

УДК 628.4:691.6:614.7

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-11>

**Ірина ПАЦЕВА**

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та природоохоронних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

**ORCID:** 0000-0002-6572-681X

**Людмила НОНІК**

аспірант, асистент кафедри екології та природоохоронних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

**ORCID:** 0000-0003-4234-8948

**Володимир УСТИМЕНКО**

доктор філософії, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

**ORCID:** 0000-0001-7633-2130

**Бібліографічний опис статті:** Пацева, І., Нонік, Л., Устименко, В. (2024). Азбест у відходах руйнувань: виклики і перспективи безпечного управління відходами в умовах післявоєнної відбудови. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 83–92, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-11>

## АЗБЕСТ У ВІДХОДАХ РУЙНУВАНЬ: ВИКЛИКИ І ПЕРСПЕКТИВИ БЕЗПЕЧНОГО УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ

**Мета дослідження.** Війна в Україні спричинила безпрецедентний рівень руйнувань житлової, громадської та промислової інфраструктури, що, своєю чергою, призвело до утворення величезної кількості відходів від руйнацій. Ці відходи мають різний склад і включають уламки бетону, цегли, металеві конструкції, деревину, пластик, скло та небезпечні матеріали, серед яких особливу увагу привертають азбестовмісні компоненти. Азбест, який десятиліттями широко застосовувався в будівельній галузі, був незамінним для теплоізоляції, захисту від пожеж та звукоізоляції. Його використання було поширене у виробництві шиферу, ізоляційних матеріалів, труб і облицювальних панелей. Унаслідок руйнування будівель ці матеріали розпадаються, вивільняючи небезпечні азбестові волокна, які мають канцерогенні властивості. Потрапляючи в повітря, воду або ґрунт, ці частинки створюють серйозну загрозу для здоров'я населення та стану екосистем. Зважаючи на вищезазначене, управління азбестовмісними відходами є важливою екологічною та соціальною проблемою, яка потребує термінового вирішення. Мета дослідження полягає в аналізі масштабів проблеми утворення відходів руйнацій, викликаних воєнними діями в Україні, із особливим акцентом на азбестовмісних матеріалах. Основним завданням є розробка підходів до їх безпечної утилізації на основі міжнародного досвіду та адаптація цих практик до українських реалій з урахуванням складної екологічної ситуації, дефіциту інфраструктури та потреб швидкого відновлення регіонів.

**Методологія.** Для досягнення поставленої мети застосовано комплексний підхід, який включає опрацювання літератури та нормативної законодавчої бази з управління азбестовмісними відходами у країнах Європейського Союзу, вивчення складу та властивостей відходів руйнацій, спричинених воєнними діями, із фокусом на матеріалах, що містять азбест, оцінку екологічних та соціальних ризиків, пов'язаних із небезпечними відходами, адаптацію європейських практик до умов України через розробку рекомендацій, які враховують обмеження місцевої інфраструктури.

**Наукова новизна.** Новизна роботи полягає у системному аналізі наслідків військових дій для утворення азбестовмісних відходів, розгляді європейських практик поводження з такими відходами в контексті їх застосування в Україні та формулюванні рекомендацій, які враховують специфіку воєнного часу та його наслідків, включаючи створення системи моніторингу впливу відходів на здоров'я населення і довкілля.

**Висновки.** Унаслідок воєнних дій в Україні утворилася значна кількість відходів руйнацій, серед яких азбестовмісні матеріали становлять особливу загрозу через канцерогенні властивості волокон, що вивільняються. Безпечне поводження з такими відходами вимагає комплексного підходу, включаючи виявлення, сортування, транспортування, переробку та захоронення. Європейський досвід управління азбестовмісними відходами може бути інтегрований в українські реалії за умови створення необхідної інфраструктури та вдосконалення законо-

авчої бази. Запропоновані заходи сприятимуть мінімізації екологічних ризиків та забезпеченню безпеки населення, а також прискоренню відновлення зруйнованих територій.

**Ключові слова:** воєнні дії, відходи від руйнувань, азбестовмісні відходи, поводження з азбестовими відходами, забруднення навколишнього середовища.

