

**SECTION 11. ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION**DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-519-8-16>**RECYCLING TECHNOLOGIES IN RECOVERY AND ROAD  
CONSTRUCTION OF UKRAINE: BEFORE POSING A PROBLEM****РЕЦИКЛІНГОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВІДНОВЛЕННІ  
ТА БУДІВНИЦТВІ ДОРІГ УКРАЇНИ:  
ДО ПОСТАНОВКИ ПРОБЛЕМИ****Yevseiev V. O.**

*Postgraduate Student at the Department  
of Highways, Geodesy and Land  
Management  
ESI "Prydniprovsk State Academy  
of Civil Engineering and Architecture"  
Ukrainian State University of Science  
and Technology  
Dnipro, Ukraine*

**Євсєєв В. О.**

*аспірант кафедри автомобільних  
доріг, геодезії та землеустрою  
ННІ «Придніпровська державна  
академія будівництва та  
архітектури»  
Український державний університет  
науки і технологій  
м. Дніпро, Україна*

**Tregub O. V.**

*Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor at the Department  
of Highways, Geodesy and Land  
Management  
ESI "Prydniprovsk State Academy  
of Civil Engineering and Architecture"  
Ukrainian State University of Science  
and Technology  
Dnipro, Ukraine*

**Трегуб О. В.**

*кандидат технічних наук,  
доцент кафедри автомобільних доріг  
та геодезії  
ННІ «Придніпровська державна  
академія будівництва та  
архітектури»  
Український державний університет  
науки і технологій  
м. Дніпро, Україна*

В основних напрямках економічного і соціального розвитку України на період післявоєнної відбудови гостро постає проблема реконструкції мережі автомобільних доріг та штучних споруд, приведення транспортно-експлуатаційних показників автомобільних доріг відповідно до європейських стандартів. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є впровадження ефективних технологій перероблення будівельних відходів та повторного використання матеріалів зруйнованих конструкцій. Особливої актуальності набуває проблема у зв'язку з великою кількістю зруйнованих війною будівель та споруд інфраструктури в Україні (табл. 1) [9].

Таблиця 1

**Орієнтовні обсяги руйнувань житлового фонду та інфраструктури у містах України**

Місто	Орієнтовний обсяг руйнувань, %	Місто	Орієнтовний обсяг руйнувань, %
Бахмут	> 60	Маріуполь	> 80–90
Буча	< 30	Попасна	> 80–90
Вугледар	> 80–90	Рубіжне	> 80
Ірпінь	> 70	Сєвєродонецьк	> 80
Ізюм	< 80	Соледар	> 80–90
Лиман	> 80–90	Херсон	> 30–40
Лисичанськ	> 60	Щастя	> 80–90

Проведений аналіз досліджень окресленої проблеми показав недостатню увагу вітчизняних науковців до завдань з відновлення та будівництва автодоріг з використанням технологій рециркулювання. Це пояснюється тим, що нормативно-правова база, яка б давала підстави для застосування означених технологій, майже відсутня. Однак деякі науковці присвятили свої дослідження вторинному використанню будівельних відходів [2, 4, 6].

Рециркулювання відповідно до словника іншомовних слів – це перероблення відходів (*також*: вторинна переробка, ресайклінг (англ. *recycling*), рециркулювання й утилізація відходів) – будь-які технологічні операції, пов'язані зі зміною фізичних, хімічних або біологічних властивостей відходів, з метою підготовки їх до екологічно безпечної переробки, утилізації чи зберігання [7]. Словники будівельних термінів, зокрема словник В. Лівінського та словник-довідник Р. Щмига [8] зазначеного терміну не містять.

Метою роботи є аналіз організаційно-технологічних аспектів забезпечення відновлення та будівництва автомобільних доріг з використанням технологій рециркулювання.

Пріоритетність глобальних економічних тенденцій у забезпеченні ідеології сталого розвитку післявоєнної економіки України зумовлює необхідність формування парадигми економічної ефективності, екологічної безпеки, соціальної стабільності та відповідальності. Одним із детермінантних напрямів забезпеченості їх триєдиної єдності є розвиток та удосконалення сфери використання будівельних матеріалів зруйнованих війною будівель на території України як концепції комплексного використання їх ресурсоцінної складової з метою забезпечення економіко-екологічної ефективності повернення

цих будівельних матеріалів у виробничі процеси, зокрема використання при будівництві автомобільних доріг і штучних споруд. Актуальним завданням є відновлення та розбудова автодорожньої інфраструктури з використанням технологій рециркулювання матеріалів зруйнованих у ході війни будівельних конструкцій будівель і споруд.

