

## 2. ЕКОЛОГІЯ

УДК 504.53:628.3

DOI <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.2.6>

### ВПЛИВ СТИЧНИХ ВОД, УТВОРЕНИХ ПРИ ПРАННІ ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБІВ, НА ЯКІСТЬ ҐРУНТІВ

**Крючкова Валерія Валеріївна,**

аспірантка кафедри хімічної техніки та промислової екології  
Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

ORCID ID: 0009-0000-7548-6779

Web of Science Researcher ID: JHS-7788-2023

**Тихомирова Тетяна Сергіївна,**

кандидат технічних наук,  
доцент кафедри хімічної техніки та промислової екології  
Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

ORCID ID: 0000-0001-9124-9757

Scopus Author ID: 57163808700

*Стаття присвячена актуальному питанню — впливу стічних вод, які утворюються під час експлуатації текстильних виробів споживачами, на якість ґрунтів. Текстильна промисловість суттєво впливає на стан природного навколишнього середовища. Виробники одягу підтримують споживацький попит шляхом постійного оновлення асортименту дешевої низькоякісної продукції. Низькоякісна текстильна продукція є потенційно небезпечною як для споживачів, так і для навколишнього середовища. Стічні води утворюються на різних етапах життєвого циклу текстильної продукції, зокрема одягу.*

*Метою статті є дослідження впливу стічних вод, які утворюються при пранні текстильних виробів в індивідуальних домогосподарствах, на стан ґрунтів.*

*У роботі досліджено вплив на водні ресурси під час кожного з етапів життєвого циклу текстильних виробів. Особливу увагу приділено вторинному забрудненню, що утворюється на етапі використання готової продукції, а саме прання. Встановлено, що нехтування технологічними процесами фарбування призводить до низького коефіцієнта поглинання барвника текстильним волокном. У результаті під час прання текстильних виробів розчин барвника потрапляє до міської каналізації, а далі у водойми.*

*Проведене соціологічне опитування населення показало значне поширення проблеми втрати кольору речей при пранні. За умов високої періодичності процесів очищення це може мати негативний вплив на навколишнє природне середовище. Особливо небезпечним є вплив на стан ґрунтів при скиданні неочищених стічних вод з пральних машин в індивідуальних домогосподарствах. Крім того, неякісно пофарбований матеріал при безпосередньому контакті зі шкірою може негативно впливати на здоров'я споживачів.*

*В експериментальній частині досліджено фізико-хімічні властивості стічних вод, відібраних після прання джинсових виробів. Дослідження виявило значне забруднення, спричинене хімічними речовинами та барвниками, які використовуються в процесі виробництва та експлуатації текстильних виробів. Токсичність досліджуваних зразків води остаточно підтверджується результатами досліджень екотоксичності ґрунтів при їх зволоженні зразками стічних вод, що утворилися при пранні та полосканні одягу. Аналіз результатів досліджень показав, що вода, яка утворюється після прання текстильних виробів, пригнічує розвиток тест-рослин, а отже негативно впливає на стан та якість ґрунтів.*

***Ключові слова:** прання, стічні води, предмети одягу, текстильні виробы, фарбування, барвники, фітотоксичність, якість ґрунтів.*

#### **Kriuchkova Valeriya, Tykhomyrova Tetiana. Wastewater from textile products washing impact on soil quality**

*The article is devoted to wastewater impact, that generated during textile products use by consumers, on soil quality. The textile industry significantly affects environment. Clothing manufacturers support consumer demand by constantly updating cheap low-quality products range. Low-quality textile products are potentially dangerous for both consumers and the environment. Wastewater is generated at various stages of textile products' life cycle, also for clothing.*

*The aim of the article is to study wastewater impact, that generated during textile products the washing in individual households on the soil quality.*

*The impact on water resources during each stage of textile products' life cycle is examined in this work. Special attention is paid to secondary pollution, which is formed during washing, that is important operation of wearing and using finished textile products. It has been established that neglect of technological dyeing processes leads to a low dye absorption coefficient by textile fibres. As a result, during textile products washing, the dye solution enters the city sewer, and then into water bodies.*

*The conducted sociological survey showed a significant prevalence of textile clothes color loss during washing. If cleaning processes frequency is high, it can have a negative impact on the natural environment. The impact on the soil quality during the discharge*

*of untreated wastewater from washing machines in individual households is especially dangerous. In addition, poorly dyed material in direct contact with the skin can have a negative impact on people health.*

*In the experimental part, the physical and chemical properties of wastewater collected after washing denim products were researched. The study found significant pollution caused by chemicals and dyes used in the textiles production and operation. The studied water samples toxicity is finally confirmed by the soils ecotoxicity. It was researched when plants are moistened by wastewater generated during textile clothes washing and rinsing. The results analyses established an obvious depressing effect of experimental water samples on soil quality.*

