЗПВ – система зовнішнього протипожежного водопроводу.

Рисунок 1 – Загальна схема централізованого водопостачання населеного пункту

Важливою проблемою експлуатації систем міського централізованого водопостачання, в тому числі СПВП, є корозія та біологічне заростання внутрішньої поверхні водопровідної мережі та, як наслідок, зростання гідравлічного опору труб та їх аварійність. Основними причинами корозії та біологічного заростання водопроводу є: низька якість води; перевищення терміну експлуатації трубопроводу; недостатня швидкість циркуляції води у системі.

Середній відсоток перевищення терміну експлуатації водопровідних мереж України складає 26% [5]. Найбільш зношені комунальні мережі в Луганській (52,7%), Дніпропетровській (51,4%), Львівській (48,4%) областях.

Система міського магістрального водопроводу є спільною для житлових, громадських будинків та промислових підприємств. На початку 90-х років минулого століття в Україні спостерігався суттєвий спад виробництва та, як наслідок, зменшення споживання води. Це спричинило зростання тривалості перебування води в мережі за рахунок зменшення швидкості її руху ( $0,5 > V > 0,0001$  м/с). Окремі ділянки системи централізованого водопроводу, що вичерпали свій ресурс експлуатації, стають вторинним джерелом забруднення води та значно погіршують її якість [6].

Таким чином, вторинно забруднена вода, що призначається для потреб систем СВВП та господарсько-питного водопостачання, сприяє процесу корозії та біологічного заростання мережі трубопроводів, заірної арматури та виводить з ладу насосне обладнання, в тому числі і протипожежного призначення.

Як приклад на рисунку 2 зображено зріз трубопроводу холодного водопостачання будинку на вул. Петра Радченка 6, м. Київ, з терміном експлуатації 22 роки. Початковий внутрішній діаметр труби становив 25 мм (зовнішній 33,5 мм), а фактичний внутрішній діаметр після 22 років експлуатації  $\approx 12$  мм.



Рисунок 2 – Зріз водопровідної труби холодного питного водопостачання

Тенденцією експлуатації СВВП висотних будівель з умовною висотою вище 73,5 м є те, що система постійно заповнена водою і фактично не циркулює. Відсутність циркуляції води та температурний режим (20-25°) створює ідеальні умови для формування біоценозу, що супроводжується корозією труб та їх біологічним заростанням.

На рисунку 3 зображено фрагмент внутрішнього протипожежного водопроводу будинку на вул. Бальзака 4, м. Київ, з терміном експлуатації 12 років. Заміри товщини шару біологічного обростання показали, що їх величина становить від 2 до 7 мм на внутрішній стінці труби. Цей фактор значно погіршує гідравлічні характеристики роботи трубопроводу,

а саме впливає на пропускну спроможність труби, спричиняє додаткове навантаження на насосне обладнання через збільшення втрати напору у СВПВ.



Рисунок 3 – Фрагмент водопровідної труби внутрішнього протипожежного водопостачання будинку

Таким чином, постає завдання забезпечення надійного функціонування СВПВ в будівлі з умовною висотою вище 73,5 м за рахунок збереження гідравлічних характеристик системи, що постійно заповнена водою.

На початку 80-х років минулого століття радянськими вченими у галузі водопостачання була виявлена проблема зменшення пропускну спроможності трубопроводів в період експлуатації внаслідок виникнення корозії і утворення відкладень на трубах, що в свою чергу збільшує шорсткість трубопроводу та зменшує пропускну спроможність поперечного перерізу труби [7]. Було визначено, що пластикові, скляні та алюмінієві труби (коефіцієнт еквівалентної шорсткості нової труби 0,002 мм) є найбільш досконалими. Вони значно менше піддаються утворенню корозії та біологічного заростання. Найбільшому корозійному впливу піддаються труби зі сталі, чавуну та залізобетону (коефіцієнт еквівалентної шорсткості нової труби 0,1-0,3 мм) [8].

А.Г. Камерштейн під час дослідження впливу якості води на корозію трубопроводу запропонував залежність заростання трубопроводу від матеріалу труб та часу експлуатації [9].

$$Kt = k_{ш} + I \cdot t,$$

де  $Kt$  – коефіцієнт еквівалентної шорсткості труби через  $t$  років експлуатації, мм;

$k_{ш}$  – коефіцієнт шорсткості нової труби, мм;

$I$  – щорічний приріст абсолютної шорсткості, мм в рік, що залежить від фізико-хімічних властивостей води.

