

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА УМОВИ РОБОТИ МІСЬКИХ ОЧИСНИХ СПОРУД ВОДОВІДВЕДЕННЯ М. ХАРКІВ

Сергій Проценко¹, Микола Кізеєв², Ольга Новицька³

^{1,2,3} Національний університет водного господарства та природокористування
11, Соборна вул., м. Рівне, Україна, 33028

¹канд. техн. наук, s.b.protsenko@nuwm.edu.ua, orcid.org/0000-0002-1292-0651

²канд. техн. наук, m.d.kizieiev@nuwm.edu.ua, orcid.org/0000-0002-1491-1695

³канд. техн. наук, o.s.novytska@nuwm.edu.ua, orcid.org/0000-0001-7286-9731

DOI: 10.32347/2524-0021.2023.43.53-63

Анотація. Події, що пов'язані з воєнною агресією проти України, мали істотний вплив на умови роботи міських очисних споруд водовідведення м. Харків. Через скорочення чисельності населення міста та зменшення його промислового потенціалу суттєвих змін зазнали кількісні та якісні показники стічних вод, що надходили на міські очисні споруди водовідведення № 1 і № 2 – комплекси біологічного очищення «Диканівський» (МОСВ-1) та «Безлюдівський» (МОСВ-2). Добові навантаження за забрудненнями стічних вод на очисні споруди у період з березня 2022 року по березень 2023 року включно зменшилися майже удвічі порівняно з довоєнним часом. Фактичні добові витрати стічних вод становили: на МОСВ-1 – 216,8 тис. м³/добу (або 54,2% від розрахункової пропускнув спроможності згідно з Проектом реконструкції очисних споруд та лінії з обробки осаду); на МОСВ-2 – 69,0 тис. м³/добу (або відповідно 43,2%). Фактичні добові навантаження за забрудненнями стічних вод під час воєнного стану у середньому становили (у відсотках від проектної величини): на МОСВ-1 за ХПК – 60%; за БПК₅ – 52%; за завислими речовинами – 51%; за азотом амонійним – 66%; за фосфатами – 27%; на МОСВ-2 за ХПК – 52%; за БПК₅ – 51%; за завислими речовинами – 30%; за азотом амонійним – 64%; за фосфатами – 43%. У статті також розглянуті негативні наслідки припинення у зв'язку з воєнними діями розпочатих робіт з реконструкції очисних споруд на умови їхньої експлуатації. Зроблений висновок про необхідність внесення коректив у проект реконструкції споруд з очищення стічних вод та обробки осадів у разі його відновлення з урахуванням ситуації, що склалася.

Ключові слова: воєнні дії, водовідведення, стічні води, очисні споруди, реконструкція.

ВСТУП

Війна, що була розпочата проти України 24 лютого 2022 року, стала найбільшим воєнним конфліктом на європейському просторі з часів Другої світової війни. В ході цього військового конфлікту агресор веде на території України бойові дії, завдає артилерійських та ракетних обстрілів по населених пунктах, у тому числі по найбільших містах України, а також по критичних та інших об'єктах інфраструктури, зокрема, по об'єктах енергетичної галузі. Це призводить до значних жертв серед мирних

громадян, до масштабних руйнувань і пошкоджень, які зазнають житловий фонд, адміністративні і громадські будівлі, об'єкти інфраструктури, культурні та архітектурні споруди, промислові і комунальні підприємства по всій країні, та передусім – у районах активних бойових дій, до яких належить і Харківська область.

У чималому переліку міст України, які постраждали під час війни найбільше, фігурує також і Харків [1]. У місті були частково пошкоджені або повністю зруйновані численні об'єкти цивільної інфраструктури [2], зокрема такі:

- системи постачання газу, води, електрики та тепла, особливо розподільчі пункти (трансформаторні підстанції, відділення водоканалу, магістральні газопроводи, лінії електропередачі в житлових кварталах);
- заправки та системи зберігання палива (нафтосховища), інші складські приміщення;
- транспортна інфраструктура;
- підрозділи і підстанції рятувальних служб;
- телекомунікаційна інфраструктура;
- численні будівлі і споруди тощо.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТ ВОДИ ТА ПОКАЗНИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

Воєнні дії призвели до суттєвого скорочення чисельності населення міста Харків та до зменшення його промислового потенціалу. Все це істотно позначилося на умовах роботи очисних споруд водовідведення міста.

Так, згідно з даними комунального підприємства «Харківводоканал» (рис. 1), під час війни, порівняно з попередніми періодами, значно зменшилися витрати стічних вод, що надходили на міські очисні споруди водовідведення № 1 (МОСВ-1, або комплекс біологічного очищення «Диканівський») та № 2 (МОСВ-2, або комплекс біологічного очищення «Безлюдівський») [3].

