

УДК 628.1

Н.Г.НАСОНКІНА, д-р техн. наук, М.Ю.ГУТАРОВА, О.А.ЧУМАК

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка*

А.В.ЧУМАК, М.В.ЛИНДІН

*ТОВ «Аквацентр», м. Київ*

## **СИСТЕМА ВОДОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ ПІДВИЩЕНОЇ КОМФОРТНОСТІ**

Для швидкого вирішення найбільш гострих питань забезпечення населення питною водою гарантованої якості і з необхідним тиском можуть використовуватися колективні або локальні установки. На прикладі будівлі підвищеної комфортності розглянута система водопостачання з локальною станцією. Представлено результати натурних досліджень.

Для скорейшого рішення наиболее острых вопросов обеспечения населения питьевой водой гарантированного качества и с необходимым давлением могут использоваться коллективные или локальные установки. На примере здания повышенной комфортности рассмотрена система водоснабжения с локальной станцией. Представлены результаты натурных исследований.

For the quickest decision of questions of providing of population by the drinking-water of the assured quality and with necessary pressure the collective or local options can be used. On the example of building with at the high degree of comfort considers the water system with the local station. The results of models researches are presented.

*Ключові слова:* водопостачання, тиск, водоочищення, фільтри, насосна станція, гідроакумулятори, втрати, резервуар, знезараження.

Забезпечення населення України доброякісною питною водою є одним з пріоритетних завдань соціально-економічної політики держави. Погіршення екологічної ситуації в країні, не економне витрачання води, застарілі технології очищення вимагають нових концептуальних підходів в питному водопостачанні.

При відсутності достатніх коштів проблема покращення якості води може вирішуватися за рахунок застосування локальних установок, чи використання побутових фільтрів, або бутильованої води.

У світовій та європейській практиці вже давно використовуються спеціальні системи доочищення води з міського водопроводу. Це й установки доочищення води «у крана», й системи підготовки води у їдальнях, лікарнях, будинках підвищеної комфортності. Такі заходи в останні роки знайшли своє місце і в Україні.

Роботи по вивченню систем водопостачання будинків виконувалися під керівництвом таких вчених, як І.Г.Староверова, І.В.Кожина, С.С.Душкіна, В.О.Сліпченко [1-4] та ін. Проте, сьогодні ще не повністю вирішена задача питного водопостачання для житла підвищеної комфортності. Фахівці сьогодні, як ніколи гостро потребують норматив-

них документів і практичної літератури для інженерних систем будівель підвищеної комфортності.

Метою статті було дослідження вибору системи водопостачання для будинків підвищеної комфортності з детальною оцінкою роботи насосної станції, що підвищує тиск.

Починаючи з 1992 року в Україні, почалося бурхливе зростання житлових будинків з підвищеним рівнем комфортності.

Підвищення гідравлічної надійності систем питного водопостачання таких будинків забезпечується зонуванням їх по висоті. Для забезпечення надійності водопостачання окремих багатоповерхових будівель, розташованих в районах з меншою поверховістю забудови, повинні встановлюватися локальні насосні станції. Тиск, що створюється насосами, повинен забезпечувати тиск води в місцях знаходження споживача не нижче 1-1,5 атм і не вище 4-5 атм. У разі перевищення тиску (понад 4-5 атм) необхідно передбачати установку редукторів тиску або установку двох систем підвищення тиску для верхніх і нижніх поверхів. В окремих випадках необхідно встановлювати установки для додаткової обробки води (зм'якшування, знебарвлення, знезалізнення та ін.).

Найбільш продуктивними є системи, що мають насоси і гідропневмобаки. Наявність гідропневмобаку у складі автоматичних насосних установок дозволяє значно зменшити енергоспоживання за рахунок скорочення числа включень насосів і забезпечує деякий запас води. Такі системи характерні для котеджів й окремих житлових будівель в місті.

