

Полимерные трубы. – Новости отрасли. – 2013. – Адреса з екрану: <http://polypipe.info/news/238-stanvodoprovodnuhmerezhuukraini>

4. Петросов В.А. Изменение величины коэффициента гидравлического трения в магистральных водоводах с течением времени их эксплуатации // Сб. докл. Междунар. Конгресса «Экология, технология, экономика водоснабжения и канализации». –Ялта, 1997. –С. 124-131.

5. Ткачук О.А. Удосконалення систем подачі та розподілення води населених пунктів. –Рівне: НУВГП, 2008. – 301 с.

6. Хоружий П.Д., Ткачук А.А. Определение коэффициента гидравлических сопротивлений макрошероховатых труб. // Респ. міжвід. н-т. зб. "Гидравлика и гидротехника", 1985. – Вип. 40. – С. 27-31.

7. Зайцева С. Г. Внедрение современной трубопроводной арматуры как метод снижения потерь воды и повышения энергоэффективности // Водоснабжение и санитарная техника. – №3. – М.: Издательство ВСТ, 2012. – С.61-66.

8. Петросов В.А. Прогноз интенсивности отказа водосети – один из путей сокращения потерь и неучтенных расходов воды // Науковий вісник будівництва. – Вип. 12. – Х.: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2001. – С. 42-51.

9. Орлов В.А., Аверкеев И.А. Анализ автоматизированных программ расчета водопроводных сетей в целях гидравлического моделирования при реновации трубопроводов // Вестник МГСУ. – №3. – 2013. – С.237-243.

Надійшло до редакції 11.06.2015

УДК 628.1

Т.П. ХОМУТЕЦЬКА, кандидат технічних наук
Київський національний університет будівництва і архітектури

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Розглянуто шляхи поліпшення забезпечення споживачів високоякісною питною водою та представлено заходи для підвищення ефективності роботи комунальних підприємств.

Ключові слова: водопостачання, водоспоживання, питна вода, водопровідна система, енергоефективність.

Рассмотрены пути улучшения обеспечения потребителей высококачественной питьевой водой и представлены мероприятия для повышения эффективности работы коммунальных предприятий.

Ключевые слова: водоснабжение, водопотребление, питьевая вода, водопроводная система, энергоэффективность.

The article considers ways to improve providing consumers with high-quality drinking water and presents measures to increase the efficiency of utility companies.

Keywords: water supply, water consumption, drinking water, plumbing system, energy efficiency.

Проблема надійного забезпечення населення доброякісною питною водою відноситься до найважливіших світових проблем. Головна причина її загострення полягає у невинному зростанні антропогенного навантаження на водні ресурси внаслідок інтенсивного забруднення діючих і потенційних джерел питного водопостачання.

В Україні системи водопостачання майже на 70% базуються на використанні поверхневих вод. Зарегулювання стоку основних річок країни вплинуло на гідрохімічні властивості води і її здатність до самоочищення, а посилений тиск на довкілля в результаті скидання неочищених та недостатньо очищених стічних вод ще більше ускладнили ситуацію. Вода у водосховищах стала малокаламутною і висококольоровою, яку типовими технологіями водопідготовки очистити дуже важко, а тому діючі водоочисні станції, що переважно були розраховані на відносно чисті джерела водопостачання і менш жорсткі вимоги до якості очищеної води, не завжди здатні забезпечити посилені нормативні показники якості [1] і необхідний санітарний захист населення.

Особливо важко забезпечити потрібну якість питної води у споживачів в групових системах водопостачання, де очищена вода подекуди подається на десятки кілометрів зношеними трубопроводами, в результаті чого відбувається її повторне забруднення. Разом з тим, для питних потреб, як правило, використовується не більше 10-15% від загального об'єму споживаної води, а решта витрачається на господарсько-побутові потреби та полив. Тому в цих умовах доцільно застосовувати децентралізовані системи господарсько-питного водопостачання [2], в яких на головних очисних станціях ведеться підготовка технічної води невеликої собівартості, що за якісними показниками відповідає вимогам [1] для води з колодязів і каптажів, а для питних потреб технічну воду доочищають на додаткових водоочисних установках, розташованих поблизу споживачів. У таких системах забезпечується нормативна якість питної води при економному витрачанні водних, матеріальних і енергетичних ресурсів [2].

