

ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕКОЛОГІЧНО ОРІЄНТОВАНІЙ РЕМЕДІАЦІЇ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА ПОСТТРАЖДАЛИХ ВІД ВІЙНИ ТЕРИТОРІЯХ

*Чернявський Б.О., PhD інж.,
Чернявська Т.А., д-р хабілітований, проф.,
Академія Прикладних Наук у Коніні, м. Конін, Польща*

Актуальність проблематики використання інноваційних технологій в екологічно орієнтованій ремедіації та реконструкції транспортної інфраструктури на постраждалих від війни територіях набуває особливого значення в контексті відновлення України після масштабних руйнувань, спричинених військовими діями. Так, згідно з опублікованими даними Світового Банку, станом на кінець 2023 року, за даними третього аналітичного звіту про збитки та потреби у відновленні інфраструктури України, загальна вартість відновлення та реконструкції країни становить близько 486 мільярдів доларів США. Із цієї суми 15% (приблизно 74 мільярди доларів США) необхідна буде саме для відновлення транспортної інфраструктури, яка включає 30 200 км пошкоджених доріг та 380 зруйнованих мостів, а також інших об'єктів інфраструктури [1, 2].

Імпульсом для поглибленого дослідження шляхів та напрямів оптимізації, які можна було б застосувати в ремедіації пошкоджених територій та відновленні системи транспорту і логістики України, а також формування єдиної системи відновлення та реконструкції із використанням прогресивних технологій та «зелених» ремедіаційних методів став опублікований у серпні 2024 року «Звіт про збитки інфраструктурі від руйнувань, завданих військовою агресією Росії проти України станом на січень 2024 року», у якому увага світової спільноти була акцентована на наслідках вторгнення Росії на територію України, включаючи завдані збитки транспортно-логістичній системі та її інфраструктурному забезпеченню. У звіті наводяться вражаючі дані найбільшої і вражаючої своїми наслідками війни в Європі з часів Другої світової війни. У перші тижні повномасштабного вторгнення російські війська провели масовані обстріли об'єктів авіаційної інфраструктури, насамперед аеродромів, причому не лише військових, але й цивільних та військово-цивільних (або, як їх називають, подвійного призначення). Надалі об'єктом активних атак стала залізнична інфраструктура, зокрема електропідстанції. Було частково або повністю зруйновано близько 345 автомобільних та залізничних мостів [3, 4, 5].

Таким чином, у загальній структурі понесених втрат саме на об'єкти дорожньої інфраструктури припадає найбільший збиток як в абсолютному, так і у вартісному вираженні. За даними, наведеними у звіті, з початку бойових дій в Україні було пошкоджено 19 аеропортів і цивільних аеродромів, щонайменше

126 залізничних станцій і вокзалів. Попередня сума загальних збитків транспортній інфраструктурі України становить близько 36,8 млрд доларів США. Військові дії агресора завдали значних збитків. За попередніми оцінками, внаслідок бойових дій було пошкоджено загалом 25,4 тисяч кілометрів доріг державного, місцевого або муніципального значення. За даними Міністерства інфраструктури, попередній аналіз стану доріг у деокупованих регіонах (Київська, Чернігівська, Харківська, Сумська та інші області) підтверджує інформацію про значне пошкодження дорожньої структури внаслідок руху танків та іншої важкої військової техніки. Це вимагатиме капітальної реконструкції значної частини пошкоджених доріг. Попередня прогнозна оцінка загальних збитків від прямого руйнування доріг коливається в межах 26,7 млрд доларів США в еквіваленті на кінець 2021 року. Окрім зазначеного вище, у звіті наводяться дані про те, що внаслідок руйнування Каховської ГЕС було затоплено 290,3 км доріг, що збільшує оцінку загальних збитків на 0,3 млрд доларів, довівши загальний збиток до 27,0 млрд доларів. Додатково до цього, пошкодження та руйнування мостів і мостових переходів додають до загальної суми збитків ще 2,6 млрд доларів [1, 3, 4].

Прямий збиток залізничній інфраструктурі оцінюється в 4,3 млрд доларів. За попередніми оцінками, загальна протяжність пошкодженого залізничного полотна становить близько 507 км; кількість пошкоджених залізничних вокзалів і станцій — 126, з яких понад 53 частково пошкоджені або знищені повністю.

Загальний збиток портовій інфраструктурі (як мінімум 4 порти) та пов'язаним з нею підприємствам оцінюється в 0,85 млрд доларів. Ця оцінка включає як інфраструктуру морських портів, так і об'єкти внутрішнього водного транспорту, які були пошкоджені внаслідок військової агресії Росії [2, 3, 5].

Саме це дослідження стало поштовхом і спробою формування ефективної системи управління ремедіацією постраждалих від війни територій з метою відновлення, насамперед, системи транспорту і логістики на основі інтеграції прогресивних технологій і «зелених» методів ремедіації.

Ремедіація та реконструкція транспортної інфраструктури на постраждалих від війни територіях, за нашим баченням, означає комплекс полівекторних заходів, спрямованих на відновлення та очищення інфраструктурних об'єктів і прилеглих територій, що були пошкоджені чи зруйновані внаслідок військових дій, з одночасним урахуванням екологічних аспектів. Цей процес включає дві основні складові: ремедіацію (екологічне відновлення) та реконструкцію (технічне відновлення та модернізація).

