
ГІДРОТЕХНІЧНЕ БУДІВНИЦТВО, ВОДНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ

HYDRAULIC CONSTRUCTION,
WATER ENGINEERING AND WATER TECHNOLOGIES

УДК 628.14

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.1.17>

СХЕМА ОПТИМІЗАЦІЇ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ У СЕЛИЩІ МІСЬКОГО ТИПУ КОЗАЦЬКЕ БЕРИСЛАВСЬКОГО РАЙОНУ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Волошин М.М. – кандидат технічних наук,

доцент кафедри гідротехнічного будівництва, водної та електричної інженерії
Херсонського державного аграрно-економічного університету

ORCID ID: 0000-0003-0467-1963

У статті наведено актуальність роботи, яка полягає в реформуванні, модернізації та розвитку водопостачання в Україні. Наведені проблеми, які потребують невідкладного розв'язання, що обумовлено, перш за все, постійним збільшенням заборгованості по оплаті послуг зі сторони бюджетних організацій та населення. Представлено аналіз роботи системи водопостачання селища міського типу Козацьке. Наведено аналіз реалізації проєктних рішень щодо системи водопостачання селища. Представлено мета роботи та завдання для досягнення зазначеної мети, а саме: провести аналіз загальної характеристики селища міського типу Козацьке та перспективи його розвитку; провести аналіз роботи наявної системи водопостачання і її технічний стан; провести гідравлічні розрахунки водопровідної мережі; обґрунтувати основні проблеми функціонування системи водопостачання селища міського типу Козацьке; надати рекомендації щодо усунення недоліків функціонування системи водопостачання селища міського типу Козацьке і її розвитку. Представлено місце розташування селища міського типу Козацьке. Наведені структурні та кількісні показники водоспоживачів. Представлено показники заявленого та фактичного водокористування. Приведена характеристика системи водопостачання населеного пункту. Представлено джерело водопостачання селища. Представлено характеристики свердловини №2-25 та модернізовано – занурений насос ЕВВ8-25-100 обладнаний перетворювачем частоти обертання вісі електродвигуна. Наведено напірно-регулюючі споруди на території ЗСО свердловин розташовані 10 водонапірних башт з різною місткістю і висотою стовбура. Представлена характеристика трубопровідної мережі та її подальша можливість експлуатації. Наведено втрати води в системі водопостачання селища. Представлено висновки та пропозиції стосовно оптимізації роботи та реконструкції водопровідної мережі селища міського типу Козацьке.

Ключові слова: оптимізація, реконструкція, водопровідна мережа, сучасний стан, перспективний план, модернізація.

Voloshin M.M. Scheme of optimization and reconstruction of water supply networks in the town of Kozatske, Beryslav district, Kherson region

The article presents the relevance of the work, which is to reform, modernize and develop water supply in Ukraine. These are problems that need to be addressed immediately, primarily

due to the constant increase in arrears of payment for services from budgetary organizations and the public. An analysis of the operation of the water supply system of the Cossack urban-type settlement is presented. The analysis of realization of design decisions concerning system of water supply of the settlement is resulted. The purpose of work and tasks for achievement of the specified purpose are presented, namely: to carry out the analysis of the general characteristic of the settlement of urban type Kozatske and prospects of its development; to analyze the operation of the existing water supply system and its technical condition; to carry out hydraulic calculations of a water supply network; to substantiate the main problems of functioning of the water supply system of the urban-type settlement Kozatske; to provide recommendations on eliminating the shortcomings of the functioning of the water supply system of the urban-type settlement Kozatske and its development. The location of the urban-type settlement Kozatske is presented. Structural and quantitative indicators of water consumers are given. Indicators of declared and actual water use are presented. The characteristics of the water supply system of the settlement are given. The source of water supply of the settlement is presented. The characteristics of the well №2-25 are presented and the submersible pump EBB8-25-100 equipped with the motor axis speed converter is modernized. Pressure-regulating constructions on the territory of ZSO of wells are located 10 water towers with different capacity and height of a trunk. The characteristics of the pipeline network and its further possibility of operation are presented. Water losses in the water supply system of the village are given. Conclusions and proposals on optimization of work and reconstruction of the water supply network of the town of Kozatske are presented.