Проте, питання водопостачання таких будівель практично позбавлені нормативної бази. Так, наприклад, розрахункові витрати, що визначаються за СНіП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий», припускають обчислення коефіцієнта, залежного від вірогідності дії санітарно-технічних приладів, що не зовсім коректно для житла підвищеної комфортабельності, де витрата залежить від кількості мешканців та особливостей самої системи.

Увага, що приділяється визначенню витрати, пов'язана, перш за все, із залежністю подальших розрахунків всіх елементів водопостачання від секундної витрати, а саме, з визначенням діаметрів труб, вибором насоса і системи очищення води.

В більшості випадків, які пов'язані з очищенням води, основним якісним показником, що не відповідає нормативним вимогам, є підвищений зміст заліза, незалежно від того, поступає вода із свердловин або із центрального водопроводу (рис. 1) [5].

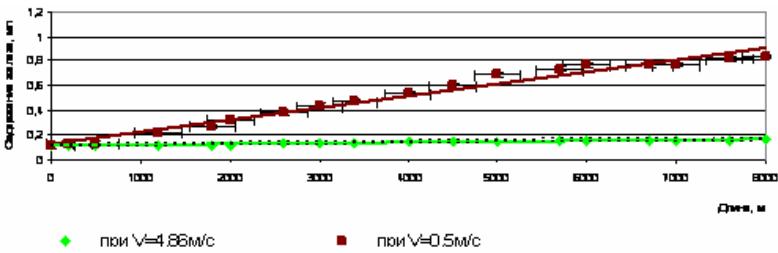


Рис. 1 – Зміна вмісту заліза при транспортуванні води

Для глухих ділянок може спостерігатися також відхилення від нормативних значень бактеріологічних показників (рис. 2).

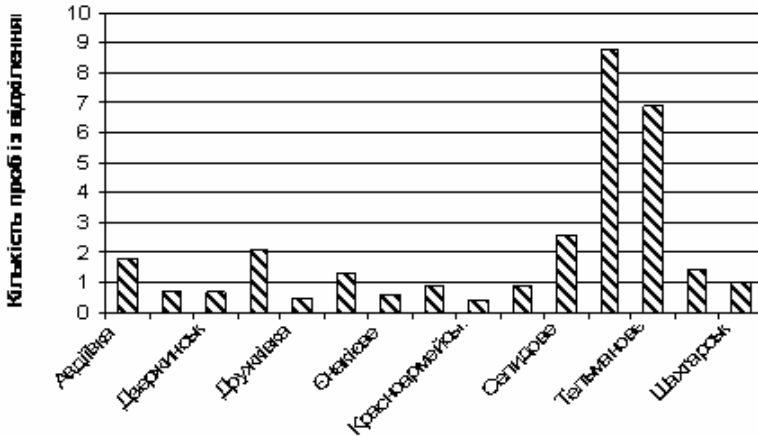


Рис.2 – Кількісна оцінка якості води за бактеріологічними показниками для глухих ділянок

На рис. 3 показана принципова схема водопостачання багатоповерхової будівлі підвищеної комфортності. Як джерело водопостачання прийнято міський водопровід. Вода через водолічильник поступає на фільтр грубого очищення (наприклад, типа «Aqualine»), що обладнаний пристроєм для автоматичної промивки. При підвищеному вмісті заліза і каламутності вода подається на фільтр знезалізнення «Aqualine» (рис. 4). Завантаження фільтру (KDF) має також бактерицидний ефект.