**Iryna PATSEVA**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology and Environmental Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, 103 Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

**ORCID:** 0000-0002-6572-681X

**Liudmyla NONIK**

PhD-Student (Ecology), Assistant Professor at the Department of Ecology and Environmental Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, 103 Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

**ORCID:** 0000-0003-4234-8948

**Volodymyr USTYMENKO**

Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Technology, Zhytomyr Polytechnic State University, 103 Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

**ORCID:** 0000-0001-7633-2130

**To cite this article:** Patseva I., Nonik, L., Ustymenko, V. (2024). Azbest u vidkhodakh ruinuvan: vyklyky i perspektyvy bezpechnoho upravlinnia vidkhodamy v umovakh pisliavoiennoi vidbudovy [Asbestos in demolition waste: challenges and prospects of safe waste management in the conditions of post-war reconstruction]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 83–92, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-11>

## ASBESTOS IN DEMOLITION WASTE: CHALLENGES AND PROSPECTS OF SAFE WASTE MANAGEMENT IN THE CONDITIONS OF POST-WAR RECONSTRUCTION

**Objective of the study.** The war in Ukraine has caused an unprecedented level of destruction of residential, public and industrial infrastructure, which, in turn, has led to the formation of a huge amount of waste from destruction. This waste has a diverse composition and includes fragments of concrete, bricks, metal structures, wood, plastic, glass and hazardous materials, among which asbestos-containing components attract particular attention. Asbestos, which has been widely used in the construction industry for decades, has been indispensable for thermal insulation, fire protection and sound insulation. Its use has been widespread in the production of slate, insulation materials, pipes and cladding panels. As a result of the destruction of buildings, these materials disintegrate, releasing dangerous asbestos fibers, which have carcinogenic properties. Getting into the air, water or soil, these particles pose a serious threat to the health of the population and the state of ecosystems. The management of asbestos-containing waste is an important environmental and social problem that requires urgent resolution. The purpose of the study is to analyze the scale of the problem of waste generation from destruction caused by military operations in Ukraine, with a special emphasis on asbestos-containing materials. The main task is to develop approaches to their safe disposal based on international experience and adapt these practices to Ukrainian realities, taking into account the difficult environmental situation, lack of infrastructure and the needs for rapid recovery of the regions.

**Methodology.** To achieve the goal, a comprehensive approach was applied, which includes the study of literature and regulatory framework for the management of asbestos-containing waste in the countries of the European Union, the study of the composition and properties of waste from destruction caused by military actions, with a focus on materials containing asbestos, the assessment of environmental and social risks associated with hazardous waste, and the adaptation of European practices to the conditions of Ukraine through the development of recommendations that take into account the limitations of local infrastructure.

**Scientific novelty.** The novelty of the work is in the systematic analysis of the consequences of military actions for the formation of asbestos-containing waste, consideration of European practices for handling such waste in the context of their application in Ukraine, and formulation of recommendations that take into account the specifics of wartime and its consequences, including the creation of a system for monitoring the impact of waste on public health and the environment.

**Conclusions.** As a result of military operations in Ukraine, a significant amount of demolition waste was generated, among which asbestos-containing materials pose a particular threat due to the carcinogenic properties of the released fibers. Safe

*management of such waste requires an integrated approach, including detection, sorting, transportation, processing and disposal. European experience in managing asbestos-containing waste can be integrated into Ukrainian realities, provided that the necessary infrastructure is created and the legislative framework is improved. The proposed measures will help minimize environmental risks and ensure the safety of the population, as well as accelerate the restoration of destroyed territories.*

**Key words:** military operations, demolition waste, asbestos-containing waste, asbestos waste management, environmental pollution.

**Актуальність проблеми.** Проблема управління відходами руйнацій, які містять азбест, є надзвичайно важливою через загрозу, яку вони становлять для здоров'я населення та екосистем. Азбест, відомий своїми канцерогенними властивостями, він поширений у будівельних матеріалах, що використовувалися в Україні протягом десятиліть. Військові дії призвели до значного збільшення кількості відходів руйнацій, які вимагають спеціалізованих підходів до сортування, транспортування, утилізації та захоронення. Через важливість відновлення постраждалих регіонів України, впровадження системи управління небезпечними відходами набуває критичного значення. Вивчення міжнародного досвіду та адаптація європейських практик є важливим етапом для забезпечення екологічної безпеки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Темі поводження з азбестом, його впливу на здоров'я людей та довкілля присвячено велику кількість наукових робіт. Можна виділити дослідження таких закордонних та вітчизняних вчених: Берман, 2008; Бернштейн, 2006; Бернштейн, 2014; Нагорнюк, 2022; Перетяка, 2023; Собчик, 2022; Тарасов, 2018; Шуміло, 2012.