Згідно з [9] виділено п'ять основних водних груп, що характеризуються властивістю біологічного заростання сталевих трубопроводів. Щорічний приріст абсолютного заростання може становити від 0,005 мм/рік (для слабо корозійних вод) до 3 мм/рік (для сильно корозійних вод). Таким чином від значення щорічного приросту абсолютної шорсткості,

(£ = мм/рік), що залежить від фізико-хімічних властивостей води, можна спрогнозувати інтенсивність біологічного заростання трубопроводу.

Часткове рішення проблеми обростання трубопроводу гарячого водопостачання було визначено на початку 80-х років радянськими вченими, які використали силікат натрію ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) в якості компонента, який додавали до гарячої води концентрацією 0,03%. Як результат, силікат, що є лугом, підвищив рівень рН води та нейтралізував діоксид вуглецю, який в свою чергу є каталізатором кисневої корозії внутрішньої поверхності стінок трубопроводу [9]. Можливість використання силікату натрію як компонента для очищення трубопроводу було закріплено у вимогах в СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов».[11]

Розв'язання проблеми біологічного обростання трубопроводу холодної води знайшлося завдяки заміні металевого трубопроводу на труби з поліетилену або полівінілхлориду, а також використанню дезінфікуючої промивки на основі хлору та інших розчинів. Проте дане розв'язання проблеми не можна використовувати для СВПВ, так як пункт 9.3 ДБН В.2.5-64 [2] вимагає виконувати всю систему протипожежного водопостачання винятково з сталевих труб. Таким чином постає проблема ефективної експлуатації СВПВ висотних будівель, а саме вирішення питання забезпечення необхідної витрати та напору, особливо в найвіддаленіших від насосної станції кран-комплектах на останніх поверхах висотної будівлі.

Провівши аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду експлуатації систем внутрішнього водопроводу, було виділено три основних напрямки забезпечення протягом всього терміну експлуатації збереження пропускної спроможності системи та профілактичних заходів, що зменшують вплив біологічних організмів на пропускну спроможність трубопроводу:

- періодичне підвищення температури води до 40-50 °С на 10-15 хв;
- реагентна обробка води 2-5% розчином хлору на 30-40 хв;
- обробка внутрішньої поверхні трубопроводу розчинами, що утворюють захисну плівку та зменшують утворення біологічного заростання та корозію трубопроводу, а саме використання розчину на основі силікату натрію ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ).

Розглянемо кожен з цих методів захисту, які можна використати під час експлуатації внутрішнього протипожежного водопроводу у висотних будівлях.

Підвищення температури води до 40-50 °С на 10-15 хв за рахунок встановлення спеціального обладнання є дуже вартісним та економічно недоцільним методом захисту внутрішнього протипожежного водопроводу. Витрати на електроенергію та обладнання роблять систему надто дорогою для експлуатації, а сам метод ускладнює роботу СВПВ та потребує складного регламенту обслуговування та контролю за роботою.

Повторна реагентна обробка води може забезпечити необхідні умови для експлуатації СВПВ у висотних будівлях та значно зменшити утворення біологічного заростання в системі, проте короткочасна дія хлору (48-72 год) потребує встановлення стаціонарного дозатора та станції хлорування, а також регулярної процедури промивання системи внутрішнього протипожежного водопроводу, що робить даний метод також недоцільним.

Найбільш ефективним розв'язанням проблеми збереження гідравлічних характеристик системи внутрішнього протипожежного водопроводу у висотних будівлях, що постійно заповнена водою та фактично не циркулює, є використання водно-силікатних розчинів, що додаються до води під час проведення планових регламентних робіт, які утворюють захисну плівку на внутрішній поверхні трубопроводу і зменшують біологічне заростання трубопроводу. На рисунку 4 наведено загальну схему облаштування СВПВ дозатором силікатного розчину для забезпечення ефективної та довготривалої експлуатації трубопроводу.