Key words: optimization, reconstruction, water supply network, current state, long-term plan, modernization.

Постановка проблеми. Актуальність реформування, модернізації та розвитку водопостачання України обумовлена надзвичайно тяжким становищем, в якому на сьогоднішній день опинилася ця найважливіша галузь житлово-комунального господарства [1; 2]. Неприйняття найближчим часом радикальних та термінових заходів призведе до виходу з ладу основних складових елементів системи, внаслідок чого створиться реальна загроза дестабілізації водозабезпечення населення.

Фінансовий стан водопровідно-каналізаційних підприємств населених пунктів України незадовільний, що обумовлено, перш за все, постійним збільшенням заборгованості по оплаті послуг зі сторони бюджетних організацій та населення, надто низькими тарифами на воду.

Стан вивчення проблеми. Система водопостачання селища міського типу Козацьке побудована за проектом 1960 р. і здана в експлуатацію у 1962 році. Проект і матеріали експлуатації за 59 років функціонування системи майже не збереглися. Водокористувачем є комунальне підприємство «Козацький багатогалузевий комбінат комунальних підприємств» Новокаховської міської ради [3; 4; 5].

У зв'язку з незадовільним технічним станом водопровідної мережі і споруд потреба в воді по селищу не досягла запланованих значень, тому будівництво нових об'єктів системи водопостачання було недоцільним.

Таким чином, аналіз реалізації проектних рішень щодо системи водопостачання селища показав: нинішні проблеми пов'язані з кардинальними політичними та економічними змінами в Україні, які внесли значні корективи в реалізацію генерального плану селища та попередньої проектною системи водопостачання.

Завдання і методика досліджень. Метою роботи є розробка довгострокової комплексної схеми оптимізації системи водопостачання смт Козацьке, яка містить заходи, спрямовані на поступовий розвиток системи водопостачання і підвищення надійності та якості послуг.

Для досягнення означеної мети вирішувалися такі завдання:

- провести аналіз загальної характеристики селища міського типу Козацьке та перспективи його розвитку;
- провести аналіз роботи наявної системи водопостачання і її технічний стан;
- провести гідравлічні розрахунки водопровідної мережі;

– обґрунтувати основні проблеми функціонування системи водопостачання селища міського типу Козацьке;

– надати рекомендації щодо усунення недоліків функціонування системи водопостачання селища міського типу Козацьке і її розвитку.

Результати досліджень. Селище міського типу Козацьке, розташоване на території Бериславського району в північно-західній частині Херсонської області на правому березі річки Дніпро. На півночі район межує з Нововоронцовським районом, на сході – з лівобережними Каховським і Горностаївським і Великолепетиським районами, на заході – зі Снігурівським районом Миколаївської області й Великоолександрівським районом Херсонської області, на півдні – з Білозерським районом. План розташування селища міського типу Козацьке показано на рис. 1. Селище розташоване в межах Причорноморської низовини на правобережжі нижнього Дніпра в межах супіщано-лесової тераси терасово-дельтової долини [1].



Рис. 1. План розташування селища міського типу Козацьке

На основі даних Козацької селищної ради і Козацького державного багатогалузевого комбінату структура і кількість водоспоживачів на 2020 р. і на перспективу до 2023 р. наведено в табл. 1 [3]. Умовно споживачів можна розділити на комунально-побутовий, суспільний сектори та сектор індивідуальної власності. В житловому секторі розміщуються громадські будівлі та споруди, а саме: дитячі ясла-сад, школа, об'єкт охорони здоров'я, торговельного, культурного та комунального призначення [4; 5].

За прогнозними розрахунками суттєвої зміни зазнають комунально-побутовий сектор, тваринництво і транспортні засоби індивідуального сектору.

Збільшення абонентів водопостачання до прогнозованого рівня можливе в зоні забудови у межах вул. Миру, Бериславська, Південна, Таврійська, Молодіжна, Польова, де проєктом 1960 р. не передбачено будівництво водопровідної мережі.