**Key words:** washing, wastewater, clothing, textile products, dyeing, dyes, phytotoxicity, soil quality.

**Вступ.** Текстильна промисловість є однією з найважливіших галузей народного господарства як в Україні, так і в усьому світі. Ця галузь забезпечує населення життєво необхідною продукцією. Обсяги текстильного виробництва перевищують обсяги виробництва продукції більшості галузей народного господарства. Протягом останніх десятиріч попит споживачів на текстильну продукцію постійно збільшується. Згідно з комплексним звітом Grand View Research, розмір світового ринку текстилю оцінювався в 993,6 млрд доларів США у 2021 році. З 2022 до 2030 року очікується його зростання з річним темпом приросту (CAGR) 4,4% [1]. На тлі зростаючих темпів економічного зростання, якість та термін використання предметів одягу та домашнього текстилю скорочується. Щороку споживачі текстильної продукції «викидають на смітник» приблизно 500 мільярдів доларів США.

Компанії-виробники одягу класу мас-маркет підтримують споживчий попит шляхом постійного оновлення асортименту – мінімум чотири рази на рік. Аналіз сезонних колекцій текстильної продукції брендів такого класу показав наступні тенденції:

- регулярне насичення ринку так званими «актуальними» товарами, які користуються попитом нетривалий час і не є доцільними для масового виробництва;
- зростання попиту на індивідуальний підхід до кожного виробу;
- розширення можливостей експлуатації виробів, що дозволяє зберігати первинні властивості та підвищити екологічність продукції.

Саме довгострокове збереження первинного вигляду готового виробу є одним з основних критеріїв його вибору споживачем. Однак часто, залежно від рівня цінової політики бренду, споживач отримує не тільки різний фасон, але й різну якість готового продукту. Останній фактор є першочерговим у питанні довговічності експлуатації, безпечності та екологічності виробу [2].

Дослідники стверджують, що від бренду залежить, наскільки якісним та безпечним буде текстильний виріб. Однак це не вирішує проблему перевиробництва. У результаті зайвий одяг опиняється на смітнику – так марнуються ресурси, використані на його виробництво, а переробка потребує багато часу та коштів [3].

Саме тому світовою спільнотою активно обговорюються екологічні аспекти промисловості. Дослідники та експерти з різних галузей [4; 5] відзначають серйозні недоліки в індустрії, а саме: надмірне виробництво, перевикористання, експлуатація праці та забруднення природних ресурсів.

Виробництво текстилю характеризується рядом факторів негативного впливу на навколишнє середовище.

Крім значного внеску у зміну клімату, слід відзначити низку впливів на довкілля та здоров'я людей. Всі вони відбуваються на різних етапах життєвого циклу текстильних виробів. У звіті Фонду Еллен Макартур підкреслюється, що індустрія моди відповідальна за 10% світових викидів вуглецю і майже 20% стічних вод [6].

Вплив на водні ресурси має велике значення для характеристики загального негативного впливу текстильної галузі на стан навколишнього природного середовища. Використання значних об'ємів води є невід'ємною частиною життєвого циклу текстильної продукції на різних етапах, а саме: вирощування первинної сировини, опоряджувальні процеси, заключна обробка та вторинне забруднення, що утворюється на етапі використання (прання).

Роботи вітчизняних та іноземних авторів у більшості випадків фокусуються на кількісних аспектах, таких як рівень забруднення в різних регіонах або на конкретних типах барвників і хімічних речовин, які використовуються в текстильному виробництві [2; 3; 4]. У дослідженнях європейських вчених [4; 5; 6] ретельно аналізується робота та вплив на довкілля великих виробників одягу та відомих брендів, особлива увага приділяється розробці дієвих інструментів для уникнення перевиробництва та спалювання не розпроданих колекцій. Варто відзначити, що необхідно також досліджувати так званий «вторинний» або «експлуатаційний» вплив текстильної продукції на стан довкілля. Такий вплив є суттєвим фактором погіршення стану екосистем на локальному рівні, особливо при масовому використанні низькоякісних текстильних виробів.

Опорядження та заключна обробка забезпечують заздалегідь запланований зовнішній вигляд і колір виробів. Останній є одним з пріоритетних умов вибору готового товару. Однак надання волокну кольору представляє собою складний і тривалий процес хімічної та механічної обробки. Крім хімічних речовин, які використовуються у технологічному процесі, для надання тканині якісного стійкого забарвлення необхідна велика кількість синтетичного барвника.

Через швидку зміну асортименту, а також відносно низьку ціну, виробники не завжди стежать за якістю барвників. Відтак використання низькосортних барвників та нехтування технологічними аспектами процесу призводить до низького рівня засвоєння барвника волокном. Як наслідок – неякісно пофарбований матеріал частково переходить на шкіру при безпосередньому контакті, що може спричинити подразнення у споживачів, особливо у дітей [2].