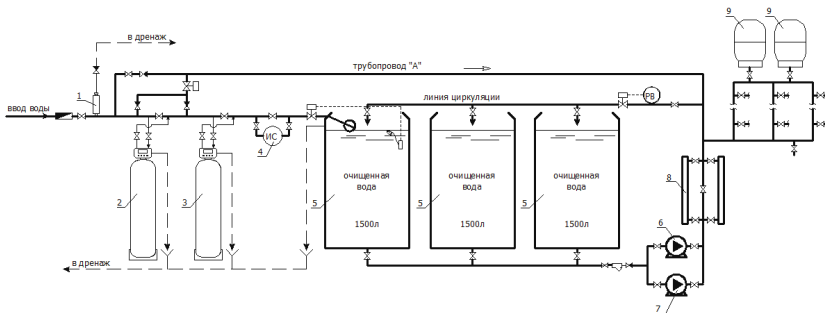


Рис. 3 – Схема локальної станції для будинку підвищеної комфортності



Рис. 4 – Схема блоку доочищення води

Наступним етапом очищення є іонообмінний фільтр або мембранна установка. Включення в схему фільтру чи мембранної установки продиктоване необхідністю видалення накипеутворюючих компонентів і поліпшення роботи систем опалювання і гарячого водопостачання, а також можливістю зниження витрати миючих речовин для пральної і посудомийної машин. Пом'якшування води не є обов'язковим елементом системи водопостачання.

Знезараження проводиться ультрафіолетовими променями на бактерицидній лампі і в іонаторі срібла. Така система запобігає цвітінню води в накопичувальних ємкостях, придбанню затхлого запаху і присмаку, утворенню слизу (біоплівки) на внутрішніх поверхнях накопичувальних ємностей, труб і сантехніки.

Стійка робота такої системи водопостачання протягом тривалого періоду часу може бути забезпечена правильним підбором устаткування.

Практика експлуатації подібних установок показує, що основною причиною незадовільної роботи систем водопостачання будівель підвищеної комфортності є відсутність проекту на весь комплекс, включаючи як внутрішні мережі, так і зовнішні, а також монтаж водоочисного устаткування в останню чергу, коли вся система вже діє. Для блоку очищення основною причиною незадовільної роботи є завищення навантаження при експлуатації у порівнянні з паспортними значеннями.

Ще однією з основних причин є помилка у виборі насосів.

Як приклад підходу до вибору систем водопостачання будівель підвищеної комфортності можна розглянути систему водопостачання 24 квартирної будівлі по вул. Памфілова. Загальне водоспоживання – 9 м<sup>3</sup>/добу (рис. 5-9).

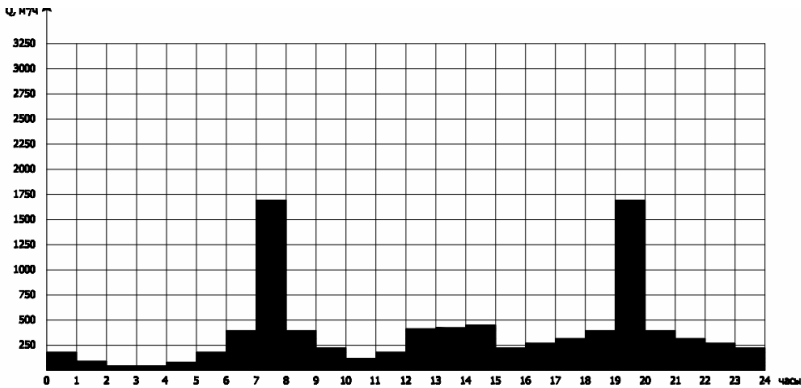


Рис. 5 – Графік середньодобового водоспоживання

Існуюча система водопостачання житлового будинку характеризується низькою надійністю. Протягом доби спостерігається зниження тиску в системі до 1,5 атм (при нормі 4,2 атм), погіршення якості води по ряду органолептичних показників (каламутність, концентрація заліза та ін.). Таке становище системи викликає постійні скарги мешканців.

З метою оптимізації роботи системи водопостачання житлового будинку, запропоновано встановити локальну станцію. Очисна станція дозволяє поліпшити органолептичні й бактеріологічні властивості питної води. Важливою вадою запропонованого блоку очищення є відсутність реагентів, змінних картриджів та низькі енерговитрати (не більш 300 Вт/годину).

Для забезпечення безперебійної подачі води споживачам на виході з очисної установок встановлюється автоматизована насосна станція.



