

УДК 631.67:628.3

СТІЧНІ ВОДИ ЯК ДОДАТКОВЕ ДЖЕРЕЛО ПРІСНОЇ ВОДИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ХЕРСОНЩИНИ

Г. М. Шахворостова

здобувачка вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, 2 курс,
спеціальність «Гідротехнічне будівництво водна інженерія та водні технології»,
навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та водного господарства
Науковий керівник – к.т.н., доцент С. М. Козішкурт

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

У статті розглядаються можливості використання очищених стічних вод як альтернативного джерела водопостачання для сільського господарства Херсонської області в умовах післявоєнного відновлення та водного дефіциту, спричиненого руйнуванням Каховського водосховища. Аналізуються переваги та ризики використання стічних вод для зрошення, а також міжнародний досвід у цій сфері. На основі аналізу хімічного складу стічних вод Скадовського району та розрахунків потенційної економії прісної води робиться висновок про придатність стічних вод для зрошення за умови дотримання технологічних стандартів та проведення меліоративних заходів.

Ключові слова: стічні води, зрошення, сільське господарство, водний дефіцит, моніторинг якості води, економія прісної води.

The article examines the possibilities of using treated wastewater as an alternative source of water supply for agriculture in the Kherson region in the context of post-war reconstruction and water deficit caused by the destruction of the Kakhovka Reservoir. The advantages and risks of using wastewater for irrigation, as well as international experience in this area, are analyzed. Based on the analysis of the chemical composition of wastewater from the Skadovsk district and calculations of potential fresh water savings, a conclusion is drawn about the suitability of wastewater for irrigation, provided that technological standards are met and reclamation measures are taken.

Keywords: wastewater, irrigation, agriculture, water deficit, water quality monitoring, fresh water savings.

Післявоєнне відновлення території, особливо в регіонах, що зазнали значних руйнувань, є складним і багатограним процесом. Ефективне управління природними ресурсами, зокрема водними, є важливим фактором успішної відбудови. Руйнування водопровідної інфраструктури, забруднення підземних вод і зміна гідрологічного режиму створюють потребу в альтернативних джерелах водопостачання. Особливо гостро ця проблема постала на півдні України, зокрема у Херсонській області, де після знищення Каховського водосховища зрошення тисяч гектарів сільськогосподарських угідь стало неможливим [1]. Відсутність основного джерела водопостачання, аварійний стан каналів і насосних станцій, а також застарілі технології водокористування змушують шукати альтернативні рішення. У таких умовах використання очищених стічних вод як додаткового джерела водопостачання є ефективним та економічно обґрунтованим варіантом. Це дозволяє

значно зменшити навантаження на природні водні ресурси, мінімізувати ризики водного дефіциту та сприяти екологічній безпеці регіону.

Метою дослідження є вивчення можливості використання очищених стічних вод як альтернативного джерела водопостачання для потреб сільського господарства Херсонської області в умовах післявоєнного відновлення та водного дефіциту, спричиненого руйнуванням інфраструктури.

Відновлення Каховського водосховища є найбільш масштабним варіантом, який потенційно здатний повернути регіону його колишній аграрний потенціал. Однак, цей шлях пов'язаний зі значними фінансовими витратами, тривалим терміном реалізації та необхідністю врахування екологічних наслідків.

Артезіанські свердловини можуть стати надійним джерелом води для зрошення, особливо для невеликих фермерських господарств. Проте, необхідно провести геологічні дослідження для оцінки запасів та якості води, щоб уникнути її забруднення та виснаження.

Забір води з Дніпра є технічно можливим, але ускладнений через зниження рівня води після руйнування Каховської ГЕС. Необхідно розробити ефективні насосні системи та врахувати екологічні обмеження.

Річки та озера можуть використовуватися для зрошення, але їхній гідрологічний режим залежить від сезону та кількості опадів. Необхідно створити систему регулювання стоку та забезпечити екологічну безпеку.

Збір і використання дощової води є перспективним напрямом для зрошення невеликих площ, зокрема, присадибних ділянок та дрібних фермерських господарств. Однак, з огляду на кліматичні зміни та найнижчий рівень опадів Херсонської області серед усіх областей України, потенціал цього джерела залишається обмеженим.

Використання очищених стічних вод як альтернативного джерела для зрошення сільськогосподарських угідь має чимало важливих переваг. Насамперед, це дозволяє заощаджувати природні водні ресурси, що є особливо актуальним в умовах водного дефіциту, спричиненого воєнними діями та кліматичними змінами. Із фінансової точки зору, очищення стічних вод є доступнішим і економічно вигіднішим рішенням, ніж буріння нових свердловин чи будівництво масштабної водопровідної інфраструктури.