У [5; 6; 7] доведено, що в процесі прання текстильних виробів розчин барвника потрапляє до міської

каналізації, а далі у водойми. Таким чином, за рахунок вторинного забруднення підсилюються вже існуючі екологічні проблеми [8]. У результаті одного циклу прання в пральній машині з текстильного волокна вимиваються барвник, сірчана і оцтова кислоти, ацетат і сульфат натрію, солі металів, формалін, ПАР та інші речовини, які містилися у технічному розчині [9]. Ці частки потрапляють у водойми, де стають кормом для планктону і далі рухаються харчовим ланцюгом. Об'єм забруднюючих речовин напряму залежить від асортименту текстильних виробів, технології та кількості процесів очищення.

Експерти радять під час очищення текстильних виробів надавати перевагу рідким мийним засобам і проводити процес при низьких температурах, оскільки застосування порошкоподібних мийних засобів посилює механічний вплив на текстильні волокна та пошкоджує їх [10].

Метою цієї роботи є дослідження впливу стічних вод, які утворюються при пранні текстильних виробів в індивідуальних домогосподарствах, на стан ґрунтів.

**Матеріал і методи.** Для дослідження впливу стічних вод, які утворилися під час прання предметів одягу, що мають низьку ціну та низьку якість фарбування, використовували наступні матеріали:

- предмети одягу з джинсової тканини, склад яких на етикетці зазначено як 100% бавовна та які забарвлені у синій колір, країна походження – Бангладеш;
- водопровідна вода, м. Харків;
- поверхнево-активні речовини (гель для прання кольорових речей Cocolino Care Color). Склад: 5–15% аніонні ПАР, 5% неіоногенні ПАР, 5% мило, 5% запашник, 5% полікарбоксилати, 5% ензими, 5% цитронелол, 5% метилізотіазоліон, 5% октилізотіазоліон.

Експериментальні дослідження проводилися на базі кафедри хімічної техніки та промислової екології НТУ «Харківський політехнічний інститут».

Для визначення фізико-хімічних властивостей стічної води, утвореної після прання та полоскання текстильних виробів, визначали наступні показники:

1. Визначення температури води. Для встановлення температури дослідного зразка ртутний термометр занурювався у струмінь води в момент її зливу з пральної машини. Температура фіксувалася без виймання термометра з потоку води [11].

2. Кількісна оцінка кольоровості води за біхромат-кобальтовою шкалою. Для встановлення показника кольоровості води було приготовлено розчин солей біхромату калію з сульфатом кобальту. До отриманого розчину додали концентровану сульфатну кислоту, довели розчин дистильованою водою до 1 л. Таким чином, 1 мл отриманого розчину відповідає 5°, а далі серію розчинів до 30°. Після цього дослідний зразок води було порівняно із серією отриманих розчинів [12].

3. Визначення запаху води. Для дослідження запаху відібрану пробу води було перемішано в колбі з притертою кришкою. Після відкриття колби було визначено характер та інтенсивність запаху. Інтенсивність запаху було оцінено за п'ятибальною шкалою [12].

4. Визначення прозорості води за методом хреста. Прозорість води визначали за допомогою методу хреста. Пробу води переливали у скляний циліндр з фарфоровою пластиною, що має зображення хреста. Нижню частину циліндра просвічували LED-лампкою. Таким чином встановлювали максимальну висоту стовпа води, через який було видно зображення чорного хреста на білому фоні з товщиною лінії 1 мм [13].

5. Визначення густини води. Густина визначали за допомогою ареометра, який занурювали у 100 мл дослідного зразка води при встановленій температурі [13].

6. Визначення водневого показника та електропровідності води проводили за допомогою портативних рН-метра та TDS-метра згідно зі стандартом [14].

7. Визначення рН водної витяжки ґрунту проводилося згідно зі стандартом [15].

Результати. На першому етапі дослідження було проведено соціологічне опитування серед дорослого населення України, метою якого було визначити періодичність прання одягу різних категорій та фактори, що впливають на це.

Опитування проводилося за допомогою гугл-форми, всього було опитано 136 респондентів, похибка становить 2,8%. Опитування стосувалося лише повсякденного одягу. Згідно з отриманими даними (табл. 1), у родин з дітьми більше респондентів мають недорогі сезонні речі, які мають невисоку вартість та, відповідно, низьку якість. У родин з дітьми на 12% більше респондентів мають 5–10 одиниць предметів одягу, які змінюють колір при пранні, а також на 12% більше респондентів застосовують прання після кожного випадку експлуатації, і на 7% більше респондентів застосовують прання після 3–4 випадків експлуатації джинсів, спортивних штанів та шортів.