Щодо ремедіації, то вона охоплює:
- *екологічне очищення та відновлення*. У процесі військових дій часто відбувається забруднення територій шкідливими речовинами (паливно-мастильними матеріалами, важкими металами, хімічними речовинами), що потрапляють у ґрунт, воду та повітря через зруйновані об'єкти інфраструктури. Ремедіація включає в себе заходи з ліквідації та очищення цих територій від

забруднень. Для цього бажано використовувати «дбайливі» до довкілля методи «зеленої» ремедіації - фіторемедіації, біоремедіації та інші екологічно чисті технології для відновлення природних ресурсів;

- *екологічна безпека*, полягає в тому, що постає вкрай важливим питання не тільки відновити функціонування транспортної системи, але й зробити це так, щоб не завдати шкоди навколишньому середовищу. Використання інноваційних, екологічно чистих технологій в ремедіації дозволяє мінімізувати вплив на екосистему, сприяючи її природному відновленню.

Наступним кроком буде реконструкція, яка полягатиме у:

- *відбудові зруйнованих об'єктів транспортної інфраструктури*, що у свою чергу включатиме: ремонт та відновлення доріг, мостів, залізничних колій, аеропортів та інших ключових елементів інфраструктури, які зазнали пошкоджень через обстріли, вибухи або фізичні атаки. Підкреслимо, відновлення транспортної інфраструктури є критично важливим для відродження економічної діяльності в країні та активізації підприємницької активності;

- *інноваційні рішення в реконструкції*. Реконструкція передбачає не просто відновлення об'єктів до такого стану, який був до війни, а й модернізацію із застосуванням сучасних технологій, таких як інтелектуальні транспортні системи (ITS), використання відновлюваних джерел енергії, енергоефективні матеріали та автоматизація процесів управління. Це дозволяє підвищити ефективність та стійкість транспортної мережі до різних викликів та загроз безпечному функціонуванню;

- «зелені» технології в реконструкції. Йдеться, насамперед, про важливий аспект використання «зелених» технологій, таких як матеріали з низьким викидом CO₂, сонячна енергія для освітлення транспортних шляхів або зарядки електротранспорту, що дозволить у перспективі досягти цілей сталого розвитку.

Таким чином, процес ремедіації та реконструкції транспортної інфраструктури пошкодженої внаслідок війни спрямований на: відновлення транспортної спроможності та забезпечення відновлення економічної діяльності суб'єктів господарювання; мінімізацію шкоди для навколишнього середовища шляхом очищення забруднених територій; використання інноваційних підходів та «зелених» технологій для створення сучасної й одночасно стійкої до загроз та викликів національної інфраструктури, яка буде відповідати екологічним та технологічним стандартам сьогодення [6].

Перелік посилань:

1. Report on damages to infrastructure from the destruction caused by Russia's military aggression against Ukraine as of January. (2024). URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/05/Eng_01.01.24_Damages_Report.pdf

2. Updated Ukraine Recovery and Reconstruction Needs Assessment Released. (2024). URL: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2024/02/15/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment-released>

3. Economic Impacts of Transportation Infrastructure. The Geography of Transport Systems (2024).

4. World Bank. (2024). Updated Ukraine Recovery and Reconstruction Needs Assessment Released. URL: <https://www.worldbank.org>

5. Critical Infrastructure Resilience in Ukraine: Energy, Transportation, and Communication (2024). URL: <https://css.ethz.ch/en/center/CSS-news/2024/03/critical-infrastructure-resilience-in-ukraine-energy-transportation-and-communication.html>

6. Center for Strategic and International Studies. (2023). Ukraine's reconstruction: Transport and logistics challenges and solutions. URL: <https://www.csis.org/analysis/ukraines-reconstruction-transport-and-logistics-challenges>

ДЕЯКІ АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Чуприна В.О., студентка

Даценко В.В., к.х.н., доц.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

м. Харків, Україна

dacenkovita14@gmail.com

Гальванічне виробництво відноситься до числа найбільш небезпечних. Оскільки підприємства характеризуються значним різноманіттям технологічних процесів, складом розчинів та електролітів, широкою гамою деталей, що оброблюються, то й утворюються стічні води достатньо різноманітні як за якісним, так і за кількісним складом. Діючі в країні цеха та ділянки побудовані за однією технологією та вирішують тільки задачу нанесення покриття або обробки поверхні металу, практично не враховуючи процесів видалення іонів важких металів зі стічних вод, утилізації гальванічних відходів і захисту навколишнього природного середовища. Багато підприємств до сих пір використовують старі та вже не ефективні процеси очищення, а іноді й не мають очисних споруд взагалі, що призводить до потрапляння неочищених і недостатньо очищених стічних вод в поверхневі водойми [1].

У гальванічному виробництві основними джерелами забруднення поверхневих водойм є процеси, що пов'язані з підготовкою та обробкою поверхні виробів хімічними та електрохімічними методами: травлення і