Поліпшити ситуацію з питним водопостачанням можна і за рахунок розширеного використання води з підземних джерел. Як відомо, підземні води краще захищені від забруднень з поверхні землі, мають вищі показники якості, їх легше очистити до нормативних показників, а тому в багатьох розвинених країнах світу вони знайшли широке застосування (понад 90 %). В Україні зосереджені великі запаси підземних вод, які нині освоєні лише на 8% від прогнозних ресурсів та на 13% від затверджених експлуатаційних запасів,

тому існує значний резерв для збільшення видобутку підземних вод практично в усіх регіонах [3].

Ще однією гострою народногосподарською проблемою у Україні є проблема заощадження енергії, що окреслена в Законі України "Про енергозбереження". Оскільки водопровідно-каналізаційна галузь є однією з найбільш енергоємних, а питомі витрати електроенергії на подачу води в Україні мають набагато вищі показники ніж в інших європейських державах, то вирішення задач, пов'язаних із забезпеченням енергоощадного водопостачання, розробки і реалізації заходів, що даватимуть значний енергозберігаючий та економічний ефект, є дуже своєчасними і вкрай необхідними.

Зміна норм і режимів водоспоживання в населених пунктах та характеристик взаємодіючих водопровідних споруд протягом часу їх експлуатації призводить до появи протиріч між проектними даними і реальними умовами роботи системи. У результаті цього виникають ситуації, коли частина споживачів не забезпечується потрібними витратами і напорами води, а робота діючого насосного обладнання перебуває поза межами рекомендованого застосування, тобто з низькими ККД і високим енергоспоживанням, в мережі створюються надлишкові тиски і збільшується аварійність системи, зростає собівартість 1 м³ води, комунальні підприємства і споживачі несуть матеріальні та моральні збитки.

Забезпечити високу ефективність роботи підприємств водопостачання можна завдяки:

- реконструкції споруд водопровідної системи з використанням раціональних схем, енергозберігаючих технологій і сучасного ефективного обладнання, матеріалів і засобів на всьому шляху транспортування води від водного джерела до споживачів;
- оптимізації системи водопостачання на основі математичного моделювання роботи гідравлічно взаємодіючих споруд з урахуванням зміни їхніх характеристик протягом часу експлуатації, аналізу отриманих результатів розрахунку при різних можливих варіантах водозабезпечення та визначення економічно доцільних режимів роботи споруд з найменшим енергоспоживанням.

При заборі поверхневих вод доцільно застосовувати водозабірно-очисні споруди, що дають можливість затримати частину забруднень прямо у водному джерелі та зменшити навантаження на водоочисну станцію [2].

Для інтенсифікації процесів очищення природних вод з метою покращення якості питної води і зменшення її собівартості, а також полегшення експлуатації станцій водопідготовки запропоновано нові технології і конструкції водоочисних установок з волокнистим та легким плаваючим фільтрувальними завантаженнями, що мають низку суттєвих переваг порівняно з типовими аналогами [2]. При заборі підземних вод можна використовувати баштові або напірні водоочисні установки, поверхневих –

технологічну схему з біореактором і контактним прояснювальним фільтром. Численні впровадження і дослідження у виробничих умовах запропонованих розробок підтвердило їх високу ефективність, надійність і простоту в експлуатації.

За допомогою математичного моделювання роботи гідравлічно взаємодіючих споруд можна оптимізувати систему водопостачання, що включає групу водозабірних свердловин, які спільними ділянками водоводів подають воду у збірні резервуари, а також систему подачі води насосними станціями другого підняття у водопровідну мережу населеного пункту. Для різних схем водопостачання розроблено методики оптимізаційних розрахунків взаємодіючих споруд, що дозволяють вибрати їх найвигідніші склад і розміри, перевіряти, чи забезпечать підібрані насоси при заданому режимі роботи подачу розрахункової витрати води під необхідним напором, а також із всіх можливих варіантів приймати такий режим роботи водопровідної системи, при якому споживатимуться найменші обсяги електроенергії [4-9].

Світовий і вітчизняний досвід свідчить, що разом з реконструкцією технологічного обладнання і систем та заміною інженерних мереж в сучасних умовах ключовим аспектом підвищення ефективності роботи підприємств є автоматизація технологічних процесів та розробка електронної моделі системи водопостачання. Для цього доцільно використовувати спеціалізовані програми передачі і обробки даних, а також геоінформаційну систему (ГІС) – сучасну комп'ютерну технологію, а точніше систему збору, зберігання, аналізу і графічної візуалізації географічних даних супутникових знімків і пов'язаної з ними інформації про необхідні об'єкти, яка є оптимальною для здійснення інвентаризації елементів водопровідних мереж і споруд.