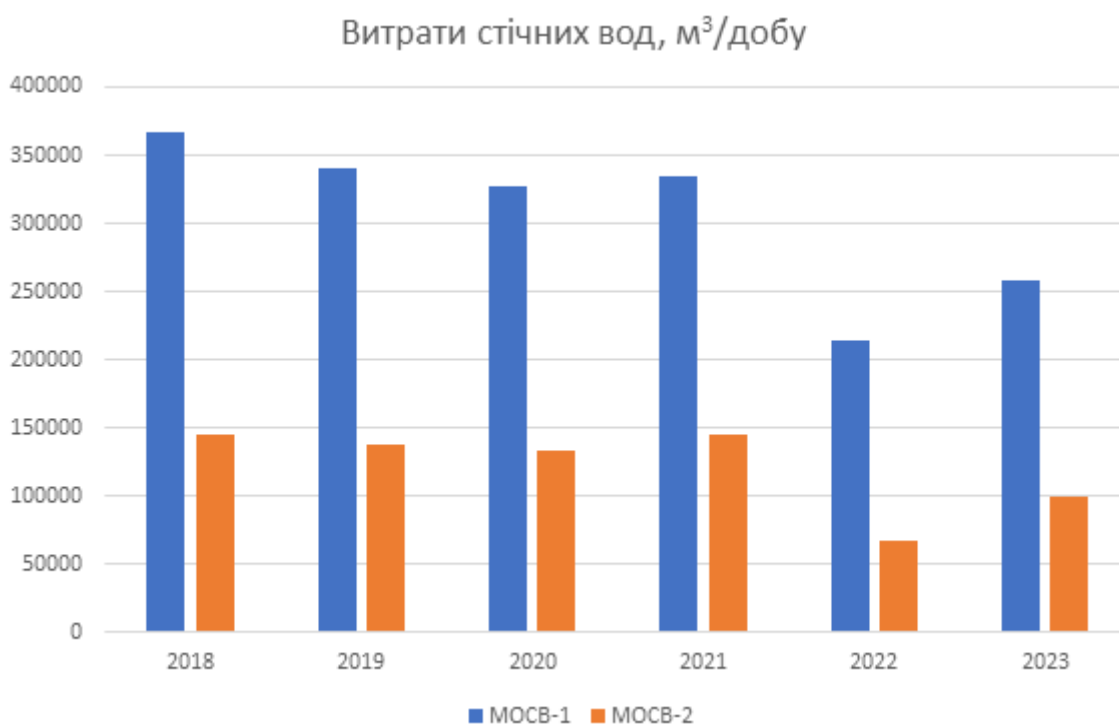


Рис. 1. Середні добові витрати стічних вод, м³/добу, що надходили на МОСВ-1 та МОСВ-2 упродовж 2018-2023 років (тут і далі відомості щодо 2023 р. наведені у розрізі перших трьох місяців року)

Fig. 1. Average daily wastewater discharge of MWWTP-1 and MWWTP-2, m³/day, during 2018-2023 (the information for 2023 is given in the first three months of the year in the paper)

Перед війною в м. Харків у стадії реалізації перебував проєкт реконструкції каналізаційних очисних споруд та лінії з обробки осаду «Другий проєкт розвитку міської інфраструктури» [4], згідно з яким

розрахункова пропускна спроможність реконструйованих очисних споруд мала становити: МОСВ-1 – 400 тис. м³/добу, МОСВ-2 – 160 тис. м³/добу. Натомість, середні за період воєнних дій (з березня 2022

р. по березень 2023 р. включно) фактичні добові витрати стічних вод становили: на МОСВ-1 – 216,8 тис. м³/добу (або 54,2% від проєктної величини); на МОСВ-2 – 69,0 тис. м³/добу (або відповідно 43,2%).

На МОСВ-1 найменші добові витрати стічних вод спостерігалися у травні-серпні 2022 року – порядку 178 тис. м³/добу (рис. 2). Аварійні та планові відключення від електропостачання житлових,

комунальних і промислових об'єктів міста, які були пов'язані з ворожими ударами по енергетичній інфраструктурі переважно у жовтні-листопаді 2022 р., не мали суттєвого впливу на величину середньодобової витрати стічних вод. Навпаки, починаючи з жовтня, витрата стоків поступово зростала, досягнувши в січні-березні 2023 р. величини порядку 260 тис. м³/добу.

Витрати стічних вод, м³/добу

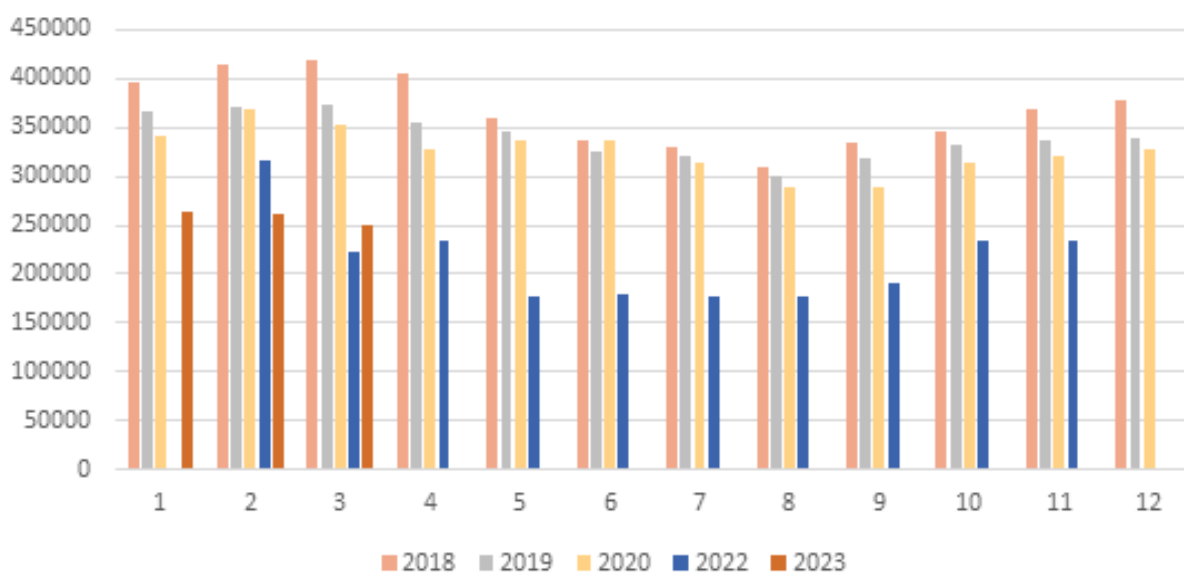


Рис. 2. Середні за місяць добові витрати стічних вод, м³/добу, що надходили на МОСВ-1 упродовж 2022-2023 років порівняно з попередніми періодами

Fig. 2. Monthly average daily wastewater discharge of MWWTP-1, m³/day, during 2022-2023 compared to previous periods

На МОСВ-2 найменшими середні добові витрати стічних вод були у квітні 2022 р. і становили 33,4 тис. м³/добу. Надалі спостерігалось поступове збільшення витрат стічних вод, які в січні-березні 2023 р. досягли величини порядку 100 тис. м³/добу (рис. 3).

