
ГІДРОТЕХНІЧНЕ БУДІВНИЦТВО, ВОДНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ

HYDRAULIC CONSTRUCTION,
WATER ENGINEERING AND WATER TECHNOLOGIES

УДК 628.2

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.4.7>

РОЗРОБКА СХЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ КОМБІНОВАНОГО ГОЛОВНОГО КОЛЕКТОРА «КНС-5 – КНС-4» ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ МІСТА ХЕРСОНА

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 схему оптимізації роботи комбінованого головного колектора «КНС-5 – КНС-4» централізованої системи водовідведення міста Херсона. Представлена актуальність модернізації та розвитку водовідведення. Наведені проблеми, які потребують негайного розв'язання. Наведена мета дослідження – питання стосовно можливості та доцільності розробки схеми оптимізації роботи системи водовідведення міста Херсона. Представлено кількісні характеристики наявних основних каналізаційних насосних станцій у місті Херсоні. Наведена технологічна схема перекачки стічних вод та система водовідведення міста. Представлено характеристики каналізаційних мереж, їх довжина, матеріал, зношеність. Наведено споживачів води і скидання стічної води до ділянки каналізаційного колектора № 22. Розраховано розподіл обсягів скидання стічної води за категоріями споживачів. Представлено тарифи без ПДВ на послуги централізованого водовідведення, затверджені на 2021 рік. Наведено схему комбінованої ділянки каналізаційного колектора «КНС-4 і КНС-5» та її трасування. Виконана детальна характеристика двох ниток напірних трубопроводів від КНС-5. Представлена довжина, матеріал, рік побудови. Наведено характеристику колектора № 22 (кількість обслуговуваних житлових будинків та населення, довжина, матеріал). Представлено результати паспортизації каналізаційної мережі. Проведений аналіз сучасного стану каналізаційної мережі, виявлено низку недоліків та зауважень. Аналіз гідравлічного розрахунку реконструйованої комбінованої ділянки каналізаційного колектора № 22 у разі транспортування теоретично обґрунтованої максимальної секундної витрати виявив низку зауважень. Запропоновано нормальний режим роботи розподільної системи водовідведення, можливість забезпечити за умови реалізації наведених заходів стосовно її реконструкції.

Ключові слова: схема оптимізації, комбінований головний колектор, каналізаційна насосна станція, система водовідведення, стічні води, тариф.

Voloshin M.M. 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

The article presents a scheme for optimizing the operation of the combined main collector KNS-5 – KNS-4 of the centralized drainage system of the city of Kherson. The urgency of modernization and development of drainage is presented. These are issues that need to be addressed immediately. The purpose of the research on the possibility and expediency of developing a scheme for optimizing the operation of the drainage system of the city of Kherson. Quantitative characteristics of the existing main sewage pumping stations in the city of Kherson are presented. The technological scheme of sewage pumping and the city drainage system are given. The characteristics of sewer networks, their length, material, wear are presented. Water consumers and wastewater discharge to the sewer collector area are given № 22. The distribution of wastewater discharge volumes by consumer categories is calculated. Tariffs without VAT for centralized sewerage services approved for 2021 are presented. The scheme of the combined section of the sewer collector “KNS-4 and KNS-5” and its tracing are given. The detailed characteristic of two threads of pressure pipelines from KNS-5 is executed. Presented length, material, year of construction. The characteristic of the collector № 22 (number of serviced residential buildings and population, length, material) is given. The results of certification of the sewerage network are presented. The analysis of the current state of the sewerage network is revealed, a number of shortcomings and remarks are revealed. Analysis of the hydraulic calculation of the reconstructed combined section of the sewer collector № 22 during the transportation of the theoretically justified maximum second flow revealed a number of remarks. The normal mode of operation of the distribution system of drainage is offered. Opportunity to provide, subject to the implementation of the above measures for its reconstruction.

Key words: optimization scheme, combined main collector, sewage pumping station, drainage system, wastewater, tariff.

Вступ. Актуальність реформування, модернізації та розвитку водовідведення України зумовлена надзвичайно тяжким становищем, в якому нині опинилася ця найважливіша галузь житлово-комунального господарства [1].