За умови дотримання технологічних стандартів, повторне використання таких вод є безпечним для довкілля та здоров'я населення, оскільки сучасні методи очищення ефективно усувають шкідливі домішки та патогенні мікроорганізми. Проте для запобігання забрудненню ґрунтів і рослин необхідно створити ефективну систему контролю якості води. У табл. 1 наведено основні напрями використання очищених стічних вод у зрошенні, їхні переваги та можливі ризики.

У світі існує багато успішних прикладів використання очищених стічних вод для різних потреб, включаючи зрошення сільськогосподарських культур, технічне водопостачання та навіть виробництво питної води.

Ізраїль є однією з країн-лідерів у сфері повторного використання очищених стічних вод [2]. Через хронічний дефіцит води країна розробила та впровадила масштабну систему очищення та повторного використання води для сільського господарства. В Ізраїлі очищається та повторно використовується близько 90% стічних вод. Це найвищий показник у світі. В Австралії очищені стічні води використовуються для зрошення парків, садів та спортивних майданчиків [3]. У США очищені стічні води використовуються для зрошення сільськогосподарських культур, технічного водопостачання та поповнення підземних вод [4]. У країнах ЄС також активно розвивається напрямок повторного використання очищених стічних вод [5]. У 2023 році було прийнято новий регламент, який регулює використання очищеної води для зрошення сільськогосподарських культур.

Ефективне використання стічних вод у сільському господарстві потребує їх ретельного очищення та постійного моніторингу. Моніторинг повинен включати контроль за вмістом забруднюючих речовин, таких як органічні сполуки, важкі метали, патогенні мікроорганізми та інші потенційно небезпечні компоненти. Це дозволяє оцінити безпечність води та запобігти негативному впливу на ґрунти, рослини і здоров'я людей.

Моніторинг стічних вод є ключовим етапом перед їх використанням для зрошення або рекультивації деградованих територій і включає:

- хімічний аналіз – визначення концентрації важких металів, нітратів, фосфатів та органічних речовин;
- мікробіологічний контроль – виявлення патогенних бактерій, вірусів та інших збудників інфекцій;
- оцінку екологічного впливу – встановлення потенційних загроз для довкілля й населення.

Таблиця 1

Використання стічних вод у зрошенні та їх екологічно-господарське значення

Сфера використання	Опис та переваги	Можливі ризики та заходи безпеки
Зрошення сільськогосподарських культур, кормова база	Використання очищених стічних вод для поливу сільськогосподарських культур сприяє зменшенню використання природних водних ресурсів. Підвищує вологозабезпеченість полів та забезпечує додаткове джерело поживних речовин для рослин	Накопичення важких металів та патогенних мікроорганізмів у ґрунті. Необхідність контролю якості води та дотримання санітарних норм
Відновлення лісосмуг та посадок навколо полів для зменшення ерозії ґрунтів	Сприяє зміцненню захисних смуг навколо полів, зменшує дефляцію ґрунтів та покращує мікрокліматичні умови. Використання стічних вод сприяє швидкому росту дерев та чагарників	Можливе засолення ґрунтів при використанні неочищених вод. Потрібен контроль за солоністю та хімічним складом води
Зволоження деградованих земель та підготовка до їх подальшого використання	Дозволяє покращити структуру ґрунту, збільшити біологічну активність та підготувати території для подальшого сільськогосподарського або лісгосподарського використання	Накопичення забруднювачів у ґрунті, можливість розповсюдження інвазійних видів рослин. Необхідний екологічний моніторинг
Наповнення технічних вод для резервного водопостачання	Ефективне використання очищених стічних вод для промислових потреб, зрошення зелених зон, миття вулиць, боротьби з пилом	Ризик бактеріологічного та хімічного забруднення. Потрібне додаткове очищення та знезараження перед використанням

Для надійного контролю якості води застосовують сучасні технології, зокрема сенсорні системи моніторингу в реальному часі, спектрофотометричний аналіз та використання біоіндикаторів. Основні методи передбачають:

- регулярний відбір проб із різних ділянок зрошувальної системи для аналізу складу води;
- лабораторні дослідження – визначення вмісту органічних речовин, токсичних елементів та мікроорганізмів;

- візуальний огляд – перевірка технічного стану системи, виявлення можливих засмічень, витоків чи осадів.