**Мета дослідження.** Метою цього дослідження є аналіз впливу азбестовмісних відходів руйнацій на здоров'я населення та навколишнє середовище, а також розробка рекомендацій щодо впровадження безпечних та ефективних методів управління цими відходами в Україні. Це включає впровадження європейських стандартів виявлення, сортування, транспортування та захоронення небезпечних матеріалів, а також створення законодавчої та технічної бази для управління такими відходами.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Війна є одним із наймасштабніших руйнівних факторів для інфраструктури, довкілля та людства. У зонах бойових дій утворюються величезні обсяги відходів різного характеру, що вимагають особливого підходу до їх класифікації, управління та утилізації, адже відходи від руйнувань це не лише залишки

будівель і споруд, а й небезпечні матеріали, органічні речовини, побутове сміття, залишки техніки та інших матеріалів. Такі відходи містять небезпечні речовини, які при потрапленні у ґрунт, воду та повітря можуть спричинити не тільки забруднення навколишнього середовища, а викликати захворювання серед населення.

За даними Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури, внаслідок повномасштабного вторгнення росії в Україні накопичилося близько 600 тисяч тонн будівельного сміття. Такий масштаб відходів є безпрецедентним у світовій практиці (Трегуб, 2024).

Варто зауважити, що за період 2005–2015 років в Україні підприємствами, що виготовляли азбестоцементну продукцію було вироблено близько 5000 млн умовних плит, вони широко використовувалися для потреб різних інфраструктур держави.

Як зазначають фахівці, щорічні обсяги українського ринку покрівельних матеріалів у різні роки варіювалися від 80 до 95 млн м<sup>2</sup>, азбестоцементний шифер займає частку в межах 70–75 % у загальній структурі цього ринку. При цьому, ще донедавна, близько 90–95 % шиферу виготовлялося в Україні, а приблизно 75 % дахів у країні покриті саме цим матеріалом. Загальна площа дахів, вкритих азбестоцементним шифером, становить близько 788,3 млн м<sup>2</sup>, зокрема в житлових будинках азбестоцементний шифер використовується для дахів і стін будівель, а це 587,7 млн м<sup>2</sup>. В громадському секторі – 40,9 млн м<sup>2</sup>, так за даними Державної служби статистики України, у сільській місцевості на початок 2014 року площа приміщень дошкільних закладів становила 4,32 млн м<sup>2</sup>, а загальноосвітніх шкіл – 22,57 млн м<sup>2</sup> (загальна площа – 26,9 млн м<sup>2</sup>). В сільськогосподарських виробничих приміщеннях частка азбестоцементного шиферу становить 159,7 млн м<sup>2</sup> (Тарасов, 2018).

За інформацією Звіту Київської школи економіки про збитки від руйнувань опублікованого у квітні 2024 року, з початком повномасштабного вторгнення, бойові дії тривали в межах 10 областей (КШЕ, 2024).

Найбільш постраждалими є області України, в яких безпосередньо велись бойові дії: Донецька, Харківська, Луганська, Миколаївська, Запорізька, Київська та Чернігівська області. Серед міст, які постраждали під час війни найбільше: Мар'їнка, Маріуполь, Ірпінь, Харків, Чернігів, Северодонецьк, Лисичанськ, Вугледар, Суми, Рубіжне, Ізюм, Миколаїв, Бахмут, Волноваха (КШЕ, 2024).

Станом на кінець 2023 року, за даними обласних військових адміністрацій, в Україні зафіксовано близько 250 тисяч пошкоджених або зруйнованих об'єктів житлового фонду. З них 222,6 тисячі становлять приватні будинки, 27 тисяч – багатоквартирні будівлі, а 530 – гуртожитки (рис. 1).