Також під час воєнного стану порівняно з довоєнними роками відбулися певні зміни якісних характеристик стічних вод. Так, на МОСВ-1 (табл. 1) спостерігалось деяке

зменшення показників ХПК і БПК₅ стоків при їхньому співвідношенні у середньому 2,5 (за проєктного значення 2,1). Це говорить про підвищення вмісту у стічних водах таких органічних речовин, які важко окислюються біохімічним шляхом, і може бути наслідком збільшення промислової складової в суміші господарсько-побутових та виробничих стічних вод, що надходили на МОСВ-1.

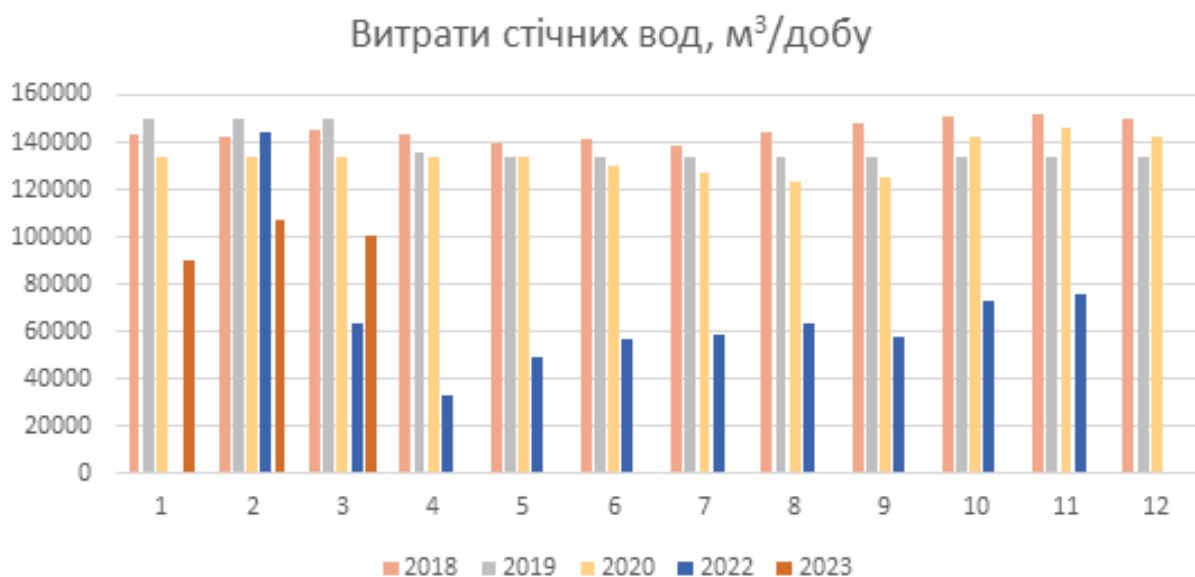


Рис. 3. Середні за місяць добові витрати стічних вод, м³/добу, що надходили на МОСВ-2 упродовж 2022-2023 років порівняно з попередніми періодами

Fig. 3. Monthly average daily wastewater discharge of MWWTP-2, m³/day, during 2022-2023 compared to previous periods

Табл. 1. Порівняння фактичних та розрахункових проєктних показників витрати і забруднень стічних вод на МОСВ-1 м. Харків

Table 1. Comparison of actual and design indicators of wastewater discharge and pollution at MWWTP-1 of Kharkiv city

Показники витрати і забруднень стічних вод	Значення показників		
	фактичні середні (мін. ... макс.)		розрахункові проєктні
	2018 – 2020 рр.	березень 2022 р. – березень 2023 р.	
Добова витрата, тис. м ³ /добу	345 (289...420)	217 (177...264)	400
Показники забруднення, мг/дм ³ :			
– ХПК	405 (318...529)	365 (325...406)	328
– БПК ₅	178 (118...237)	147 (115...191)	155
– завислі речовини	253 (174...398)	206 (155...298)	220
– азот амонійний	35,8 (27,4...44,2)	29,3 (28,7...32,7)	24,0
– фосфати	20,4 (12,3...31,2)	12,7 (10,4...16,8)	25,0

Також дещо зменшилися концентрації завислих речовин у стоках (206 мг/дм³ у воєнний період порівняно з проєктним значенням 220 мг/дм³ та величиною 253 мг/дм³, що спостерігалася в середньому протягом 2018-2020 років).

Вміст азоту амонійного (29,3 мг/дм³) хоча і був більшим за розрахункову проєктну величину (24,0 мг/дм³), проте суттєво зменшився порівняно з попередніми 2018-2020 роками (35,8 мг/дм³).

Майже удвічі зменшилася концентрація фосфатів у стоках – до 12,7 мг/дм³ порівняно з проєктним значенням 25,0 мг/дм³. Це може свідчити про менше використання детергентів (миючих засобів), що містять сполуки фосфору, й опосередковано підтверджує тезу про зменшення частки побутової компоненти у загальному складі суміші стічних вод, які надходили на МОСВ-1.