Слід зазначити, що створення ГІС водопровідних мереж є доволі тривалим і складним процесом, пов'язаним зі значними трудовозатратами, проте його реалізація дозволяє розробити деталізовану гідравлічну модель системи водопостачання за допомогою якої можна аналізувати стан водопровідних ліній, вивчати аварійність ділянок, оптимізувати схеми мереж, реалізовувати програми по зниженню тиску, розробляти заходи з оптимізації режимів роботи споруд, моделювати роботу системи в надзвичайних ситуаціях тощо.

Якісний інженерний аналіз можливий лише за умови використання достовірних даних, тому для отримання необхідної інформації та забезпечення ефективної роботи водопровідної системи на підприємствах водопостачання рекомендується втілювати наступні заходи.

1. Визначити кілька диктуючих точок в характерних місцях на водопровідній мережі і встановити на них датчики тиску з передачею даних в режимі реального часу в центральну диспетчерську службу.
2. На водозабірних спорудах та трубопроводах подачі води в місто встановити ультразвукові витратоміри, показники яких закласти в гідравлічну модель розрахунку "насоси - мережа".
3. Керуватись інформацією про матеріал, діаметр і термін експлуатації водопровідних ліній та статистичними даними аварійності мереж,

визначити найбільш зношені та аварійні ділянки трубопроводів, провести їх заміну чи санацію для усунення витоків.

4. Перевірити технічний стан та проаналізувати роботу водозабірних споруд, дослідити гідравлічні та енергетичні характеристики свердловинних насосів при заборі підземних вод і за необхідності здійснити модернізацію, встановивши нові якісні та енергоефективні насоси і обладнання, заливні муфти, шафи керування, пристрої плавного пуску тощо. Оптимізувати сумісну роботу системи "свердловини - насоси - водоводи - резервуари", дослідити можливість і доцільність запровадження багатозонних тарифів на електроенергію.
5. Виконати аналіз роботи водоочисних споруд і при потребі здійснити реконструкцію станцій, запровадивши нові надійні і ефективні технології очищення та знезараження води з використанням сучасних методів, фільтруючих матеріалів і конструкцій установок.
6. Провести реконструкцію насосних станцій другого підняття та станцій підкачування, передбачити регулювання насосів перетворювачами частоти в безбаштових системах, що виключає необхідність дроселювання при зміні подачі, забезпечує стабільний тиск у мережі, значно зменшує вірогідність аварійних ситуацій і нештатних втрат та знижує витрати електроенергії на 20-30%.
7. Встановити датчики тиску на вводах у багатоквартирні житлові будинки, що дозволяє шляхом калібрування значень гідравлічних опорів на кожній ділянці водопровідної мережі досягати високої точності гідравлічної моделі системи водопостачання.
8. Проаналізувати роботу мережі з використанням розробленої гідравлічної моделі, визначити ділянки з надлишковими вільними напорами і встановити на них регулятори тиску, які дають можливість знизити аварійність мереж та усунути надлишкові напори при забезпеченні усіх споживачів водою у повному обсязі.
9. Провести комплексний аналіз пошкоджень на водопровідних мережах для ефективного планування попереджувального ремонту. При цьому необхідно мати інформацію про вид і місце пошкоджень, діаметр і матеріал трубопроводів, спосіб усунення витоків. Накопичені статистичні дані дозволять оцінювати стан труб, виявляти аварійні ділянки, проводити сортування по матеріалу трубопроводу і виду пошкоджень тощо.
10. Приймаючи єдиний класифікатор для об'єктів системи водопроводу і каналізації, кожному колодязю і засувці присвоїти унікальний буквено-цифровий код, який потрібно зберігати в ГІС. Це дасть змогу ефективно використовувати обладнання і складати плани капітального та поточного ремонтів на підприємстві.