З початку війни було пошкоджено або зруйновано щонайменше 1284 медичні заклади, понад 380 об'єктів освітньої інфраструктури, включаючи школи, дитячі садки та заклади профтехосвіти, а також 160 об'єктів соціального захисту, серед яких санаторії, інтернати й притулки. У культурній сфері зазнали руйнувань 348 релігійних об'єктів, 771 будинок культури, 83 музеї, 157 готелів і ресторанів, а також 8 стадіонів. У промисловому секторі пошкоджено понад 426 великих і середніх підприємств, зокрема

металургійні гіганти «Азовсталь» і ММК ім. Ілліча. Також постраждало понад 2,9 тисячі торговельних об'єктів, серед яких магазини, аптеки й автозаправні станції. Реальна кількість руйнувань може бути більшою через брак даних із тимчасово окупованих територій.

Станом на листопад 2024 року бойові дії тривають в Харківській, Луганській, Донецькій, Херсонській та Запорізькій областях, а ворог продовжує завдавати масованих ракетних ударів по всіх містах та селах України, спричиняючи утворення все більшої кількості відходів від руйнувань. Через це, остаточну оцінку обсягів утворення відходів від руйнацій можна буде визначити лише після завершення бойових дій на території України, і відповідно відслідкувати скільки ж там азбестовмісних відходів.

Відходи від руйнувань за своїм вмістом значно відрізняються від відходів будівництва або зносу, адже характерною рисою для такої групи відходів є гетерогенність (різноманітність складу). Гетерогенність відходів руйнації означає, що ці відходи містять матеріали різного типу, які часто змішані між собою (Нонік, 2023). Військові дії та руйнування інфраструктури створюють умови, за яких у відходах одночасно присутні:

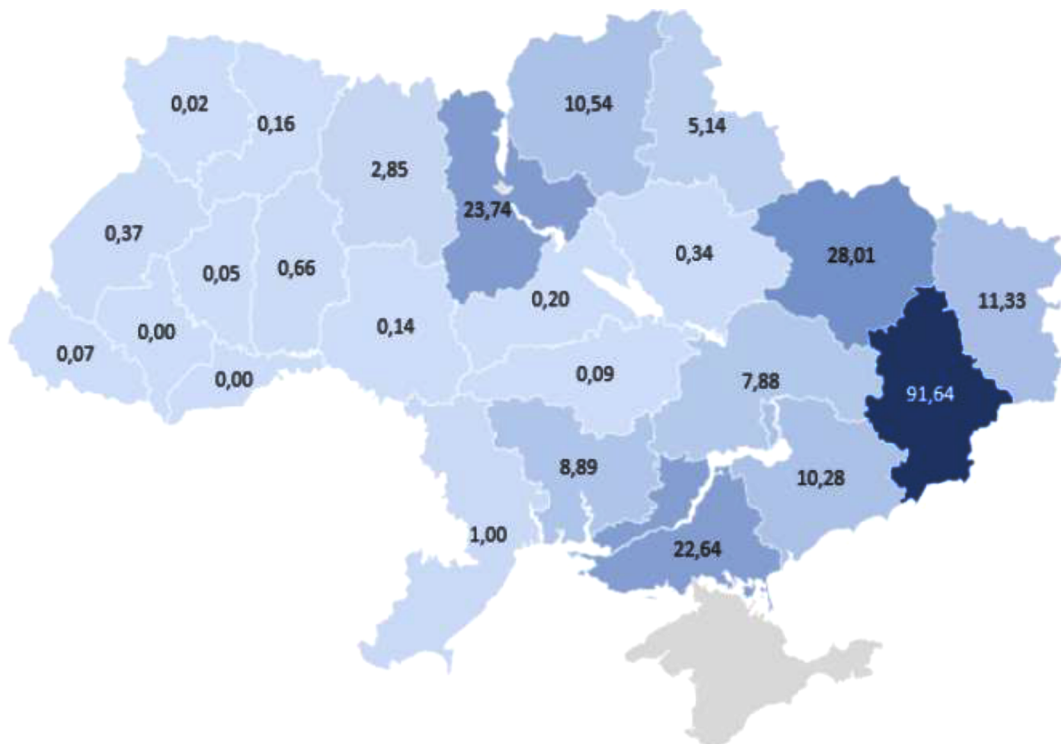


Рис. 1. Регіональний розподіл кількості зруйнованих або пошкоджених об'єктів житлового фонду (за матеріали Звіту КШЕ, 2024)

– будівельні матеріали: бетон, цегла, деревина, метал, скло, пластик.