Постановка проблеми. Невжиття найближчим часом радикальних та термінових заходів призведе до виходу з ладу основних складових елементів системи, внаслідок чого утвориться реальна загроза дестабілізації водовідведення господарсько-побутових стічних вод із зони впливу головного колектора «КНС-5 – КНС-4».

Мета дослідження. Метою статті є розробка схеми оптимізації роботи системи водовідведення міста Херсона, яка містить заходи, спрямовані на поступовий розвиток головного колектора «КНС-5 – КНС-4» системи водовідведення, підвищення надійності та якості послуг транспортування стічних вод до міських каналізаційних очисних споруд.

Виклад основного матеріалу дослідження. Послуги щодо водовідведення в місті Херсоні надає МКП «ВУВКГ м. Херсона», у системі водовідведення є 17 основних насосних станцій, що скидають стоки у самопливну систему, яка своєю чергою подає стоки на очисні споруди м. Херсона. Велика кількість насосних станцій пояснюється різноманітністю географічної природи міста. Технологічна схема перекачки стічних вод м. Херсона зображена на рис. 1.

Система водовідведення в місті складна, натепер довжина каналізаційних мереж (рис. 2) становить 282,2 км, з яких приблизно 222,3 км – самопливні колектори, а 59,9 км – напірні, з них зношені 170 км, або 59%. За оцінкою 139 км, або майже 50%, труб у системі водовідведення повністю зношені та перебувають в аварійному стані, потребують відповідних заходів для стабілізації їхньої роботи.

Останнім часом зросла аварійність на каналізаційних колекторах, виконаних із залізобетонних труб діаметром від 600 до 1200 мм. З огляду на складні гідрогеологічні умови їх залягання (глибина до 8 м за високого рівня ґрунтових вод) провали на колекторах на тривалий час паралізують роботу системи водовідведення та потребують значних коштів на відновлення.

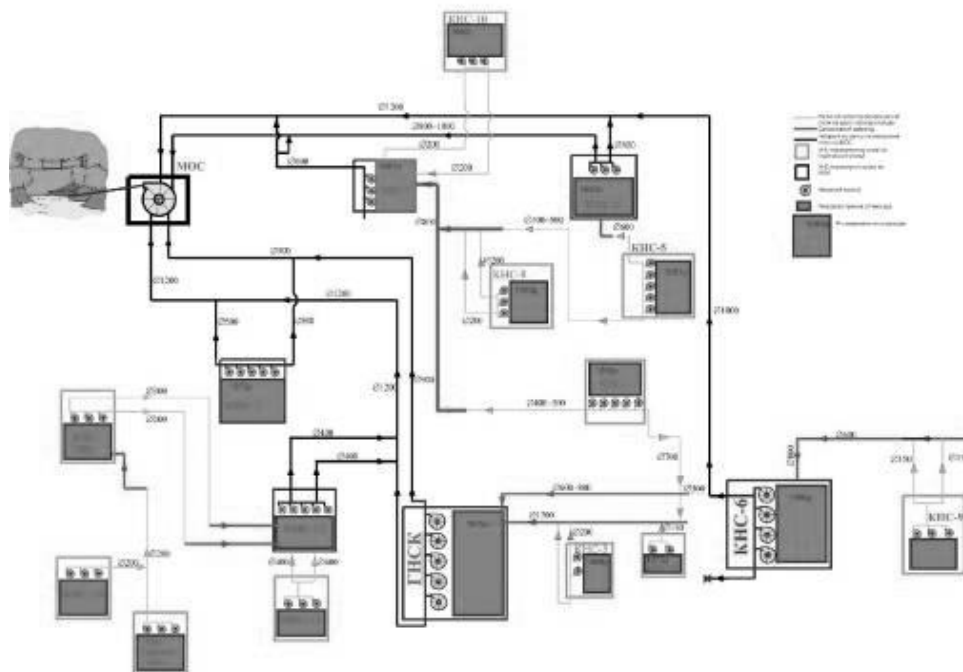


Рис. 1. Технологічна схема перекачки стічних вод м. Херсона



Рис. 2. Схема каналізаційної мережі м. Херсона

Споживачами води і скидання стічної води до ділянки каналізаційного колектора № 22 є:

- населення, що витрачає воду на господарсько-питні потреби;
- окремі адміністративні, культурно-побутові організації, торговельний сектор. Сюди входять і втрати стічної води із каналізаційної мережі.