Найважливішими етапами на шляху впровадження та розвитку рециркулювання будівельних матеріалів зруйнованих будівель в Україні виступають процедури аналізу та оцінки їх економіко-екологічної ефективності. Це складне завдання, суть якого полягає у оцінюванні вартості будівельних матеріалів зруйнованих будівель та споруд. Першою постає проблема визначення обсягів зруйнованих будівельних конструкцій і елементів будівель та споруд і оцінювання їх придатності для вторинного використання у будівництві і реконструкції автодоріг та штучних споруд. Українські науковці розробили програми автоматизованого розрахунку обсягів обвалених будівельних конструкцій. Зокрема, у роботах проф. С. В. Шатова запропоновані організаційно-технологічні рішення [11]. Оскільки використання рециркулювальних технологій є екологічно безпечним, то слід приділити увагу показникові ефективності рециркулювання будівельних конструкцій та матеріалів зруйнованих будівель та споруд.

Серед найважливіших критеріїв оцінки рециркулювальних технологій, на думку Т. Довгої, необхідно віднести не лише економічну доцільність з використання ресурсів і запобігання забрудненню довкілля, а й вартість організації та утворення місць складування відходів, витрати на сортування і транспортування, на використану електроенергію тощо. Науковиця на основі висунутою на саміті «Групи восьми» (G8) японським прем'єр-міністром стратегія еколого-економічного розвитку під назвою «Ініціатива 3R», яка передбачає дотримання трьох принципів: *Reduce* – скорочення, *Reuse* – повторне використання та *Recycle* – використання як вторинної сировини, пропонує вести поняття «індекс ефективності рециркулювання» (*ler*), який враховує економічну ефективність рециркулювання відходів, запобігання забрудненню довкілля й об'єми утворених відходів [2].

Запропонований дослідницею індекс можна відобразити такою залежністю:

$$ler = F(E, Ec, M) \rightarrow 1,0,$$

де *ler* – індекс ефективності рециркулювання; *E* – показник економічної ефективності рециркулювання; *Ec* – показник екологічної значущості рециркулювання; *M* – показник відносного об'єму запланованого рециркулювання [2, 12]. Згідно із запропонованою моделлю, ефективність рециркулювання для держави залежить від трьох складових: економічної, екологічної та «масштабної». Як стверджує науковиця, показник *ler* знаходиться

у межах 0,001–1,0. І чим більше його значення, тим ефективніший процес рециклінгу. Однак, зважаючи на особливості сучасного стану України, для розрахунку ефективності рециклінгу необхідно запропонувати коефіцієнт рециклінгу ( $K_p$ ), який буде враховувати не лише вищевказані три складові, а й залежатиме від вартості електроенергії, витраченої на процес переробки, вартості транспортування та інших складових і набуде такого вигляду:

$$K_p = f(V, Q, W, E)$$

де  $V$  – транспортно-розбиральні витрати (витрати на розбирання/сортування і доставку до пункту рециклінгу);  $Q$  – об'єм відходів;  $W$  – вартість енергетичної складової (вартість затраченої енергії на процес рециклінгу);  $E$  – рівень екологічної безпеки технології рециклінгу.

Другою вагомою проблемою використання рециклінгових технологій у відновленні та будівництві автомобільних доріг є розбирання та сортування будівельних завалів. За даними Г. Шпакової «світова практика передбачає комплексний підхід до вирішення проблеми утилізації будівельного сміття, в якому розглядаються питання його збору і переробки, транспортування та зберігання» [12]. Як зазначає дослідниця «відділ Європейської комісії з утилізації сміття має в своєму законодавчому арсеналі класифікаційний каталог країн Євросоюзу з чітким розмежуванням відходів, у тому числі і будівельних» [12]. За цим каталогом будівельні відходи за агрегатним станом розділяють на тверді, до яких належать: бетон, залізобетон, керамзитобетон, асфальтобетон, деревина, скло, кераміка, цегла, зола, азбошифер. Другу групу складають напівтверді, до яких належать: бітуми (затверділі мастики різного типу), руберойд, лінолеум, відпрацьований розчин, засмічений ґрунт, полістирол. До третьої групи належать матеріали: бітуми (м'які мастики різного типу), лакофарби, мінеральні вати та ін.

Переробка будівельних завалів здійснюється у вигляді замкнутого циклу – «розбирання – вивезення – переробка – реалізація». Послідовність та організаційно-технологічні особливості кожного етапу запропоновані львівськими вченими О. Попович, Я. Захарко, М. Мальований [5].