Порівняння фактичного добового навантаження за забрудненнями стічних вод на МОСВ-1 під час воєнного стану з попередніми значеннями та з розрахунковими проєктними величинами (табл. 2, рис. 4) показує, що фактичні навантаження в цей період

у середньому становили (у відсотках від проєктної величини): за ХПК – 60%; за БПК₅ – 52%; за завислими речовинами – 51%; за азотом амонійним – 66%; за фосфатами – 27%.

Табл. 2. Порівняння фактичних та розрахункових проєктних добових навантажень за забрудненнями стічних вод на МОСВ-1 м. Харків

Table 2. Comparison of actual and design daily loads of wastewater pollution at MWWTP-1 of Kharkiv city

Показники забруднень стічних вод	Добове навантаження, т/добу		
	фактичне середнє (мін. ... макс.)		розрахункові проєктні
	2018 – 2020 рр.	березень 2022 р. – березень 2023 р.	
ХПК	141 (100...197)	78,7 (62,0...93,6)	131
БПК ₅	61,3 (37,4...82,7)	32,1 (20,5...47,8)	62,0
Завислі речовини	86,8 (52,6...125)	45,1 (27,6...74,6)	88,0
Азот амонійний	12,3 (9,98...16,7)	6,36 (5,14...7,68)	9,60
Фосфати	7,03 (4,35...10,8)	2,71 (1,96...3,92)	10,0

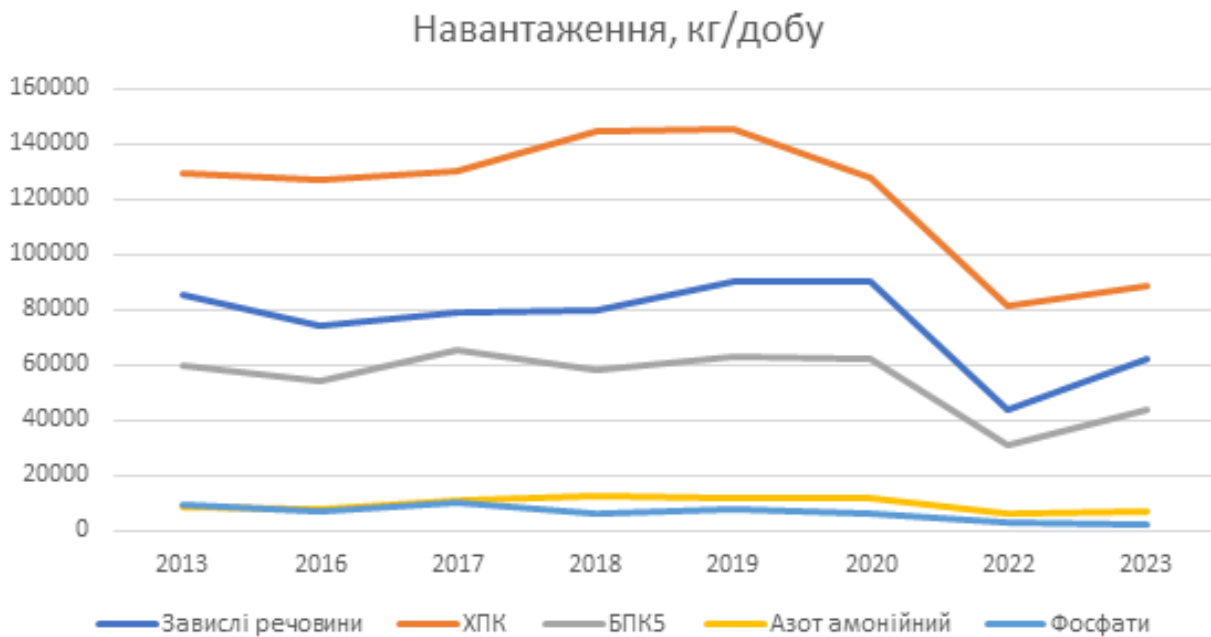


Рис. 4. Динаміка навантажень за забрудненнями стічних вод на МОСВ-1, кг/добу

Fig. 4. Dynamics of wastewater pollution loads at MWWTP-1, kg/day

При нормі забруднень на одного жителя за БПК₅ неосвітленої рідини 60 г/добу (згідно з ДБН В.2.5-75:2013 [5]) середній популяційний еквівалент для стічних вод, що надходили на МОСВ-1, становив 535 тис. мешканців (за проєктної величини 1 033,3 тис. мешканців).

На МОСВ-2 у період з березня 2022 р. по березень 2023 р. включно значення показників забруднення стічних вод за ХПК і БПК₅ дещо збільшилися порівняно з проєктними величинами та з довоєнним часом (табл. 3), проте співвідношення цих параметрів ХПК / БПК₅ залишалось на попередньому рівні 1,9.

Табл. 3. Порівняння фактичних та розрахункових проєктних показників витрати і забруднень стічних вод на МОСВ-2 м. Харків

Table 3. Comparison of actual and design indicators of wastewater discharge and pollution at MWWTP-2 of Kharkiv city

Показники витрати і забруднень стічних вод	Значення показників		
	фактичні середні (мін. ... макс.)		розрахункові проєктні
	2018 – 2020 рр.	березень 2022 р. – березень 2023 р.	
Добова витрата, тис. м ³ /добу	139 (123...152)	69,0 (33,4...107,0)	160
Показники забруднення, мг/дм ³ :			
– ХПК	468 (303...669)	488 (316...622)	407
– БПК ₅	246 (171...378)	253 (163...314)	213
– завислі речовини	189 (153...229)	170 (153...206)	240
– азот амонійний	34,4 (22,9...44,3)	33,2 (29,5...37,1)	22,5
– фосфати	12,8 (9,9...17,6)	10,8 (9,0...12,0)	10,9

На фоні збільшення ХПК і БПК₅ низькими були концентрації завислих речовин (їх середнє значення зменшилося до 170 мг/дм³ порівняно з проєктною величиною 240 мг/дм³). Як і в довоєнні часи, вміст азоту амонійного (33,2 мг/дм³) був суттєво вищий за проєктну величину (22,5 мг/дм³). Практично на проєктному рівні був вміст у стоках фосфатів – 10,8 мг/дм³.