Населення селища становить 3890 мешканців, із них 3730 чоловік забезпечується централізованим питним водопостачанням із підземних джерел – артезіанських свердловин багатогалузевим комбінатом комунальних підприємств, що здійснює свою роботу згідно ліцензії АВ № 047341.

Таблиця 1

**Структура і кількість водоспоживачів
(матеріали Козацького державного багатогалузевого комбінату)**

Назва споживача	Одиниці виміру	Кількість	
		2020	2023
1. Населення:			
– Забудови будівлями, облаштованими внутрішнім водопроводом і каналізацією	осіб	3900	4700
– 3 вуличних ВРК	осіб	50	63
Утримання худоби:			
– Корови	гол.	223	280
– Кози	гол.	152	188
– Свині дорослі	гол.	140	174
– Птиця	гол.	5800	7206
Миття автотранспорту	шт.	289	347
Полив присадибних ділянок 183 дн.	м ²	121755	151268
2. Бюджетні установи			
Школа (251 дн.)	осіб	385	426
Фельдшерський – акушерський пункт (251 дн.)	відвідувачі	10	10
Адміністративна будівля, сільська рада (251 дн.)	прац.	12	12
Дитячий садок (251 дн.)	дітей	65	75
3. Інші споживачі			
Продовольчі магазини, кафе (365 дн.)	кількість	35	37

Схема наявної системи водопостачання являє собою інженерний комплекс, до складу якого входять водозабори із підземного джерела, водоводи, мережа трубопроводів і напірно-регулююча споруда – водонапірні башти, пожежні резервуари.

Система запроєктована і побудована для господарсько-питного і протипожежного водопостачання. На 2019 рік згідно заявленого водокористування підземні води (заявлена потреба – 286 тис. м³/рік або 783,6 м³/добу; фактично піднято – 265,339 тис. м³/рік або 373 м³/добу) призначені виключно для господарсько-питного водопостачання населення і установ (Висновки Південно-Української гідрологічної експедиції Причорноморського ДРГП, № 92 від 30.06.2006 р. і № 112 від 22.05.2007 р.; дозвіл на спеціальне водокористування, виданий Державним управлінням охорони навколишнього природного середовища в Херсонській області № Укр 5492-ХРС від 16.05.2009 р., а також №5492-ХРС від 15.11.2010 по 01.01.2023 р.).

Система водопостачання смт Козацьке проєктувалася, споруджувалася поетапно за кошти окремих підприємств, частково реконструювалася як система багатofункціонального призначення (комунально-питного, виробничого і протипожежного водопостачання). За об’єктивних причин вона трансформувалася в однофункціональну для вирішення виключно комунально-побутових проблем, при цьому знизилася річна витрата і знизився вільний напір, що не відповідає вимогам БНіП 2.04.02-84. Наявна система на сьогодні складається із 9 локальних водопроводів, схема яких водозабір-водоводи-розподільча мережа. Насосні станції (свердловини) розташовані окремо і працюють автономно, подаючи воду в мережу через водонапірну башту (живлення мережі за схемою з прохідним резервуаром або безпосередньо в мережу водопостачання).

Єдиним джерелом водопостачання селища є підземні води. Забір води із підземного водоносного горизонту здійснюється 10 свердловинами, 10 на балансі у водокористувача. Усі свердловини експлуатуються більше ніж 25 років [5].

Підприємство експлуатує прогнозні ресурси підземного водоносного горизонту меотис-верхньо-сарматських відкладень. Згідно з даними Козацького багатогалузевого комбінату комунальних підприємств (у подальшому Козацький БККП) за проектом водозабірні споруди (свердловини) розміщуються по території селища окремо у межах зон санітарної охорони суворого режиму. У зв'язку зі зменшенням обсягу споживання питної води робоча свердловина № 2-26 була перепрофільована із робочої на резервну і використовується для поливу зелених насаджень і присадибних ділянок виключно у вегетаційний період. У зв'язку зі зменшенням середньої добової і з метою економії електроенергії витрати свердловину № 2-25 модернізовано – занурений насос ЕВВ8-25-100 обладнано перетворювачем частоти обертання вісі електродвигуна (рис. 2), інші цілодобово подають воду до розподільної мережі.