Висновок. Завдяки реалізації запропонованих заходів, розробці ГІС водопроводу та створенню якісної гідравлічної моделі роботи системи водопостачання за допомогою кваліфікованого персоналу можна поліпшити

усі ланки в ланцюгу на шляху руху води від джерела до споживача, оптимізувати сумісну роботу гідравлічно взаємопов'язаних споруд, усунути надлишкові напори та зменшити витрати, значно знизити витрати електроенергії на насосних станціях, контролювати роботу водопровідної системи в режимі реального часу, моментально фіксувати місця аварій на мережі, моделювати різні нештатні ситуації та здійснювати ефективне планування ремонтних робіт. Такі заходи передбачають великі капітальні і трудові затрати, однак вони дають змогу забезпечити ефективну роботу підприємств водопостачання, полегшити обслуговування споруд і керування системою завдяки автоматизації процесів, а також значно знизити енергоспоживання та експлуатаційні затрати на підприємствах в наступні роки їх функціонування при гарантуванні високої якості наданих споживачам послуг.

Список літератури

1. *ДСанПіН 2.2.4-171-10*. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Затверджено наказом МОЗУ 12.05.2010 № 400. Зареєстровано в МЮУ 1.07.2010 №452/17747.
2. *Хоружий П.Д., Хомутецька Т.П., Хоружий В.П.* Ресурсозберігаючі технології водопостачання. – К: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
3. *Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2013 році* / Мінрегіон, Київ, 2014. – 454 с.
4. *Хомутецька Т.П.* Регулювання і автоматизація відцентрових насосів при їх сумісній роботі з водонапірними спорудами / Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: наук-техн. зб. – Вип.15. – К.: КНУБА, 2010. – С. 35-44.
5. *Хомутецька Т.П.* Методика оптимізації роботи насосних станцій і безбаштової водопровідної мережі (на прикладі Чернігівського водопроводу) / Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури: наук. видання, 2012 – Вип.48. – С. 215-229.
6. *Хомутецька Т.П.* Методика розрахунку водопровідних систем з гідропневматичними насосними установками / Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури: наук. видання, 2011/ – Вип.42. – С. 276-284.
7. *Турай А.М., Хомутецька Т.П.* Оптимізація роботи систем із взаємодіючими водозабірними свердловинами / Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: наук-техн. зб. – Вип.21. – К.: КНУБА, 2013. – С. 7-13.
8. *Хомутецька Т.П., Сизоненко Г.А.* Дослідження доцільності застосування багатозонних тарифів на електроенергію у водопостачанні / Меліорація і водне господарство. Вип.101. – К: ІВПіМ НААН, 2014. – С. 112-123.
9. *Шкінь О.М., Хоружий П.Д., Хомутецька Т.П.* Шляхи енергозбереження в системах господарсько-питного водопостачання на

Надійшло до редакції 10.06.2015

УДК 628.161.2:546.71

Д.В. ЧАРНИЙ, кандидат технічних наук
Інститут водних проблем і меліорації НААН України
Н.М. ЧЕРНОВА, кандидат технічних наук
Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ КАТАЛІТИЧНОЇ ПЛІВКИ НА ЗЕРНАХ ФІЛЬТРУЮЧОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ТА ПРОЦЕСИ, ЩО ВИКЛИКАЮТЬ ЇЇ УТВОРЕННЯ

Розкрито підходи з безреагентної технології очищення багатокомпонентних підземних вод з підвищеним вмістом розчинних сполук заліза, марганцю та сірководню. Технологія базується на біо-фізико-хімічному методі порушення термодинамічної рівноваги вихідної води. Одним з результатів такого підходу стало отримання нового фільтруючого матеріалу з каталітично-окисними властивостями на базі полімерних гранул, модифікованих плівкою залізо-марганцевих конкрецій.

Ключові слова: гранули, фільтруюче завантаження, залізо, марганець, залізобактерії, хемолітотрофи, термодинаміка, очищення, пероксид, діоксид.

Раскрыто подходы к безреагентной технологии очистки многокомпонентных подземных вод с повышенным содержанием растворимых соединений железа, марганца и сероводорода. Технология базируется на био-физико-химическом методе нарушения термодинамического равновесия исходной воды. Одним из результатов такого подхода стало получение нового фильтрующего материала с каталитическими и окислительными свойствами на базе полимерных гранул, модифицированных пленкой железо-марганцевых конкреций.

Ключевые слова: гранулы, фильтрующая загрузка, железо, марганец, железобактерии, хемолитотрофы, термодинамика, очистка, пероксид, диоксид.

Approaches of reagentless technology for multicomponent groundwater treatment with high content of soluble iron, manganese and hydrogen sulfide compounds were found out. Technology is based on bio-physical-chemical method of initial water thermodynamic disequilibrium. Catalyst and oxidizing properties of new filter media obtaining from polymer grains modified by iron-manganese nodules film was one of the approach results.