На періодичність прання одягу серед усіх респондентів майже однаково впливають як візуальний ступінь забруднення, так і дощова погода, з невеликим (8%) переважанням останньої для родин з дітьми. Дійсно, діти частіше забруднюють одяг, їхній гардероб складається з більшої кількості елементів одягу, а зважаючи на швидке зростання дітей, певна частина батьків обирає дешевий одяг, якість фарбування якого також низька. Аналіз отриманих даних дозволяє зробити висновки про наявність у населення предметів одягу, які втрачають свій колір в результаті прання, що за умови високої періодичності прання може мати негативний вплив на навколишнє природне середовище, особливо на стан ґрунтів, зокрема при скиданні неочищених стічних вод із пральних машин в індивідуальних домогосподарствах.

На другому етапі оцінювали показники якості стічної води, відібраної при пранні чоловічих джинсів темно-синього кольору. Аналіз даних (рис. 1) свідчить про забарвлення стічної води, яке визначається навіть візуально, відібраної відповідно після першого, п'ятого, десятого та п'ятнадцятого циклу «прання-сушка» безпосередньо з пральної машини.

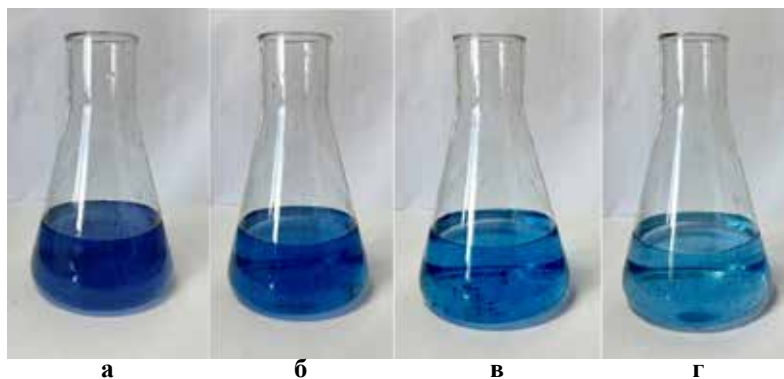
Процес чищення предметів одягу у побутових пральних машинках складається з двох стадій – прання та полоскання, на кожній з яких утворюється стічна

## Результати соціологічного опитування періодичності прання предметів одягу

Питання	Категорія опитуваних	
	родина з двох дорослих віком 20–45 років без дітей	родина з двох дорослих віком 20–45 років з дітьми до 14 років
Як часто ви купуєте модні, але недорогі предмети одягу - щосезону 2–5 предметів одягу - періодично влітку 1–2 предмети одягу - майже ніколи, не можу пригадати такі випадки за останні 2 роки - ніколи, «швидка мода» мене не стосується	34% 29% 22% 15%	49% 33% 12% 6%
Чи є у вас предмети верхнього одягу, які при пранні суттєво змінюють колір - так, більше 10 одиниць - так, 5–10 одиниць - так, 1–5 одиниць - ні, немає - складно відповісти	9% 24% 34% 22% 11%	16% 32% 40% 5% 7%
Як часто ви підвергаєте одяг пранню в залежності від його категорії, в тому числі дитячі речі (за наявності) а) джинси, спортивні штани, шорти - після кожного випадку експлуатації - після 3–4 випадків експлуатації - один 7 та більше випадків експлуатації - складно відповісти б) футболки з коротким та довгим рукавом, сорочки - після кожного випадку експлуатації - після 3–4 випадків експлуатації - один 7 та більше випадків експлуатації - складно відповісти в) світшоти, джемпери, піджаки - після кожного випадку експлуатації - після 3–4 випадків експлуатації - один 7 та більше випадків експлуатації - складно відповісти	27% 18% 43% 12% 38% 32% 19% 11% 8% 34% 48% 10%	39% 25% 31% 5% 52% 28% 13% 7% 14% 45% 35% 6%
Який фактор найбільш впливає на періодичність прання предметів одягу - звички та традиції в родині - візуальний ступінь забруднення - дощова та волога погода	22% 42% 36%	18% 40% 42%
Як часто у вашій родині працює пральна машинка (не залежно від типу) - мінімум один раз на день (щоденно) - один раз в 3–4 дні - один раз на тиждень - складно відповісти	24% 39% 28% 9%	38% 40% 18% 4%

вода, різна за вмістом залишків барвника. Процес полоскання характеризується нижчою температурою та коротшим часом, а також відсутністю дії поверхне-

во-активних речовин (ПАР) у порівнянні з процесом стандартного прання. Відповідно, якість стічної води на цих двох етапах буде відрізнятися (табл. 2).