Рис. 2. Блок управління режимом роботи насосного агрегата свердловини № 2-25

В якості напірно-регулюючих споруд на території ЗСО свердловин розташовані 10 водонапірних башт з різною місткістю і висотою стовбура. Перший пояс санітарної охорони свердловин має розміри не більше 30х30м, тип огородження – залізобетонні плити, колючий дріт [6].

Переважна більшість трубопроводів і споруд побудована в середині 60-х років і експлуатується без належного капітального ремонту та реконструкції, водопровідна мережа повністю амортизована і не забезпечує герметичність.

Згідно наданих матеріалів Козацьким БККП загальна протяжність водопровідної мережі становить 29,34 км: в робочому стані 19,34 км, 10 км потребують капітального ремонту [3; 4; 5]. В таблиці 2 надано паспортні дані щодо зовнішньої трубопроводної мережі – діаметри труб і довжини ділянок.

Таблиця 2

**Структура зовнішньої водопровідної мережі на 2020 р.
(дані Козацького БККП)**

Матеріал труб	Діаметр, мм	Довжина ділянки, м
Азбестоцементні	100	5860
Азбестоцементні	150	2380
Сталеві	63	260
Сталеві	76	2600
Сталеві	89	4030
Сталеві	100	1080
Сталеві	150	330
Чавунні	100	7130
Поліетиленові ПЕ 80	50	520
Поліетиленові ПЕ 80	63	1940
Поліетиленові ПЕ 80	90	2720
Поліетиленові ПЕ 80	110	490
Всього		29340

У зв'язку з великим відсотком зносу водопровідних мереж, відсутністю коштів на планову їх заміну збільшилося кількість аварій на ділянках трубопроводу. В результаті реконструкції аварійних ділянок водопровідної мережі господарським способом було прокладено нові поліетиленові трубопроводи $d=50$ мм, $d=63$, $d=90$ і $d=110$ мм загальною довжиною 5670 м. На ділянках 59-Т-33, 28-Т-11, 67-Т-43 – (ПЕ – $d=50$ мм); 5-Т-2, 6-Т-3, 12-Т-4, 43-Т-48, 45-Т-29, 62-66, 65-66, 66-Т-37 – (ПЕ – $d=63$ мм); 16-21, 20-21, 21-Т-6, 23-Т-7, 47-51 67-Т-39 – (ПЕ – $d=90$ мм); 77-78, 34-35, 35-Т-23 – (ПЕ – $d=110$ мм), що стало причиною зміни гідравлічного режиму в системі трубопроводної мережі.

У зв'язку з нестабільністю надходження питної води до споживачів без гідравлічного обґрунтування в літній період здійснювалося зонування системи, подача води окремими ділянками трубопроводів регулювалася дроселюванням або ділянки тимчасово відключалися, в результаті чого змінювався гідравлічний режим в системі трубопроводної мережі.

Відновлення водопровідних мереж значно відстає від їх фактичного зносу. Втрати води в системі водопостачання селища становлять 13%. З кожним роком на мережах селищного водопроводу збільшується кількість аварій і поривів.

У зв'язку з відсутністю фінансового ресурсу повільними темпами виконується робота з упровадження сучасних енергозберігаючих технологій.

Висновки та пропозиції. 1. Приймаючи до уваги фактичний стан системи водопостачання і враховуючи результати виконаних розрахунків, рекомендовано до впровадження схему, якою передбачено модернізацію наявної системи децентралізованого водопостачання і подальший її розвиток до зонної централізованої системи водопостачання з оптимізацією технологічних можливостей.

2. Ураховуючи світові тенденції до збільшення ціни на електроенергію і матеріальні ресурси необхідно, у першу чергу, максимально підвищити ефективність діючої системи водопостачання, виконавши такі заходи:

– Модернізувати наявні водозабори №№2-24, 2-269, 2-142, 2-288, 2-215, 2-23, 2-26, 2-27, 2-25, 2-289, св.11, св.12 (N=12шт), шляхом будівництва колодязя і розміщення в ньому облікового обладнання поданої води, яке забезпечить високу

ефективність використання електроенергії. З метою підвищення ефективності роботи занурених насосів рекомендується обладнати насосні агрегати 11 свердловин №№2-24, 2-269, 2-142, 2-288, 2-215, 2-23, 2-26, 2-27, 2-289, св.11, св.12 перетворювачами частот. Відновити ЗСО свердловин №№2-24, 2-269, 2-142, 2-288, 2-215, 2-23, 2-26, 2-27, 2-25, 2-289, св.11, св.12.