Фактичні добові навантаження за забрудненнями стічних вод на МОСВ-2 під час воєнного стану порівняно з проєктними величинами (табл. 4, рис. 5) суттєво зменшилися і в середньому становили (у відсотках від проєктних значень): за ХПК – 52%; за БПК₅ – 51%; за завислими речовинами – 30%; за азотом амонійним – 64%; за фосфатами – 43%.

Табл. 4. Порівняння фактичного та проєктного добового навантаження за забрудненнями стічних вод на МОСВ-2 м. Харків

Table 4. Comparison of actual and design daily loads of wastewater pollution at MWWTP-2 of Kharkiv city

Показники забруднень стічних вод	Добове навантаження, т/добу		
	фактичне середнє (мін. ... макс.)		розрахункові проєктні
	2018 – 2020 рр.	березень 2022 р. – березень 2023 р.	
ХПК	64,7 (42,3...83,7)	33,7 (10,6...46,2)	65,0
БПК ₅	34,0 (24,6...50,4)	17,5 (5,43...23,8)	34,1
Завислі речовини	26,2 (23,0...34,3)	11,7 (5,39...18,1)	38,4
Азот амонійний	4,75 (3,28...5,78)	2,29 (0,99...3,47)	3,60
Фосфати	1,78 (1,29...2,51)	0,75 (0,31...1,17)	1,74

Середній популяційний еквівалент для стічних вод, що надходили у період воєнного стану на МОСВ-2, складав 291,7 тис. мешканців (згідно з проєктом реконструкції очисних споруд значення цього показника становило 568,5 тис. мешканців).

Разом для двох каналізаційних очисних станцій міста Харків у воєнний період

популяційний еквівалент навантаження стічних вод на очисні споруди за показником БПК₅ у середньому складав 826,7 тис. мешканців (порівняно з проєктним значенням 1 601,8 тис. осіб), тобто був на 48% менший.

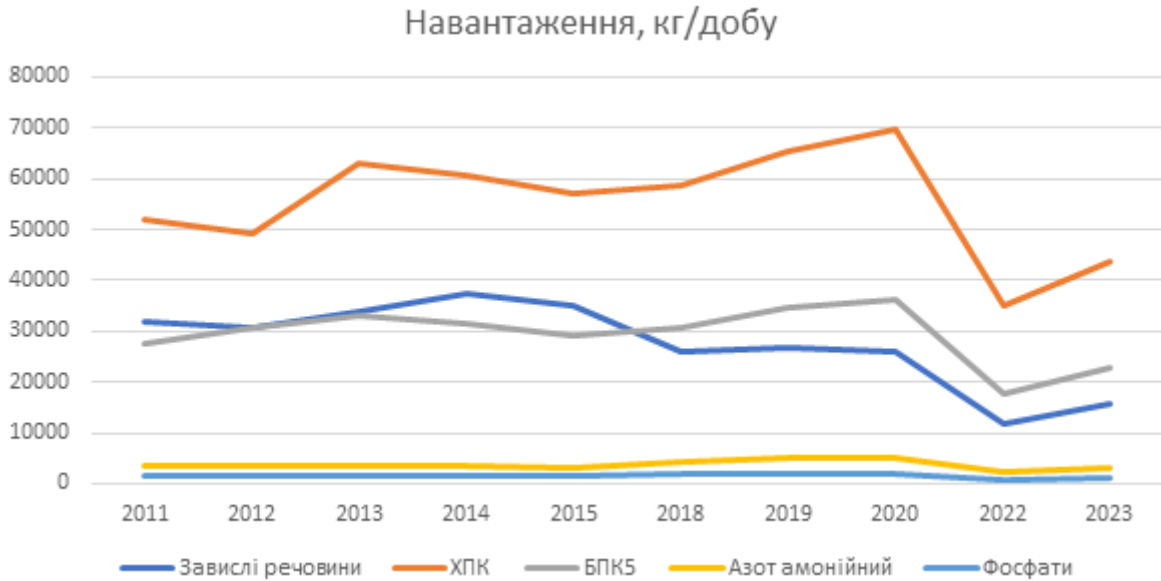


Рис. 5. Динаміка навантажень за забрудненнями стічних вод на МОСВ-2, кг/добу
Fig. 5. Dynamics of wastewater pollution loads at MWWTP-2, kg/day

ВІДНОВЛЕННЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЯ МОСВ

З початком воєнних дій підрядник проекту реконструкції очисних споруд (міжнародний консорціум), посилаючись на форс-мажорні обставини, припинив усі передбачені контрактом роботи, залишивши на будівельних майданчиках ряд частково демонтованих та недобудованих споруд і будівель, що в даний час непридатні для експлуатації. Об'єкти, в яких проводилися роботи з реконструкції, залишилися незахищені. В ряді ємнісних споруд (первинні і вторинні відстійники, аеротенки) технологічне обладнання (скребкові механізми, мулососи тощо) демонтоване, бетонні конструкції (лотки, стіни, перегородки, днища, кріплення) пошкоджені. Нові труби залишені без укриття та пошкоджені. Деякі траншеї залишилися незавершеними, небезпечно відкритими і без захисного огороження. Дорожнє покриття в місцях проведення робіт не відновлене.