Розподіл обсягів скидання стічної води за категоріями споживачів у 2020 році у відносній (%) формі наведено на діаграмі (рис. 3).

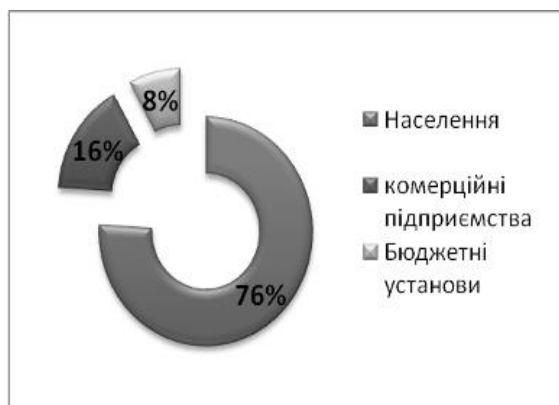


Рис. 3. Розподіл обсягів скидання стічної води за категоріями споживачів у 2020 році

Фінансова діяльність підприємства за роками є нестабільною [2]. Причиною цього стали: низькі і реально незбалансовані тарифи послуг з водопостачання, різке збільшення витрат на оплату праці і матеріальні затрати, незважаючи на збільшення надходжень від реалізації питної води (табл. 1).

Таблиця 1

Тарифи без ПДВ на послуги централізованого водовідведення, затверджені на 2021 рік

Платники	Тариф
Населення, грн/м ³	11,82
Бюджетні установи, грн/м ³	11,82
Інші споживачі, грн/м ³	11,82

Падіння відпуску води споживачам є причиною зниження рівня відведення стічної води, що призводить до її дорожчання, зменшує рентабельність комунального підприємства.

Схема комбінованої ділянки каналізаційного колектора «КНС-4 і КНС-5» та її трасування ілюстрована на рис. 4.

Від КНС-5 стічні води транспортуються по 2-напірних трубопроводах.

Нитка 1 збудована в 1980 році, її довжина 2081,6 м, матеріал труб – чавун Ø400 мм (частково сталевих та з/б d=400–500 мм), в т.ч. ст. d=500 – 73,9 м, чав. d=400 – 1485,9 м, ж/б d=500 – 521,8 м. Вона проходить від КНС-5 до камери гасіння напору по вул. Некрасова (далі по 24-му колектору через Північний самопливний колектор до КНС-2).