– Реконструювати монтажні вузли наявних колодязів водопровідної мережі, замінивши металеві фасонні частини й арматуру, які експлуатувалися 50 років, що забезпечить зменшення непродуктивних втрат води, поліпшення гідравлічних характеристик трубопровідної системи, скоротить витрати на усунення аварійних ситуацій.

– Побудувати нові ділянки трубопроводів із поліетиленових труб ПЕ80, d=90мм, SDR11 загальною довжиною 5480м.

– Ліквідувати наявну свердловину №2-26 і побудувати нову, що підвищить надійність роботи системи водопостачання, використання водного ресурсу підземного джерела і забезпечить нормативну якість питної води.

3. Пропонованою схемою модернізації свердловин №11 і №12 забезпечиться раціональне їх використання. Не дивлячись на тривалий термін консервації свердловин, збереглася їх працездатність, вони можуть ефективно використовуватись в якості робочих, для чого доцільно відновити їх питомий дебіт і обладнати насосні агрегати перетворювачами частоти. Підвищення ККД при їх модернізації за результатами експлуатації таких систем-аналогів може скласти 40–50%. Перевагою реконструкції свердловин №11 і №12 є можливе використання наявної інфраструктури (водопровідної мережі й електропостачання).

4. Запропоновані заходи є достатньо ефективними і взаємозв'язаними, тому вони повинні реалізовуватися поетапно після гідравлічних випробувань і паспортизації наявної водопровідної мережі, залежно від можливостей джерел фінансування і технічного оснащення комунального підприємства. Трубопроводи, які не витримали випробувального тиску необхідно у першу чергу замінити на поліетиленові відповідного економічно обґрунтованого діаметра.

5. Резерви підвищення ефективності наявної системи водопостачання будуть практично вичерпані після впровадження запропонованих першочергових (найважливіших) заходів, тому структурно-логічною схемою передбачено перехід до впровадження важливих і перспективних заходів:

– Упровадити контрольно-вимірвального обладнання, тобто виконати монтаж у абонентів точок обліку води і нових приладів вимірювання напорів і витрат води в підземних павільйонах свердловин.

– Реалізувати адміністративні та організаційні заходи.

– Упровадити диспетчеризацію і моніторинг технологічних показників.

– Забезпечити потреби системи протипожежного водопостачання. Тимчасово (до завершення реконструкції водопровідної мережі) включити до схеми оптимізації чинну схему протипожежного водопостачання із залученням пожежних автомашин МНС м. Берислава і м.Нова Каховка. Заправка водою їхніх ємностей передбачається із 5 пожежних гідрантів (вул. Шевченка, будинок культури; вул. Шевченка, св. 2-288; вул. Шевченка, вузол 25; вул. Нова, тупик Т-35; пер. Шевченка, вузол 59), які для забезпечення нужд пожежогасіння слід відновити і розмістити на мережі біля будівель суспільного призначення. У перспективі до системи протипожежного водопостачання слід задіяти 3 наявні пожежні резервуари об'ємом по 100м³ кожний, але після їх реконструкції.

6. Подальше зниження рівня платіжного навантаження на споживачів можливе лише за умови впровадження заходів, які зменшують втрати води. Але цей

напрямок може дати ефект лише за можливості споживача сплачувати за фактичний обсяг споживання води згідно показань приладів обліку.

7. Необхідно застосовувати комплексні рішення щодо автоматизації системи водоспоживання й організації обліку спожитої електроенергії з перспективою створення єдиної автоматизованої системи контролю й обліку її витрат. У цьому випадку насоси на свердловинах повинні бути обладнаними частотними перетворювачами. Ці заходи дозволять скоротити витрати електричної енергії на 30%.