Порядку 20% основних ємнісних споруд на МОСВ-1 (рис. 6) та 15% на МОСВ-2 (рис. 7) залишені непридатними для

використання, що створює значні труднощі під час експлуатації очисних станцій. Комплекс споруд для перекачування осадів стічних вод з майданчика МОСВ-1 на майданчик МОСВ-2 також далекий від свого завершення і не працює.

Незавершене будівництво завдало значних збитків КП «Харківводоканал» під час реалізації «Другого проекту розвитку міської інфраструктури». Технічний стан очисних споруд, що нині склався на майданчиках, не дає можливості якісно очищати стічні води із забезпеченням необхідних проектних показників.

Водночас, зменшення обсягів надходження стічних вод під час воєнних дій частково нівелювало негативний вплив незавершеного будівництва на роботу очисних споруд. Проте, зі стабілізацією ситуації на фронті, мешканці поступово повертаються до своїх домів, починає відновлюватись робота промислових підприємств міста. Відтак, поступово більшає навантаження на очисні споруди (див. рис. 4, 5). Постає необхідність невідкладного продовження робіт з реконструкції МОСВ-1 та МОСВ-2.

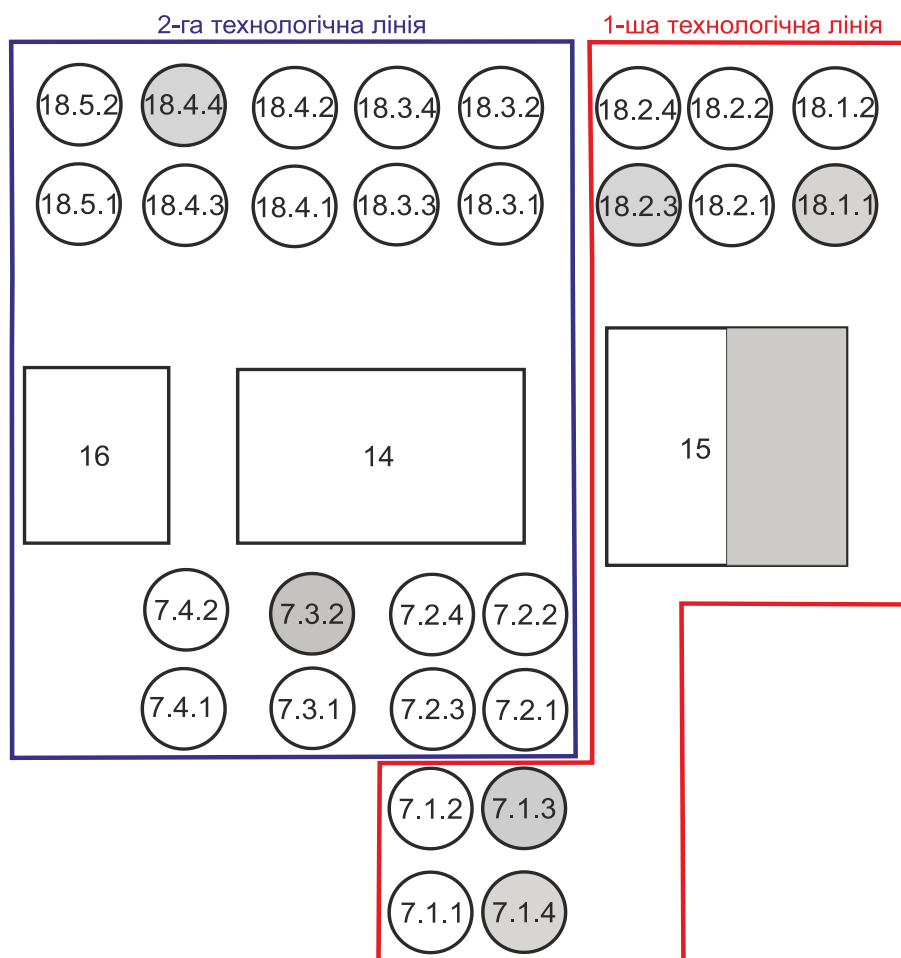


Рис. 6. Схема майданчика МОСВ-1 з розташуванням первинних відстійників (7.1.1 – 7.4.2), аеротенків (14, 15, 16) і вторинних відстійників (18.1.1 – 18.5.2) та з розподілом споруд за технологічними лініями (споруди, що виведені з експлуатації через реконструкцію, позначені сірим кольором)
Fig. 6. Scheme of MWWTP-1 site with the location of primary clarifiers (7.1.1 – 7.4.2), aeration tanks (14, 15, 16) and secondary clarifiers (18.1.1 – 18.5.2) and with the distribution of buildings according to technological lines (buildings that decommissioned due to reconstruction, marked in gray)

Зрозуміло, що процес повернення до мирного життя в місті – складний і тривалий. Збільшення надходження стічних вод на очисні споруди до довоєнних обсягів відбудеться ще не скоро. Тому у проєкт реконструкції споруд з очищення стічних вод та обробки осадів при відновленні його реалізації мають бути внесені відповідні корективи з урахуванням ситуації, що склалася з водовідведенням у м. Харків внаслідок війни в Україні.