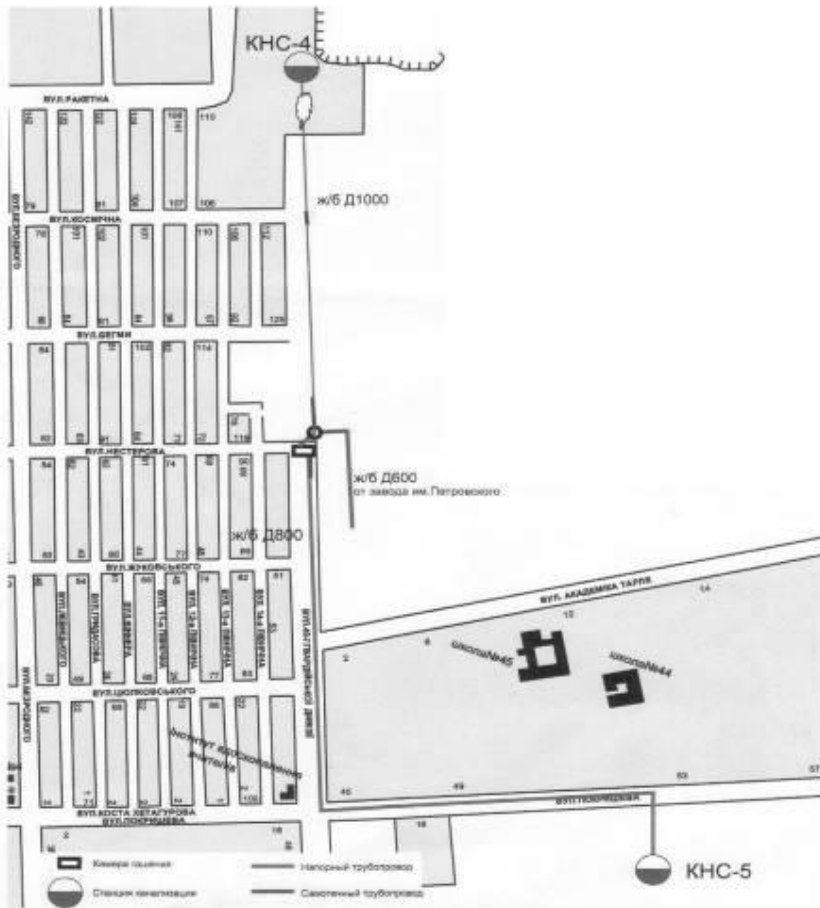


Рис. 4. Схема комбінованої ділянки каналізаційного колектора «КНС4 і КНС5»

Нитка 2 збудована в 1982 році, її довжина 1300 м, матеріал труб – залізобетон $d=800$ мм, проходить від КНС-5 до камери гасіння напору по вул. Несторова (далі по 22-му колектору $d=1000$ мм до КНС-4).

Колектор № 22 відводить стічні води від 377 житлових будинків Таврійського МКР з населенням 63,6 тис. осіб. Каналізаційний колектор від КНС-5 до КНС-4 виконаний із залізобетонних труб $d=1000$ мм і $d=800$ мм, загальна довжина 2400 м.

У табл. 2 представлено результати паспортизації каналізаційної мережі на 2020 рік.

Проведений аналіз сучасного стану каналізаційної мережі показав, що основними недоліками є:

1. Трубопровід самопливного колектора «приймальна камера – КНС-5» системи водопостачання м. Херсона експлуатується з порушенням норм проектування зовнішніх мереж.

2. На ділянці каналізаційної мережі нормативний строк експлуатації залізобетонних трубопроводів вичерпано, ділянка збудована в 1981–82 роках.

3. Встановлено, що напірний колектор потребує реконструкції і технічного вдосконалення шляхом відновлення, а подекуди й заміни наявної мережі

трубопроводів на сучасні пластмасові з економічно і гідравлічно обґрунтованими діаметрами.

Таблиця 2

**Характеристика комбінованого каналізаційного колектора в м. Херсоні
(за даними МКП «ВУВКГ м. Херсона» на 2020 р.)**

Ділянка колектора	Матеріал трубопроводу	Діаметр трубопроводу, мм	Довжина ділянки трубопроводу, м	Технічний стан	
				фасонні частини, засувки	труби
КНС5 – приймальна камера	з/б	800	1018	Корозія металу	Корозія бетону (газова і хімічна)
Приймальна камера – КНС-4	з/б	1000	1300	Корозія бетону (газова і хімічна)	

4. Низький рівень ефективності системи водовідведення пов'язаний з низьким рівнем надійності роботи системи загалом, з частою аварійністю трубопроводів водовідвідної мережі. Аналіз надійності системи водопостачання показав низький її рівень за основними критеріями: довговічністю, безвідмовністю, ремонтпригодністю і збережуваністю.

5. Не забезпечується критерій безвідмовності колектора насамперед через високу її аварійність за різними чинниками: стовідсотковий знос, невідповідність визначених базовим проєктом діаметрів залізобетонних труб, відсутність системи управління та захисту колектора.

Аналіз гідравлічного розрахунку реконструйованої комбінованої ділянки каналізаційного колектора № 22 у разі транспортування теоретично обґрунтованої максимальної секундної витрати показав, що:

– Стан наявного устаткування каналізаційних станцій і залізобетонного колектора, 100% яких 33 роки експлуатуються без капітального ремонту, не дозволяє нормально працювати за розрахункових напору і витрат. Причиною є механічне, хімічне і газове руйнування внутрішньої поверхні залізобетонних труб і поверхні приймального резервуару.

– На випадок пропуску розрахункової максимальної витрати стічної води втрати напору залишаються незначними на напірній ділянці залізобетонного колектора й заміни фасонних частин і арматури. Швидкість води в трубопроводах була значно меншою за оптимальні значення.

– Діаметр самопливної ділянки самопливного колектора значно перевищує економічно обґрунтований.