**Рис. 1.** Стічна вода відібрана після циклу прання джинсів чоловічих темно-синього кольору: а – після першого циклу прання, б – після п'ятого циклу «прання-сушка», в – після десятого циклу «прання-сушка», г – після п'ятнадцятого циклу «прання-сушка»

**Показники якості стічних вод домогосподарств утворених в результаті прання неякісно пофарбованих предметів одягу**

Показник	Значення		
	після стандартного циклу прання (t = 40 °С, час прання – 45 хв)	після циклу полоскання	нормативний показник
Температура, °С	38	20	40
Кольоровість води за біхромат-кобальтовою шкалою, °	40° – перше прання 22 – п'ятнадцяте прання	30° 15°	20–35°
Запах, за t = 20 °С, балів	4	3	2
Прозорість води за хрестом, см	2	1,6	1–3
Густина, кг/м <sup>3</sup>	1040	1000	980
Електропровідність води, ppm	1673	1455	500
Водневий показник (рН)	5,4	5,7	6,5–7,5

На момент заміру температурний режим стічної води, відібраної для дослідження, не перевищує нормативний показник і вважається допустимим. Рівень кольоровості стічної води, отриманої в результаті першого прання, відповідає максимально допустимому значенню. В результаті повторних контактів текстильного матеріалу з водою втрата барвника зменшується, що призводить до зниження рівня забруднення.

Наявність у дослідному зразку залишків поверхнево-активних речовин (ПАР), текстильних барвників та хімічних речовин заключної обробки дозволяє охарактеризувати запах дослідного зразка як штучний. За шкалою інтенсивності запаху аналізований зразок не відповідає нормі. Прозорість міських стічних вод зазвичай лежить у межах 1–3 см. За таких умов прозорість аналізованого розчину приймається як задовільна. Щільність дослідного зразка перевищує стандартний показник. Результатом збільшення показника щільності є наявність у дослідному зразку розчинених солей та ПАР.

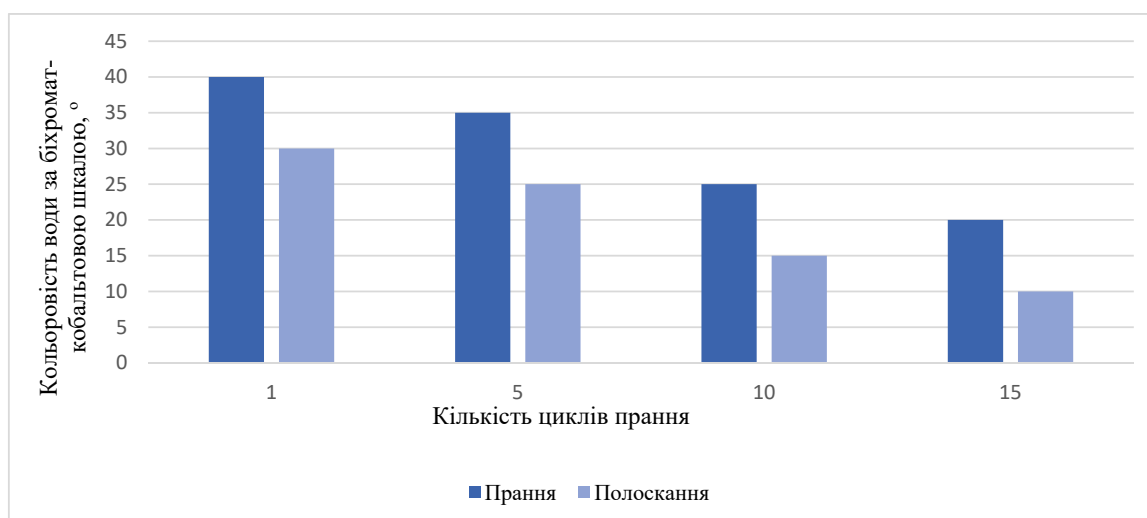
Вміст солей у дослідному зразку перевищує нормативні межі більш ніж у 3 рази. За водневим показником зразок не відповідає вимогам якості стічних вод.

З метою встановлення зменшення рівня забрудненості стічних вод текстильним барвником було проведено дослідження зміни інтенсивності забарвлення води при полосканні та пранні (рис. 2).

Токсична дія дослідного зразка на навколишнє середовище була підтверджена шляхом проведення біоіндикації (рис. 3, табл. 3). Вибір методу ґрунтується на простоті, швидкості та результативності дослідження. У табл. 2 наведені результати дослідження реакції тест-рослини овес (*Avena*), за умови використання для зволоження води, хіміко-фізичні показники якої наведені у табл. 2. На рис. 3 показано зовнішній вигляд тест-рослин.