На момент підготовки цієї статті до друку на МОСВ-1 та МОСВ-2 розпочаті

роботи з відновлення порушених при реконструкції об'єктів зі збереженням існуючої технологічної схеми очищення стічних вод та обробки осадів. На МОСВ-1 проводяться роботи з відновлення первинного відстійника 7.1.3, двох секцій (С і D) аеротенка 15, двох вторинних відстійників 18.1.1 і 18.4.4 та з реконструкції даху будівлі решіток. На МОСВ-2 розпочаті роботи з реконструкції первинного відстійника 6.1, вторинного відстійника 11.2 та двох секцій (А і В) аеротенка 9.

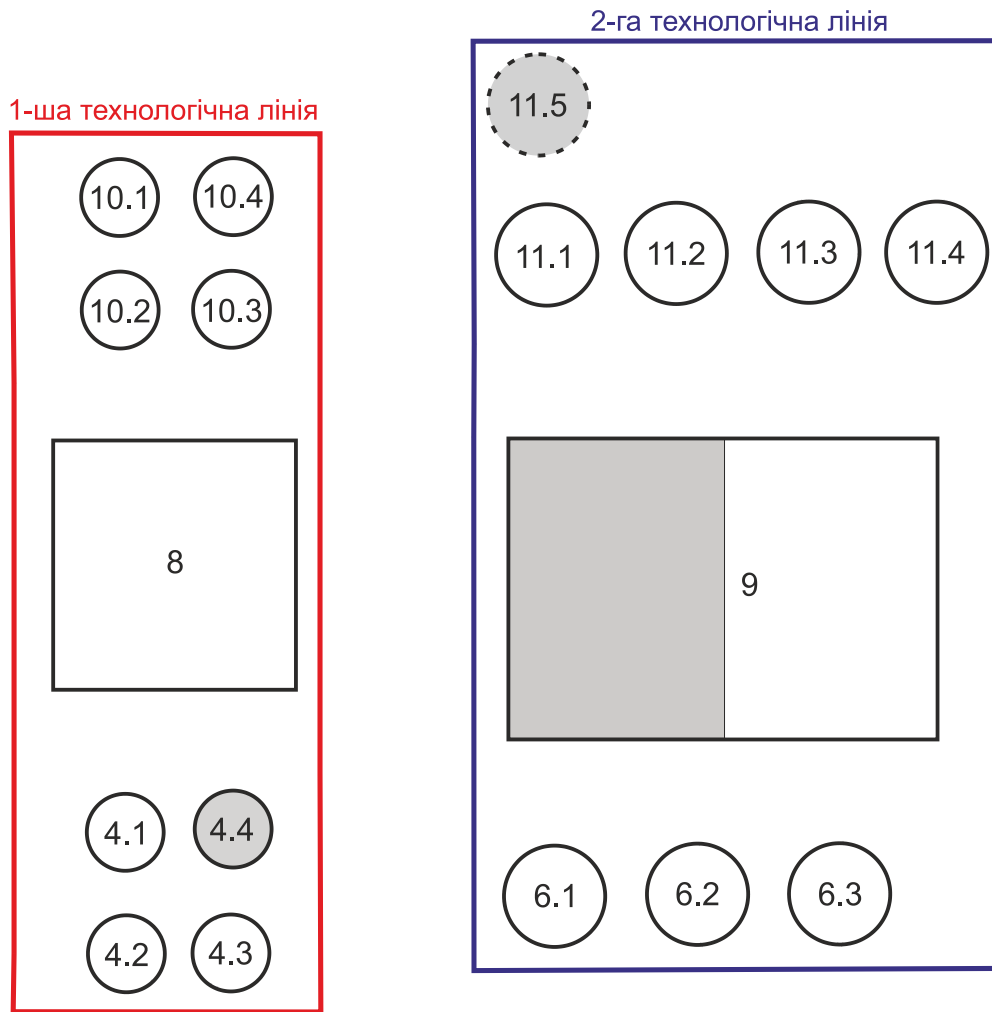


Рис. 7. Схема майданчика МОСВ-2 з розташуванням первинних відстійників (4.1 – 4.4, 6.1 – 6.3), аеротенків (8, 9) і вторинних відстійників (10.1 – 10.4, 11.1 – 11.5) та з розподілом споруд за технологічними лініями (споруди, що виведені з експлуатації, позначені сірим кольором, а такі, що зводяться, – пунктиром)

Fig. 7. Scheme of MWWTP-2 site with the location of primary clarifiers (4.1 – 4.4, 6.1 – 6.3), aeration tanks (8, 9) and secondary clarifiers (10.1 – 10.4, 11.1 – 11.5) and with the distribution of buildings according to technological lines (buildings that decommissioned due to reconstruction, marked in gray, and those that are built – dotted line)

ВИСНОВКИ

Події, що пов'язані з воєнною агресією проти України, мали істотний вплив на умови роботи міських очисних споруд водовідведення м. Харків. Через скорочення чисельності населення міста та зменшення його промислового потенціалу суттєвих змін зазнали кількісні та якісні показники стічних вод, що надходили на міські очисні споруди водовідведення № 1 і № 2 – комплекси біологічного очищення «Диканівський» та «Безлюдівський». Добові

навантаження за забрудненнями стічних вод на очисні споруди у період з березня 2022 року по березень 2023 року включно зменшилися майже удвічі порівняно з довоєнним часом та з розрахунковими величинами, що були прийняті у проекті реконструкції каналізаційних очисних споруд і лінії з обробки осаду «Другий проект розвитку міської інфраструктури», реалізація якого здійснювалася до війни за кошти позики Міжнародного банку реконструкції та розвитку.