– Результати попереднього аналізу технічного стану і технологічних досліджень наявної ділянки комбінованого колектора системи водовідведення показали, що відновлення її функціональних можливостей і розширення послуг щодо цілодобового надійного відведення стічних вод можливе лише за умови реалізації заходів з мінімальними затратами.

– Оптимізувати роботу системи водовідведення можна лише у відповідності до результатів гідравлічних розрахунків стосовно витрати – за рахунок упровадження перетворювачів частоти обертання вісі електродвигунів насосів [3; 4].

– Схема системи каналізації забезпечить пропуск розрахункової максимальної витрати стічної води, оскільки гідравлічний потенціал максимально не

використовується. Це знижує економічність роботи трубопроводів за рахунок їх високої амортизації, одночасно впливаючи на рівень собівартості послуг щодо каналізування стічних вод.

– У зимовий період низький рівень водовідведення не дозволяє ефективно експлуатувати досить енергоємну та застарілу колекторну мережу і обладнання, тому в період мінімального водовідведення рекомендується тимчасово відключати насосне обладнання згідно з режимом надходження стічних вод із території каналізування.

Висновки і пропозиції. Нормальний режим роботи розподільної системи водовідведення можна забезпечити за умови реалізації таких заходів стосовно її реконструкції:

1. Розглядати напірну ділянку залізобетонного колектора як таку, що практично сформувалася за 33-річний період її експлуатації. В основному зона каналізування представлена дев'ятиповерховими житловими будинками.

2. Необхідний напір у колекторі № 22 забезпечуватиметься наявними п'ятьма насосними агрегатами СД каналізаційної насосної станції КНС-5.

3. Із можливих варіантів реконструкції ділянки каналізаційного напірного та самопливного колекторів рекомендується комплексна, прийнятна і економічна для реалізації реконструкція, яка не потребує великих капітальних вкладень, за рахунок використання новітніх технологій щодо ремонту старих трубопровідних систем безтраншейним методом «релайнинг» і заміни фасонних частин та арматури.

4. Обладнати каналізаційні насоси перетворювачами частоти з визначеною розрахунками потужністю, що призначені для роботи у складі каналізаційної насосної станції на напругу 380В, або інших аналогів. Перетворювач частоти забезпечить постійний тиск у трубопроводах зовнішньої мережі та ефективно збалансує режим роботи насосного обладнання з режимом надходження стічної води в приймальну камеру КНС-5, у зв'язку з чим зменшаться експлуатаційні витрати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Концепція Загальнодержавної цільової соціальної програми «Питна вода України» на 2022–2026 роки. Київ : Урядовий портал. 2021. 1 с.
2. Фінансова звітність МКП «ВУВКГ м. Херсона». Херсон : Офіційний сайт МКП «ВУВКГ м. Херсона». 2020. 8 с.
3. Волошин М.М. Методичні рекомендації «Розрахунок економічної ефективності впровадження частотних перетворювачів для насосних агрегатів». Херсон : РВВ ХДАУ «Колос», 2012. 40 с.
4. Шишков А.А., Андрианов В.А. Применение частотно-регулируемого привода в энергосберегающих системах управления насосными установками. *Водоснабжение и санитарная техника*. 2004, № 7. С. 78–85.

REFERENCES:

1. Kontseptsiya Zahal'noderzhavnoyi tsil'ovoyi sotsial'noyi prohramy "Pytna voda Ukrainy" na 2022–2026 roky (2021). Kyiv: Uryadovyy portal. 1 s. [in Ukrainian].
2. Finansova zvitnist' MKP "VUVKH m. Khersona" (2020). Kherson: Ofitsiynyy sayt MKP "VUVKH m. Khersona". 8 s. [in Ukrainian].
3. Voloshin, M.M. (2012). Metodychni rekomendatsiyi "Rozrakhunok ekonomichnoyi efektyvnosti vprovadzhennya chastotnykh peretvoryuvachiv dlya nasosnykh ahrehativ". Kherson: RVV KHDAU "Kolos". 40 s. [in Ukrainian].
4. Shishkov, A.A., Andrianov, V.A (2004). Primeneniye chastotno-reguliruyemogo privoda v energosberegayushchikh sistemakh upravleniya nasosnymi ustanovkami. *Vodosnabzheniye i sanitarnaya tekhnika*. No. 7. Pp. 78–85 [in Russian].