8. Зростання питомих витрат коштів щодо утримання системи водопостачання призводить до збільшення тарифів на воду, тому слід провести її аудит, результати якого покажуть, чи є комунальне підприємство конкурентно спроможним на ринку вироблення питної води і які заходи необхідно впровадити, щоб підвищити ефективність її роботи на базі енергозберігаючих технологій. У зв'язку з відсутністю фінансового ресурсу повільними темпами проводиться робота з упровадження сучасних енергозберігаючих технологій.

9. Модернізація водопровідної мережі та основного насосного обладнання дозволить комунальному підприємству знизити витрати на забір води та її транспортування, підвищити якість питної води і надійність водопостачання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Нежлукченко В.М. Методичні рекомендації для виконання кваліфікаційного проєкту «Схема оптимізації роботи централізованої системи водопостачання населеного пункту». Водопровідні мережі. Облік води. Херсон : ХДАУ НВЦ «Колос», 2016. 31 с.

2. Волошин М.М. Розробка схеми оптимізації роботи комбінованого головного колектора «КНС-5 – КНС-4» централізованої системи водовідведення міста Херсона. *Таврійський науковий вісник. Серія «Технічні науки»*. 2021. № 4. С. 61–67.

3. Річний звіт Козацького державного багатогалузевого комбінату комунальних підприємств за 2018 рік.

4. Річний звіт Комунального підприємства «Козацький державний багатогалузевий комбінат комунальних підприємств» Новокаховської міської ради за 2019 рік.

5. Річний звіт Комунального підприємства «Козацький державний багатогалузевий комбінат комунальних підприємств» Новокаховської міської ради за 2020 рік.

6. Зони санітарної охорони. #ВОДАВСЕЛО. URL: <https://vodavselo.info/> (дата звернення: 30.09.2021).

REFERENCES:

1. Nezhlukchenko, V.M. (2016). *Methodychni rekomendatsiyi dlya vykonannya kvalifikatsiynoho proektu «Skhema optymizatsiyi roboty tsentralizovanoyi systemy vodopostachannya naselenoho punktu»*. *Vodoprovodni merezhi. Oblik vody* [Methodical recommendations for the implementation of the qualification project “Scheme of optimization of the centralized water supply system of the settlement”. Water supply networks. Water accounting]. Kherson. KHDAU NVTS «Kolos». 31 s. [in Ukrainian].

2. Voloshyn M.M. (2021). *Rozrobka skhemy optymizatsiyi roboty kombinovanoho holovnoho kolektora «KNS-5 – KNS-4» tsentralizovanoyi systemy vodovidvedennya mista Khersona* [Development of the scheme of optimization of work of the combined main collector “KNS-5 – KNS-4” of the centralized drainage system of the city of Kherson]. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk, (tekhnichni nauky)* [Taurian Scientific Bulletin, (technical sciences)]. no. 4. 61–67. [in Ukrainian].

3. *Richnyy zvit Kozats'koho derzhavnoho bahatohaluzevoho kombinatu komunal'nykh pidpryyemstv za 2018 rik (Novokakhov's'ka mis'ka rada)* [Annual report of the Cossack

State Multidisciplinary Combine of Public Utilities for 2018 (Novokakhovka City Council)]. [in Ukrainian].

4. *Richnyy zvit Komunal'noho pidpryyemstva «Kozats'kyi derzhavnyy bahatohaluzevyy kombinat komunal'nykh pidpryyemstv» za 2019 rik (Novokakhovs'ka mis'ka rada)* [Annual report of the Municipal Enterprise “Cossack State Multidisciplinary Combine of Public Utilities” for 2019 (Novokakhovka City Council)]. [in Ukrainian].

5. *Richnyy zvit Komunal'noho pidpryyemstva «Kozats'kyi derzhavnyy bahatohaluzevyy kombinat komunal'nykh pidpryyemstv» za 2020 rik (Novokakhovs'ka mis'ka rada)* [Annual report of the Municipal Enterprise “Cossack State Multidisciplinary Combine of Public Utilities” for 2020 (Novokakhovka City Council)]. [in Ukrainian].

6. Zony sanitarnoyi okhorony. #VODAVSELO [Sanitary protection zones. #VODAVSELO]. Retrieved from: <https://vodavselo.info/> [in Ukrainian]. (2021, September, 30).