Аналіз результатів досліджень встановив очевидну пригнічувальну дію дослідних зразків води на стан ґрунтових систем. За шкалою токсичності дослідні зразки ґрунту оцінюються як високий (зразок, який поливали водою після першого прання) та вищий за середній (зразок, який поливали водою після першого полоскання). На поверхні спостерігається поява цвілі. Водневий показник ґрунту (рН) після поливу змінився до більш кислого і дорівнює 5,6.

**Обговорення.** Згідно з оцінками, наданими у роботах європейських та вітчизняних фахівців, найбільшими витратами води та хімічних препаратів



**Рис. 2. Залежність зменшення інтенсивності кольоровості води в залежності від кількості процесів прання та полоскання**

Результати дослідження реакції рослини-індикатора на забруднювач

Показник	Значення		
	Контрольний зразок	Зразок, який поливали водою після першого полоскання	Зразок, який поливали водою після першого прання
Відомості про ґрунт	Чорнозем. Колір – чорно-сірий. рН – 6,0		
Схожість, %	95	65	45
Середня довжина наземної частини, мм	100	60	40
Середня маса наземної частини, г	13	5,5	3,2
Середня довжина підземної частини, мм	50	50	50
Середня маса підземної частини, г	3,4	2,1	1,5
Фітотоксичний ефект	-	57	75
Висновок про токсичність за шкалою токсичності [16]	-	Вищий за середній	Високий



а) б) в)

**Рис. 3. Зовнішній вигляд рослин – індикаторів:**  
**а) контрольний зразок; б) зразок, политий водою**  
**після першого полоскання; в) зразок, политий**  
**водою після першого прання**

характеризуються технологічні процеси фарбування, опорядження та очищення текстильних виробів [1; 3; 4; 5]. Експлуатація текстильних виробів супроводжується не меншим екологічним навантаженням. Багаторазове прання, яке здійснюють для збереження чистоти та споживчих властивостей одягу, передбачає близько 75 циклів, що створює в десятки разів більше забруднюючих речовин, ніж весь виробничий процес від підготовки сировини до надходження у торговельні мережі. Отримані дані (табл. 1–3, рис. 1–3) свідчать про значний негативний вплив стічних вод, які утворюються при пранні одягу низької якості, на якість ґрунтів.

Повномасштабне вторгнення кардинально змінило місце проживання багатьох людей, особливо в прифронтових Харківській, Сумській, Миколаївській

та Херсонській областях. Частина родин обрала дачні кооперативи, закинуті хутори та невеличкі селища замість великих і середніх міст як місце постійного проживання. У більшості таких місць проживання наявне індивідуальне електропостачання і водопостачання зі свердловин чи колодязів, що призводить до можливості використання автоматичних та напівавтоматичних пральних машин. При цьому скидання води відбувається не до загальної мережі каналізації, особливо у дачних кооперативах, а в земляні ями чи навіть по поверхні ґрунту. Зауважимо, що навіть при ручному пранні речей спостерігається забруднення води барвником та ПАР.

Фізико-хімічні методи традиційно застосовуються для аналізу якості води. Однак дана методологія не повною мірою відображає наявність усіх компонентів водного середовища. З цієї причини використання методики біотестування є важливим інструментом для з'ясування зовнішньої оцінки токсичного впливу забруднюючих речовин на довкілля.

**Висновки.** Життєвий цикл текстильного одягу включає кілька етапів, на яких утворюються стічні води. Одним з них є етап експлуатації, під час якого виробі, особливо дитячі, проходять багаторазове прання за різних температурних та часових режимів. Вплив цього етапу на якість ґрунтів в індивідуальних домогосподарствах залишався маловивченим. Проведені дослідження показали, що комплекс факторів – низькоякісний дешевий одяг та багаторазове прання – має негативний вплив на якість ґрунтів, які родини можуть використовувати для ведення індивідуального сільського господарства. Придбання якісного одягу від виробників, які сумлінно ставляться до технології фарбування, може значно знизити негативний вплив на екосистеми ґрунтів під час прання текстильних виробів.

Вибір оптимальних технологій очищення забезпечує збереження споживчих властивостей текстильних виробів, однак майже не впливає на зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище. Потрапляючи в природні системи, стоки перетворюються на джерела токсинів, які можуть спричинити забруднення ґрунтових вод.

Перспективним є дослідження впливу стічних вод від прання предметів одягу різних виробників, як нових, так і придбаних у магазинах типу секонд-хенд, на якість ґрунтів в індивідуальних домогосподарствах.

**Примітка.** Дане дослідження виконане в межах наукової теми кафедри хімічної техніки та промислової екології НТУ ХПІ № 0124U001842 «Розробка наукових основ очищення стічних вод та зневоднення полідисперсних суспензій».