Рис. 6 – Тривалість режиму водоспоживання, години

Рис. 7 – Об'єм води у добу середнього водоспоживання



Рис. 8 – Тривалість режиму у добу максимального водоспоживання

Рис. 9 – Об'єм води у добу максимального водоспоживання

Насосна станція встановлюється в окремому приміщенні технічного поверху. В ході техніко-економічного розрахунку прийнята двохступінчата насосна станція з гідроакумуляторами. Застосування на станції переутворювачів частоти дозволяє знизити пускові струми на обмотках електродвигуна (хоча з'являються струми високої напруги); зменшити пускові моменти на валу насоса, а також пускові і робочі навантаження на підшипниках і торцевих ущільненнях; забезпечити дистанційне керування.

Спираючись на результати гідравлічного розрахунку, найбільш оптимальною конфігурацією насосної станції слід вважати двоступінчатую насосну станцію з двома насосами різної потужності і двома гідроакумуляторами (по 100 літрів кожен), що встановлені на верхньому технічному поверсі.

При максимальному тиску на осі насоса (під час простою) 4,8 атм на верхньому поверсі тиск складатиме  $4,8 - 2,7 = 2,1$  атм. Тиск повітря в порожніх гідроакумуляторах повинен бути не більше 90% від значення мінімального вільного натиску, т.т. –  $0,8 \times 0,9 = 0,72$  атм. Об'єм води, що виходить з гідроакумуляторів при падінні тиску «повний граючий об'єм» складає 80 л.

Для порівняння: «повний граючий об'єм» тих же гідроаккумуляторів, але встановлених внизу (біля насосів) – 40 л. Об'єм води, що виходить з гідроаккумуляторів при падінні тиску після включення насоса другої ступені – 51 л (проти 24 л з нижнім розміщенням гідроаккумуляторів).

На перший погляд цей незначний об'єм води не коштує витрат на гідроаккумулятори. Але об'єм здатний забезпечити водою чотири одночасно відкритих прилади (25-33% від максимального числа) протягом 85с (47-71% від періоду безперервного пікового споживання). За цей час насос другого ступеня встигне розігнатися до максимальної продуктивності (термін розгону – 20 с) і тиск в системі почне рости. Об'єм гідроаккумуляторів дозволяє зробити перепади тиску непомітними для споживача. Насоси при цьому працюють без перевантажень. Об'єм води, що виходить з гідроаккумуляторів при падінні тиску після включення насоса 2-го ступеня – 70 л.

Для першої ступені встановлюється однофазний насос CDL4-5 з електронним перетворювачем частоти ЕПЧ «SIRIO». На другій – насос CDL8-5 з ЕПЧ «SIRIO». Режим роботи станції наведено у табл.1,2.

Порівняння одержаних даних показує, що насос 1-го ступеня забезпечує повністю споживача водою 23 год. на добу; тривалість роботи 2-го насосу лише 1 год.; скорочення енергоспоживання при роботі по двоступеневій схемі –  $(9,72-5,15) \times 30 = 137,1$  кВт на місяць, або 47%. Крім того, розміщення гідроаккумуляторів на верхньому поверсі дозволяє збільшити «робочий» об'єм у 5,5 рази і знизити гідравлічні втрати на 0,6-0,9 атм.

Для накопичення води пропонується використовувати три ємності (по  $1,5 \text{ м}^3$  кожна). Сумарний об'єм води у баках складає 50% від середньодобової витрати води. Це дозволяє забезпечити об'єкт водою, при повній її відсутності на вході, протягом 12 год. або протягом 24 год. після сповіщення мешканців про перехід на економний режим водокористування. При падінні тиску води на вході до 0,3 атм, продуктивність блоку очищення знизиться до  $0,5 \text{ м}^3/\text{год}$ . Проте, наявність на момент зниження тиску води у накопичувальних баках (не менш 25% від загального об'єму) дозволяє продовжити безперебійне водопостачання об'єкту.

Збільшення вартості води для мешканців будинку за рахунок застосування станції доочищення становить 129,6 грн/місяць, чи  $129,6/24 = 5,4$  грн /місяць x 1 квартири (при рівному водоспоживанні).