– відходи: залишки меблів, текстилю, паперу, пластику, які були в будівлях.

– промислові відходи: хімічні речовини, залишки виробничих ліній або обладнання.

– небезпечні матеріали: азбест, фарби, лакофарбові покриття, вибухонебезпечні речовини, залишки боєприпасів.

Основними компонентами є частини будівельних конструкцій, заповнень дверних та віконних блоків, інженерних мереж, санітарно-технічних приладів тощо. Супутні компоненти складаються з матеріалів, предметів, які були всередині або поряд з об'єктом у момент пошкодження (руйнування) або виконання робіт з його демонтажу, зокрема устаткування, особистих речей, предметів вжитку (меблів, побутової техніки), органічних речовин (Пацева, 2023).

Наразі в Україні немає практики повної переробки будівельних відходів, або відходів від руйнувань, показник ресайклінгу становить лише 6% від загальної кількості. Проте, у післявоєнній відбудові України ці відходи можуть розглядатися як можливий майбутній ресурс для будівельної галузі (Гірак, 2024).

У більшості країн світу близько 50 % будівельних відходів переробляється та використовується у виробництві будівельних матеріалів. Наприклад, у Нідерландах цей показник досягає 90 %, у Данії – 81 %, у Великобританії – 45 %, а у Фінляндії – 43 %. Експерти вважають, що Україні варто врахувати цей досвід і застосувати перероблені будівельні матеріали для відновлення дорожньої інфраструктури, цивільного будівництва та інших потреб (Гірак, 2024).

Проблемою повторного використання відходів від руйнувань є їх неоднорідність складу. Це ускладнює процеси сортування та обробки, оскільки є потреба у різних підходах до переробки кожного типу матеріалів. Також, можливе змішування небезпечних компонентів із придатними для повторного використання матеріалами, відсутність належного сортування може збільшити екологічні ризики.

Відходи від руйнувань часто містять компоненти, які становлять загрозу для здоров'я населення і навколишнього середовища. Небезпечні матеріали потребують спеціального поводження, включаючи сортування, утилізацію або знешкодження. Їх присутність значно

ускладнює загальну обробку відходів руйнації (Костенко, 2024).

У Міністерстві захисту довкілля та природних ресурсів наголошують, що відходи руйнувань становлять серйозну екологічну загрозу як для природи, так і для здоров'я людей. Особливу небезпеку серед них становлять матеріали, що містять азбест – одне з найсерйозніших викликів, з яким нині стикається Україна (Костенко, 2024).

Азбест – це природний мінерал, що зустрічається у гірських породах по всьому світу. Його зовнішній вигляд варіюється залежно від геологічного походження та призначення, проте під мікроскопом азбест характеризується жорсткими голкоподібними волокнами. Ці волокна відрізняються високою міцністю, стійкістю до вогню, хімічною інертністю і несприйнятливістю до дії мікроорганізмів. Хризотил (білий азбест), амозит (коричневий азбест), крокидоліт (синій азбест), антофіліт, актиноліт і тремоліт – всі вони однаково небезпечні. Азбест широко використовується як будівельний матеріал завдяки високій міцності на розрив, гнучкості, вогнестійкості, довговічності, хімічній, теплової та акустичній ізоляції (Гончаренко, 2023).

Особливості екологічного ризику використання азбесту полягають у тому, що він не розкладається під дією природних факторів, таких як сонячне світло, кисень чи волога, мікроскопічні волокна настільки легкі, що їх може переносити вітер на значні відстані, поширюючи забруднення. Ще одним екологічним ризиком є те, що азбест не засвоюється природними екосистемами, що робить його накопичення прогресивним із часом (Тарасов, 2018).

Дослідження амфіболового азбесту показали, що його вплив на здоров'я людини є надзвичайно небезпечним. Амфіболи містять залізо і кальцій, що надає їхнім волокнам твердої голчастої форми. При потраплянні в легень ці волокна пошкоджують клітини, спричиняючи серйозні захворювання. Волокна горнбленда, одного з типів амфіболів, стійкі до розчинення в кислому середовищі. Цей матеріал широко використовувався у будівництві та промисловості Західної Європи, що призвело до значного поширення фіброзу легень, і вчені розпочали вивчення впливу амфіболів на організм людини.