#### Література:

1. G. Peter Tessa. Global textile market set for major growth by 2030. *Textile Today*. URL: <https://www.textiletoday.com.bd/global-textile-market-set-for-major-growth-by-2030> (дата звернення 03.08.2024 р.)
2. Крючкова В.В. Хвмічна обробка джинсових виробів. Вплив на довкілля та здоров'я споживачів. *Проблеми надзвичайних ситуацій: матеріали науково-практичної конференції* (Харків, 16 травня 2024 р.). Харків. Національний університет цивільного захисту України, 2024. С. 312–313.
3. Параска О.А., Подоліна К.О., Хес Л., Ковтун Х.О., Аналіз соціально-економічних, технологічних, екологічних характеристик життєвого циклу текстильних виробів. *Технічні науки. Вісник Хмельницького національного університету*, Вип. 2 2022 (307). Хмельницький. 2022 р. С. 153–158. DOI 10.31891/2307-5732-2022-307-2-153-158
4. Khan S., Malik A. Environmental and health effects of textile industry wastewater, in environmental deterioration and human health. *Springer*. 2014. P. 55–71.
5. The State of fashion 2022. BOF, McKinsey Company URL: [https://www.mckinsey.com/~/\\_/media/mckinsey/industries/retail/our%20insights/state%20of%20fashion/2022/the-state-of-fashion-2022.pdf](https://www.mckinsey.com/~/_/media/mckinsey/industries/retail/our%20insights/state%20of%20fashion/2022/the-state-of-fashion-2022.pdf) (дата звернення 05.08.2024 р.)
6. A New Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future. Ellen MacArthur Foundation. Cowes, UK, 2017. URL: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/A-New-Textiles-Economy.pdf> (дата звернення 03.08.2024 р.)
7. Claudio L. Waste couture: environmental impact of the clothing industry. *Environ Health Perspect*. 2007. Vol. 115(9). P. 448–454.
8. De Falco F., Gentile G., Di Pace E., Cocca M., Gelabert L., Brouta-Agnésa M., Rovira A., Escudero R., Villalba R. et al. Evaluation of microplastic release caused by textile washing processes of synthetic fabrics. *Environmental Pollution*. 2018. Vol. 236. P. 916–925. DOI 10.1016/j.envpol.2017.10.057
9. Білей-Рубан Н.В., Облещук Т.В. Вибір методів кінцевих обробок джинсових виробів та деніму у відповідності до призначення швейних виробів. *Вісник Хмельницького національного університету*. Хмельницький. 2009. № 2. С. 128–133.
10. Laundry Experience Event 2017. March 17–18 th, 2017, Helmond, Netherlands. URL: <https://www.cinet-online.com/laundry-experience-event-2017/>(дата звернення 10.08.2024 р.)
11. Про затвердження Правил користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України: Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України редакція від 13.07.2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0936-08#Text> (дата звернення 13.08.2024 р.)
12. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. [Чинний від 01.02.2015]. Вид офіц. Київ : 23.10.2014 Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України (ІКХХВ НАН України).
13. Охорона водних ресурсів і екосистем: навч. посіб. для здобувачів вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Екологія» спеціальності 101 Екологія РВО «Бакалавр» / Т. М. Дацко та ін. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 112 с.
14. ДСТУ 7369:2013 Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошування та удобрення. [Чинний від 01.01.2014]. Вид офіц. Київ : 22.08.2013 Технічний комітет стандартизації «Меліорація і водне господарство» (ТК 145)
15. ДСТУ 8346:2015 Якість ґрунту. Методи визначення питомої електропровідності, рН і щільного залишку водної витяжки [Чинний від 01.07.2017]. Вид офіц. Київ 21.08.2015 Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського Української Академії аграрних наук.
16. Вакерич М.М., Швартау В.В., Гасинець Я.С., Бднарюк Р.М., Король М.В., Васильяк К.В.. Фототоксичний ефект урбаноземів у жгорда за умов інтенсивного впливу викидів автотранспорту. *Фізіологія рослин та генетика*. Т. 50. № 6. 2018. С. 540–547 <https://doi.org/10.15407/frg2018.06.540>(дата звернення 15.08.2024 р.)