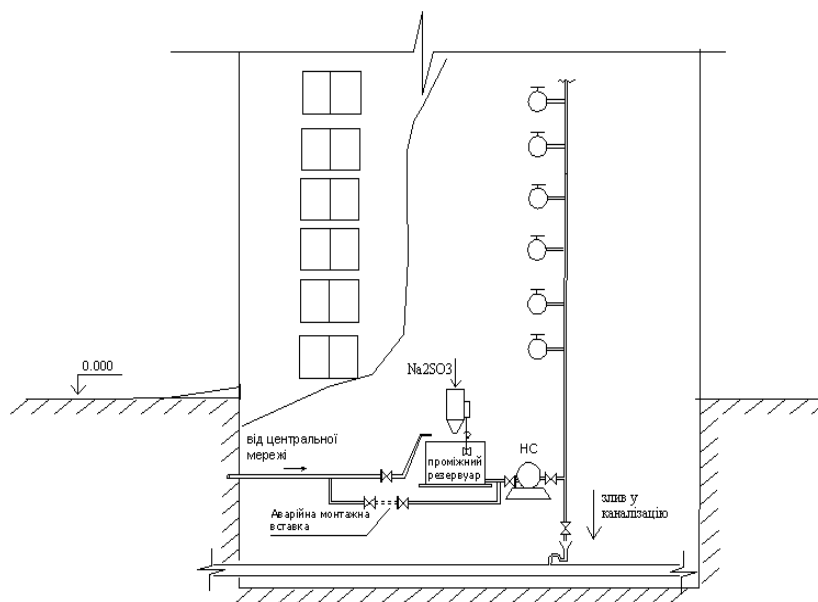


Рисунок 4 – Загальна схема облаштування СВВП дозатором силікатного розчину

Даний розчин повинен мати тривалу дію, від 4 до 6 місяців, так як згідно Правил технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України [3] та Правил пожежної безпеки в Україні [4] регламентні роботи з системою внутрішнього протипожежного водопостачання проводяться щонайменше раз на пів року. Наповненням системи таким розчином можна досягти шляхом встановлення проміжного резервуару об'ємом 3-10 м<sup>3</sup> та автономного дозатора у приміщенні підвищувальної насосної станції у висотній будівлі. Також важливо, щоб даний розчин, що додається у воду, при гасінні пожежі не впливав негативно на ефективність гасіння, а навпаки покращував ефективність пожежогасіння. Має бути визначено вид розчину, його оптимальну концентрацію, яка забезпечить процес гасіння пожежі та надійність довгострокової експлуатації системи внутрішнього протипожежного водопостачання.

#### Висновки.

1. Встановлено, що важливою проблемою експлуатації систем міського централізованого водопостачання, в тому числі СВВП, є корозія та біологічне заростання внутрішньої поверхні водопровідної мережі та як наслідок зростання гідравлічного опору труб та їх аварійність. Основними причинами корозії та біологічного заростання водопроводу є: низька якість води; перевищення терміну експлуатації трубопроводу; недостатня швидкість циркуляції води у системі.

2. Визначено шляхи забезпечення ефективної експлуатації СВВП у висотних будівлях, найбільш ефективним з яких є використання водно-силікатних розчинів, що додаються до води під час проведення планових регламентних робіт, які утворюють захисну плівку на внутрішній поверхні трубопроводу і зменшують біологічне заростання трубопроводу. Для практичного застосування цього методу має бути визначено вид розчину, його оптимальну концентрацію, яка забезпечить надійність довгострокової експлуатації системи внутрішнього протипожежного водопостачання та підвищить ефективність процесу гасіння пожежі.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Статистична інформація житлового фонду України [Електронний ресурс] Державного служба статистики України – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

2. ДБН В.2.5-64-2012 Внутрішній водопровід та каналізація. . Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво, Мінрегіон, Київ, 2012, – 16 с.
3. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України, затверджено наказом Держжитлокомунгоспу України від 05.07.95 № 30.
4. Правила пожежної безпеки в Україні, «Пожінформтехніка». Київ, 2009 - 205 с.
5. Звіт про стратегічні питання. Консультативна доповідь за 2002 рік. [Електронний ресурс] Єдиний веб портал виконавчої влади в Україні – Режим доступу: [http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art\\_id=245399001](http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=245399001).
6. Гіроль М.М., Ковальський Д., Хомко В.Є., Гіроль А.М. Проблеми якості води в водопровідних мережах. Водопостачання та водовідведення. Виробничо-практичний журнал. К.:, №2, 05.2008 -1-21 с.
7. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2003 році. Наук. керівник Гіроль М.М.. Рівне, 2005 – 143 с.
8. Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання. – К.: КНУБА, 2001 – 256 с.
9. Корякин М.И. «Лакокрасочные материалы. Большая энциклопедия нефти и газа» - М.: Стройиздат, 1982 – 387 с.
10. ДБН В.2.2-15:2005 Житлові будинки. Основні положення, Мінрегіонбуд, Київ, 2006 – 131 с.
11. СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов. Министерство строительства российской федерации,1997 – 53 с.