Постійний моніторинг води є запорукою безпеки її використання в аграрному секторі та важливою умовою для запобігання екологічним ризикам. Для підвищення оперативності контролю доцільно впроваджувати мобільні лабораторії та автоматизовані системи спостереження.

Розглянемо можливість використання стічних вод як джерела прісної води для сільського господарства на прикладі очищених господарсько-побутових вод приморської зони Скадовського району. Результати аналізу очищених господарсько-побутових стічних вод якості наведено в таблиці 2.

Аналіз очищених стічних вод (табл. 2) показав їх придатність для зрошення: слаболужна реакція, помірний вміст солей, низький рівень органічних речовин та наявність необхідних поживних елементів. Однак, при тривалому використанні можливе накопичення солей, що вимагає меліоративних заходів.

Таблиця 2

Хімічний аналіз очищених господарсько-побутових стічних вод (приморська частина Скадовського району Херсонської області)

Показники									
рН	НСО ₃ , мг/л	Сl, г/л	Са	Mg	нітрати, мг/л	зважені речовини, г/л	сухий залишок, г/л	SO ₄ , мг/л	ХПК, г/л
			мг екв/л						
7,8...8,1	17,99	0,51	3,2	4,4	19,6	62,5	1,23	161,5	16

Стічні води також містять значну кількість поживних речовин (табл. 3), що дозволяє використовувати їх як природні добрива та зменшити потребу в мінеральних добривах.

Таблиця 3

Об'єм водовідведення стічних вод і вміст в них поживних речовин приморська частина Скадовського району Херсонської області)

Об'єм водовідведення, тис.м ³	Поживні речовини, т			
	органічні речовини	азот	фосфор	калій
6720	3910	724	160	149,5

Приклад розрахунку використання стічних вод як джерела прісної води для сільського господарства наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Приклад розрахунку додаткового джерела води при використанні стічних вод (приморська частина Скадовського району Херсонської області)

Об'єм стічних вод, млн м ³				Об'єм прісної води для розбавлення до 1 г/л, млн м ³	Необхідний об'єм на полив, млн м ³	Економія води, млн м ³	Можлива площа зрошення, тис. га
Населення	Санаторно-курортних закладів	Тваринництво	Всього				
6,72	2,22	2,27	11,21	4,49	15,70	11,21	5324

Використання стічних вод для зрошення може бути значним джерелом прісної води. Згідно розрахунку для розбавлення стічних вод до допустимого рівня солі потрібно

2,22 млн м³ прісної води. Загальний об'єм води для зрошення складе 15,70 млн м³, що дозволить зрошувати 5324 тис. га землі. Це відповідає 11,21 млн м³ прісної води.

Отже, використання очищених стічних вод є ефективним рішенням для забезпечення водопостачання сільського господарства Херсонщини в умовах післявоєнного відновлення. Це дозволяє заощаджувати прісну воду, зменшити потребу в мінеральних добривах та є економічно вигідним. Однак, необхідний постійний контроль якості води та дотримання технологічних стандартів для запобігання екологічним ризикам. Аналіз стічних вод Скадовського району підтвердив їхню придатність для зрошення.

1. Клімов С. В., Козішкурт С. М., Білецький А. А. Вплив дефіциту води на сільське господарство на півдні України. *Катастрофа Каховського водосховища: рік «післязавтра» і перспектива майбутнього* : зб. тез доповідей за матер. Міжнар. наук.-практ. конф., 06–07 червня 2024 р. Херсон : Херсонський держ. ун-т, 2024. С. 38–39.
2. Досвід Ізраїлю: як стічні води перетворюються на водний ресурс, який розвиває країну. Офіс Сталих Рішень. URL: <https://ukraine-oss.com/dosvid-izrayilyu-yak-stichni-vody-peretvoryuyutsya-na-vodnyj-resurs-yakuj-rozvyvaye-krayinu/> (дата звернення: 04.03.2025).
3. Чи переробляє в Австралії стічні води? Корисний посібник. URL: <https://kvitnik.klipsa.v.ua/chi-pereroblyae-v-avstralii-stichni-vodi/> (дата звернення: 04.03.2025).
4. Людмила Дідковська. Основні тенденції розвитку зрошення: світовий досвід та уроки для України. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*. 2022. Vol. 1, No. 3. Pp. 1–13. doi: 10.46299/j.isjmef.20220103.1.
5. Hryhorieva K. Irrigation and food security in the context of water shortage: Legal issues and perspectives. *Uzhhorod National University Herald. Ser. Law*. 2024. Vol. 2(83). P. 84–96. <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2024.83.2.12>