Таблиця 1 – Параметри роботи насосної станції

Режим водорозбору	Найбільш вірогідна к-ть відкритих приладів		Витрата, м <sup>3</sup> /годину		Тривалість режиму, годин		Спожитий об'єм води, м <sup>3</sup>				Тривалість роботи насосів, годин				Спожита потужність, кВт	
	середи	макс	середи	макс	середи	макс	середи	макс	насос №1		насос №2		середи	макс	середи	макс
									середи	макс	середи	макс				
простоявання	0	0	0	0	14,0	17,6	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
мінімальний	1	2	0,54	1,08	8,0	4,5	4,31	4,86	8,0	4,5	-	-	2,8	2,3	-	-
середній	3	4	1,62	2,16	1,3	0,9	2,1	1,94	1,3	0,9	-	-	0,8	0,7	-	-
інтенсивний	6	8	3,24	4,32	0,6	0,8	1,94	3,46	0,6	0,8	0,6	0,8	1,25	1,45	-	-
піковий	12	16	6,48	8,64	0,1	0,2	0,65	1,74	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,6	-	-
<b>Разом</b>	-	-	-	-	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>9,0</b>	<b>12,0</b>	<b>10</b>	<b>6,4</b>	<b>0,7</b>	<b>1,0</b>	<b>5,15</b>	<b>5,05</b>	-	-



Таблиця 2 – Параметри роботи насосної станції (при роботі насоса № 2)

Режим водо-розбору	Витрата, м <sup>3</sup> /годину		Тривалість режиму, година		Спожита потужність, кВт	
	середн	макс	середн	макс	середн	макс
мінімальний	0,54	1,08	8,0	4,5	7,0	5,0
середній	1,62	2,16	1,3	0,9	1,6	1,2
інтенсивний	3,24	4,32	0,6	0,8	0,9	1,23
піковий	6,48	8,64	0,1	0,2	0,22	0,44
<b>Разом</b>	-	-	<b>10</b>	<b>6,4</b>	<b>9,72</b>	<b>7,87</b>

Запропонована методика вибору системи водопостачання дозволяє підвищити надійність систем водопостачання будинків із підвищеною комфортністю.

1. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч 2. Водопровод и канализация / Ю.И. Саргин Л.И. Друскин, И.Б. Покровская и др.: под ред. И.Г. Старовойра и Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат, 1990. – 247 с.

2. Кожин И.В., Добровольский Р.Г. Устранение потерь воды при эксплуатации систем водоснабжения. – М.: Стройиздат, 1988. – 348 с.

3. Душкин С.С. Научно-техническое обоснование норм холодного и горячего водоснабжения (на примере г.Харькова) // Доклад на III Всеукраинской научно-практической конференции «Всемирный день водных ресурсов-2003». – С. 18-21.

4. Сліпченко В.О. Скорочення втрат питної води із систем водопостачання. – К. – Державний інститут ЖКГ Держбуду України. – 1999. – 124 с.

5. Насонкина Н.Г. Повышение экологической безопасности систем питьевого водоснабжения. – Макевка: ДонНАСА, 2005. – 181 с.

*Отримано 29.01.2013*

УДК 628.16

С.М.ЭПОЯН, д-р техн. наук, С.С.ДУШКИН

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

## РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АКТИВАТОРА РЕАГЕНТОВ

Рассматриваются вопросы расчета и проектирования активатора реагентов, используемого для повышения эффективности очистки природных вод в системах водоснабжения.

Розглядаються питання розрахунку та проектування активатора реагентів, що використовуються для підвищення ефективності очищення природних вод в системах водопостачання.

The questions of calculation and planning of the activator reagents, which used for the increase of efficiency of treatment of natural waters in the water systems, are examined.

*Ключевые слова:* очистка воды, активированные растворы, коагуляция, активатор реагентов.

Анализ работы очистных сооружений показал, что недостатками реагентного осветления и обесцвечивания воды являются значительные