З початком воєнних дій у зв'язку з форс-мажорними обставинами всі розпочаті роботи з реконструкції очисних споруд були припинені підрядником, через що порядку 15...20% основних ємнісних споруд залишилися непридатними для використання. Це створює значні труднощі під час експлуатації очисних станцій. Водночас негативний вплив незавершеного будівництва на роботу очисних споруд дещо компенсується зменшенням навантаження на них за забрудненнями стічних вод.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Проект Плану відновлення України.** Матеріали робочої групи «Аудиту збитків, понесених внаслідок війни». Національна рада з відновлення України від наслідків війни. Липень 2022. 86 с. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/audit-of-war-damage.pdf>.
2. **Бої за Харків (2022).** Матеріал з Вікіпедії – вільної енциклопедії. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Бої_за_Харків_\(2022\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Бої_за_Харків_(2022)).
3. **Каналізація міста Харкова** (до 100-річчя від дня заснування) : бібліогр. покажчик / Бібліотека Харків. нац. ун-ту міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; Керів. проекту: В. М. Бабаєв, І. В. Корінко ; уклад. : Т. С. Лиса, Н. Б. Давидова, Н. П. Тріпутіна ; наук. ред. О. М. Коваленко. Харків : ХНУМГ, 2014. 90 с.
4. **Другий проєкт розвитку міської інфраструктури** (Проект розвитку міської інфраструктури – 2). Матеріал з Вікіпедії – вільної енциклопедії. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Другий_проєкт_розвитку_міської_інфраструктури_\(Проект_розвитку_міської_інфраструктури-2\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Другий_проєкт_розвитку_міської_інфраструктури_(Проект_розвитку_міської_інфраструктури-2)).
5. **ДБН В.2.5-75:2013.** Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування (зі Зміною № 1 від 25.09.2018). [Уведено вперше; чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 134 с.

REFERENCES

1. **National Council for the Restoration of Ukraine from the consequences of war (2022) Project of Recovery Plan of Ukraine.** Materials of the working group "Audit of

Зі стабілізацією ситуації на фронті і відновленням мирного життя у місті очікується поступове збільшення обсягів стічних вод, відтак постає необхідність невідкладного продовження робіт з реконструкції очисних споруд.

Зрозуміло, що відновлення обсягів надходження стічних вод до довоєнних величин відбудеться ще не скоро. Тому у проєкт реконструкції споруд з очищення стічних вод та обробки осадів мають бути внесені відповідні корективи з урахуванням ситуації, що склалася.

losses incurred as a result of the war". The National Council of Recovery of Ukraine from the Consequences of the War. Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/audit-of-war-damage.pdf>. [in Ukrainian]

2. **Battles for Kharkiv (2022).** Material from Wikipedia - free encyclopedia. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Battles_for_Kharkiv_\(2022\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Battles_for_Kharkiv_(2022)). [in Ukrainian]

3. **Babaev, V. M., Korinko, I. V., Lysa, T. S., Davydova, N. B., Triputina, N. P., Kovalenko, O. M. (2014) Sewerage of Kharkiv city (to the 100th anniversary of its founding): bibliography. Index.** Kharkiv Library. National University of Urban Development named after O. M. Beketov. Kharkiv: KHNUMG. [in Ukrainian]

4. **Second Urban Infrastructure Project (UIP2).** Material from Wikipedia – the free encyclopedia. Retrieved from [https://uk.wikipedia.org/wiki/Druhyy_projekt_rozvytku_city_infrastruktur_\(Project_development_of_city_infrastructure-2\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Druhyy_projekt_rozvytku_city_infrastruktur_(Project_development_of_city_infrastructure-2)). [in Ukrainian]

5. **UkrNDIVodokanalproekt (2013) Sewerage. External networks and buildings. Basic design guidelines.** DBN V.2.5-75:2013. (with Amendment #1 dated 09/25/2018). [Valid from 2014-01-01]. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine. Retrieved from http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=54057 [in Ukrainian]

The influence of military actions on operation conditions of municipal wastewater treatment plants (MWWTPs) of Kharkiv city

Serhii Protsenko¹, Mykola Kizyeyev², Olha Novytska³

Abstract. The events related to the military aggression against Ukraine had a significant impact on the operation conditions of the municipal wastewater treatment plants (MWWTPs) of Kharkiv city. The quantitative and qualitative indicators of influent wastewater of municipal wastewater treatment plants #1 and #2 - the biological treatment complexes "Dykanivskyi" (MWWTP-1) and "Bezlyudivskyi" (MWWTP-2) significantly had changed because of reduction of the city's population and the reduction of its industrial potential. The daily wastewater pollution loads on wastewater treatment plants in the period from March 2022 to March 2023 had decreased by almost half compared to pre-war times. The actual daily wastewater discharges were: at MWWTP-1 – 216.8 thousand m³/day (or 54.2% of design capacity according to Project of reconstruction of wastewater treatment plants and the sludge treatment line); at MWWTP-2 – 69.0 thousand m³/day (or 43.2%, respectively). The actual daily load of wastewater pollution during military actions was on average (as a percentage of the design value): at the MWWTP-1 by COD - 60%; by BOD₅ – 52%; by TSS – 51%; by Ammonium Nitrogen - 66%; and by Phosphates – 27%; at MWWTP-2 by COD - 52%; by BOD₅ – 51%; by TSS - 30%; by Ammonium Nitrogen - 64%; and by Phosphates – 43%. The negative consequences of termination of the started works on the reconstruction of wastewater treatment plants due to military actions on their operation conditions are considered in the paper. The conclusion was made about the need to make corrections in the project of reconstruction of wastewater treatment plants and sludge treatment in case of its restoration, taking into account the actual situation.

Keywords: military actions, wastewater systems, sewerage, wastewater treatment plants, reconstruction.

Стаття надійшла до редакції 08.06.2023