На противагу цьому, хризотилітовий азбест вважається безпечнішим. Його волокна, що складаються з магнію та кальцію, мають м'яку,

шовковисту текстуру, подібну до бавовни. Вони легко розчиняються в кислому середовищі й виводяться з організму, не завдаючи шкоди. Завдяки цій властивості хризотилевий азбест довгий час використовувався у багатьох галузях промисловості без суттєвих застережень. Однак, попри доведену відносну безпеку хризотилового азбесту, всі типи азбесту, включаючи хризотил, залишаються у списку канцерогенів, затвердженому Всесвітньою організацією охорони здоров'я (Гончаренко, 2023).

Термін «канцероген» походить від латинського «сапсег», що означає «рак», і використовується для позначення речовин або продуктів, які порушують структуру ДНК, сприяючи розвитку та розмноженню злоякісних клітин. Азбестові волокна стають менш небезпечними, коли вони закріплені іншими матеріалами, наприклад цементом або клеєм. Однак порушення цілісності таких матеріалів, наприклад, при їх різанні, проколюванні, подрібненні чи іншому пошкодженні, може призвести до вивільнення азбестових волокон у повітря чи воду. Ці частинки можуть бути настільки дрібними, що їхній розмір становить лише 1/700 товщини людської волосини. Вдихання азбесту може спричинити низку захворювань, пов'язаних із його впливом, таких як мезотеліома плеври, очеревини та перикарду, рак легень, бронхогенний рак, рак гортані, рак яєчників, а також азбестоз – захворювання, що викликає фіброз у легенях. У більшості випадків ці захворювання є смертельними, і найчастіше вони виникають через накопичення азбестових волокон у легенях (Berman, 2008; Bernstein, 2006; Bernstein, 2014).

Завдяки своїм вогнестійким властивостям та міцності, азбест використовувався ще з 2500 року до нашої ери як компонент предметів домашнього вжитку. З початком промислової революції цей мінерал набув широкого застосування у будівництві, виробництві складних технічних пристроїв та у засобах протипожежного захисту, ставши незамінним матеріалом у багатьох галузях. Масштабний видобуток азбесту розпочався наприкінці XIX століття і швидко набув глобального поширення. До 1975 року 85 країн активно видобували та застосовували азбест у різних галузях, таких як будівництво, виробництво побутових приладів та в промислових процесах. Цей вогнестійкий мінерал використовували для виготовлення теплоізоляційних матеріалів, труб,

шиферу, протигазів і гальмівних колодок. До кінця XX століття азбест навіть застосовували для виробництва водопровідних труб.

Однак, токсичність азбесту була відома ще з давніх часів, і з часом ці ризики ставали все більш очевидними. У 1899 році англійський лікар задокументував перший підтверджений випадок смерті, спричиненої цим матеріалом. Пізніше було встановлено, що працівники, які контактували з азбестом, часто страждали на рак легень.

Починаючи з 1980-х років, через небезпечний вплив на довкілля та здоров'я людей, багато країн почали обмежувати використання та торгівлю азбестом, а згодом взагалі відмовилися від нього (табл. 1). У 2000 році азбест був заборонений у 35 країнах, а до 2013 року часткову або повну заборону на його використання ввели вже у 67 країнах. Повну заборону на всі види азбесту запровадили Австралія, Японія, Ізраїль, Туреччина, США, Південна Корея та інші держави. Як показала практика, обійтися без азбесту цілком можливо, адже існує безліч альтернативних матеріалів, які не поступаються йому за міцністю та іншими характеристиками, але не несуть загрози для здоров'я. Наприклад, металочерепиця може повністю замінити вироби з азбесту.