#### References:

1. G. Peter Tessa. Global textile market set for major growth by 2030. *Textile Today*. URL: <https://www.textiletoday.com.bd/global-textile-market-set-for-major-growth-by-2030> (дата звернення 03.08.2024 р.)
2. Kriuchkova V.V. Khimichna obrobka dzhynsovykh vyrobiv. Vplyv na dovkillia ta zdorov ya spozhyvachiv [Chemical treatment of denim products. Impact on the environment and consumer health] *Problemy nadzvychaynykh sytuatsii: materialy naukovo-praktychnoi konferentsii – Problems of emergency situations: materials of the scientific and practical conference* (pp. 312–313). Kharkiv [in Ukrainian].
3. Paraska O.A., Podolina K.O., Khes L., Kovtun Kh.O., Analiz sotsialno-ekonomichnykh, tekhnolohichnykh, ekolohichnykh kharakterystyk zhyttievoho tsykladu tekstylnykh vyrobiv [Analysis of socio-economic, technological, environmental characteristics of the life cycle of textile products]. *Tekhnichni nauky. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu – Technical sciences. Bulletin of Khmelnytsky National University* (pp. 153–158). Khmelnytskyi [in Ukrainian]. DOI 10.31891/2307-5732-2022-307-2-153-158

4. Khan S., Malik A. Environmental and health effects of textile industry wastewater, in environmental deterioration and human health. *Springer*. 2014. P. 55–71.
5. The State of fashion 2022. BOF, McKinsey Company URL: <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/industries/retail/our%20insights/state%20of%20fashion/2022/the-state-of-fashion-2022.pdf>
6. A New Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future. Ellen MacArthur Foundation. Cowes, UK, 2017. URL: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/A-New-Textiles-Economy.pdf>
7. Claudio L. Waste couture: environmental impact of the clothing industry. *Environ Health Perspect*. 2007. Vol. 115(9). P. 448–454.
8. De Falco F., Gentile G., Di Pace E., Cocca M., Gelabert L., Brouta-Agnésa M., Rovira A., Escudero R., Villalba R. et al. Evaluation of microplastic release caused by textile washing processes of synthetic fabrics. *Environmental Pollution*. 2018. Vol. 236. P. 916–925. DOI 10.1016/j.envpol.2017.10.057
9. Bilei-Ruban N.V., Obleshchuk T.V. Vybir metodiv kintsevykh obrobok dzhynsovykh vyrobiv ta denimu u vidpovidnosti do pryznachennia shveinykh vyrobiv [Selection of methods of final finishing of denim and denim products in accordance with the purpose of garments]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu – Bulletin of Khmelnytsky National University*. № 2. (128–133). Khmelnytskyi [in Ukrainian].
10. Laundry Experience Event 2017. March 17–18 th, 2017, Helmond, Netherlands. URL: <https://www.cinet-online.com/laundry-experience-event-2017/>
11. Pro zatverdzhennia Pravyl korystuvannia systemamy tsentralizovanoho komunalnoho vodopostachannia ta vodovidvedennia v naselenykh punktakh Ukrainy [On Approval of the Rules for the Use of Centralised Communal Water Supply and Sewerage Systems in Settlements of Ukraine]: Nakaz Ministerstva z pytan zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy- Order of the Ministry of Housing and Communal Services of Ukraine 13.07.202. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0936-08#Text>. [in Ukrainian].
12. DSTU 7525:2014 Voda pytna. Vymohy ta metody kontroliuvannia yakosti. [Chynnyi vid 01.02.2015]. Vyd ofits. Kyiv : 23.10.2014 Instytut koloidnoi khimii ta khimii vody im. A. V. Dumanskoho NAN Ukrainy (IKKhKhV NAN Ukrainy).
13. Okhorona vodnykh resursiv i ekosystem [Protection of water resources and ecosystems]: *navch. posib. dlia zdobuvachiv vyshchoi osvity, yaki navchaiutsia za osvithno-profesiinoiu prohramoiu «Ekolohiia» spetsialnosti 101 Ekolohiia RVO «Bakalavr» – a study guide for higher education students studying under the educational and professional programme «Ecology», speciality 101 Ecology, Bachelor's degree*. Lviv. 2024. 112 c.
14. DSTU 7369:2013 Stichni vody. Vymohy do stichnykh vod i yikhnikh osadiv dlia zroshuvannia ta udobriuvannia. [Chynnyi vid 01.01.2014]. Vyd ofits. Kyiv : 22.08.2013 Tekhnichniy komitet standartyzatsii «Melioratsiia i vodne hospodarstvo» (TK 145)
15. DSTU 8346:2015 Soil quality. Methods for determination of specific electrical conductivity, pH and dense residue of water extract [Effective from 01.07.2017]. Published in Ukrainian. Kyiv 21.08.2015 Sokolovsky Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Ukrainian Academy of Agrarian Sciences.
16. Vakerych M.M., Shvartau V.V., Hasynets Ya.S., Bdnariuk R.M., Korol M.V., Vasylniak K.V. Fototoksychnyi efekt urbanozemiv uzhhoroda za umov intensyvnoho vplyvu vykydiv avtotransportu. [Phototoxic effect of urban soils of Uzhhorod under conditions of intensive influence of motor vehicle emissions]. *Fiziolohiiarosllyn ta henetyka – Plant Physiology and Genetics (pp. 540–547)*. T. 50. № 6. Kyiv [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/frg2018.06.54>