З точки зору технології будівництва автодоріг у питанні використання будівельних матеріалів зруйнованих будівель і споруд виникає необхідність у обладнанні для переробки будівельних відходів. Науковці ПДАБА запропонували технологічну схему заводу із переробки будівельних відходів [10]. Промислова переробка відходів зменшити транспортні та інші витрати. Переробка відходів загалом повинна вирішуватись з ціллю отримання прибутку задля компенсації

капітальних вкладень у промислову їх переробку. Під час сортування відходів і подальшої переробки їх у вторинну сировину значно скорочуються обсяги будівельних відходів.

До переваг технологій рециклінгу слід віднести: відсутність витрат на вивезення та утилізацію зруйнованих будівельних конструкцій; збереження земельних ділянок та захист довкілля; зниження витрат на будівельні матеріали у відновленні та будівництві автодоріг.

Для вирішення поставленої у дослідженнях проблеми необхідні наступні науково-дослідницькі та організаційні заходи.

1. Розроблення технологій переробки та вторинного використання матеріалів зруйнованих будівельних конструкцій, які є екологічними та економічно рентабельними при будівництві та реконструкції автомобільних доріг.

2. Дослідження техногенного впливу на довкілля.

3. Започаткування пілотних проєктів з локального перероблення зруйнованих будівельних конструкцій з урахуванням досвіду та кращих світових практик.

#### Література:

1. Довга Т. М. Економіко-екологічна ефективність рециклінгу твердих побутових відходів [Текст] : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.04 / Довга Тетяна Миколаївна ; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ, 2014. 20 с.

2. Довга Т. М. Економіко-екологічна ефективність рециклінгу твердих побутових відходів [Текст] : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.04 / Довга Тетяна Миколаївна ; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, Екон. ф-т. Київ, 2013. 277 с.

3. Довга Т. М. Впровадження сучасних технологій рециклінгу твердих побутових відходів. *Економіка та держава*. 2011. № 8. С. 68–71.

4. Кривенко С. В. Проблеми вдосконалення системи управління сферою поводження з твердими побутовими відходами: регіональний аспект. *Управління розвитком*. 2015. № 2. С. 12–19.

5. Попович О. Р., Захарко Я. М., Мальований М. С., Проблеми утилізації та переробки будівельних відходів / О. Р. Попович, Я. М. Захарко, М. С. Мальований. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва*. 2013. № 755. С. 321–324. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPTPB\\_2013\\_755\\_60](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPTPB_2013_755_60)

6. Самойлік М. С. Комплексна оцінка ефективності регіональних систем поводження з твердими відходами. *БІЗНЕС ІНФОРМ*. № 4. 2014. С. 220–226.

7. Словник іншомовних слів. Рециклінг. URL: <https://www.jnsm.com.ua/sis/index.shtml>
8. Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. Львів, 2010. 222 с.
9. Аналітичний портал «Слово і діло» / день звернення 13.11.2024. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2023/02/03/infografika/suspilstvo/tudy-pryjshov-ruskyj-myr-yaki-mista-ukrayin>
10. Шатов С. В. Визначення параметрів уламків зруйнованих споруд та елементів будівель, які реконструюються. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Д. : ПДАБА. 2011. Т. 3. С. 8–14.
11. Шатов С. В. Технологічні особливості розбирання завалів зруйнованих будівель на транспортних мережах. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури* : зб. наук. пр. Дніпропетровськ, 2010. № 10. С. 48–52.
12. Шпакова Г. Шляхи і можливості переробки будівельних відходів в Україні. *Будівельне виробництво*. 2012. № 54. С. 22–23.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-519-8-17>

## STABILITY OF HIGHWAY EMBANKMENT SLOPES UNDER SPECIAL OPERATING CONDITIONS

### СТІЙКІСТЬ УКОСІВ НАСИПУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ В ОСОБЛИВИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

**Ostroverkhyy O. G.**

*Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Associate Professor at the Department  
of System Design of Transport  
Infrastructure Objects and Geodesy  
National Transport University  
Kyiv, Ukraine*

**Островерхий О. Г.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри системного  
проектування об'єктів транспортної  
інфраструктури та геодезії  
Національний транспортний  
університет,  
м. Київ, Україна*

**Shapovalov O. V.**

*Chief Project Engineer  
"Scientific and Production Association  
"Transengineering" LLC  
Kyiv, Ukraine*

**Шаповалов О. В.**

*головний інженер проєктів  
ТОВ «Науково-виробниче об'єднання  
«Трансінжиніринг»»  
м. Київ, Україна*