Кожна країна розробила власну стратегію вирішення проблеми, пов'язаної з використанням азбесту (Перетяка, 2023):

- першою у Європі від використання азбесту відмовилася Данія у 1972 році;
- в Австралії видобування азбесту припинилося у 1983 році, а з 2004 року діє повна заборона на його використання;
- Японія повністю заборонила використання цього матеріалу у 2002 році, а ввезення продукції з вмістом азбесту понад 0,1% заборонено;
- у Сполучених Штатах Америки уряд не впроваджував повної заборони, однак у 2002 році припинив видобування азбесту, а його використання в промисловості було суттєво обмежено;
- країни Європейського Союзу запровадили повну заборону на використання азбесту та виробів із нього, яка набрала чинності 1 січня 2005 року;
- Бразилія у 2017 році оголосила про повну заборону азбесту;
- Канада у 2018 році ухвалила Положення про заборону азбесту та продуктів, що його містять, однак у деяких сферах його використання дозволено до 2029 року;

## Основні механізми впливу азбесту на довкілля

| Механізм впливу         | Характеристика  |
|-------------------------|---|
| Забруднення повітря     | Азбестові волокна легко розносяться повітряними потоками, особливо під час демонтажу старих конструкцій або спалювання матеріалів, що містять азбест, волокна залишаються в атмосфері тривалий час, потрапляючи в легені людей і тварин |
| Забруднення ґрунту      | Азбестовмісні відходи потрапляють на сміттєзвалища або несанкціоновані полігони, де з часом розпорошуються, волокна проникають у ґрунт, знижують його родючість і створюють ризики для рослинного покриву                               |
| Забруднення води        | Азбестові частинки вимиваються дощовими водами з відходів або ґрунту, потрапляючи у водойми та підземні водоносні шари, це небезпечно як для людей, так і для водних екосистем  |
| Біологічний вплив       | Хімічна стійкість азбесту забезпечує його довговічність у природі, де він накопичується в екосистемах, впливаючи на живі організми  |
| Вплив на флору та фауну | Азбест осідає на листі й коренях рослин, блокуючи поглинання води та поживних речовин, тварини в зонах забруднення страждають від респіраторних проблем, зниження репродуктивної здатності й підвищеної смертності                      |

– у Південно-Африканській Республіці діє абсолютна заборона на видобування азбесту.

В Україні застосування азбесту в будівництві остаточно заборонили у вересні 2022 року після ухвалення відповідного рішення Верховною Радою, проте держава пройшла складний шлях адаптації до європейського законодавства перш ніж ухвалити таке рішення (Перетяка, 2023):

– 10–12 березня 2010 року на V Конференції міністрів з питань охорони здоров'я та довкілля Україна підписала Пармську декларацію, взявши на себе зобов'язання розробити національний план дій для ліквідації захворювань, пов'язаних з азбестом, до 2015 року;

– 2 липня 2012 року головний державний санітарний лікар України видав Постанову №16, яка встановлює гранично допустимі концентрації (ГДК) волокон хризотилового азбесту у повітрі робочої зони на рівні 1 волокно/см<sup>3</sup>. Водночас, європейський норматив є значно жорсткішим – 0,1 волокно/см<sup>3</sup>;

– 1 жовтня 2012 року наказом Міністерства охорони здоров'я №762 були затверджені державні санітарні норми та правила, спрямовані на забезпечення безпеки працівників, які зазнають впливу азбесту та азбестовмісних матеріалів;

– 29 березня 2017 року наказ МОЗ України №339 заборонило виробництво та використання всіх видів азбесту під час будівельно-монтажних робіт, а також встановило відповідні санітарні норми для захисту працівників;

– 6 вересня 2022 року Верховна Рада ухвалила законопроект № 4142 «Про систему громадського здоров'я», який у статті 28 передбачає повну заборону виробництва та використання

азбесту незалежно від його типу, а також виробів і матеріалів, що його містять.

– 27 вересня 2022 р Постанова № 1073 «Про затвердження Порядку поводження з відходами, що утворилися у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель і споруд внаслідок воєнних дій, терористичних актів, диверсій або проведення робіт з ліквідації їх наслідків, та внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України» визначає правила, яких слід дотримуватися при змішуванні будівельних відходів з азбестовмісними матеріалами;

– 5 червня 2023 року Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 1013 «Про затвердження Державних санітарних норм і правил «Про безпеку та захист працівників від шкідливого впливу азбесту та матеріалів і виробів, що містять азбест» доповнює заборону на використання азбесту та надає рекомендації для зменшення ризиків, пов'язаних із шкідливим впливом азбесту на здоров'я працівників у всіх сферах діяльності, де є можливість впливу азбестового пилу з матеріалів або виробів, що містять азбест.

Важливо також те, що Україна нині перебуває в процесі імплементації 305-го європейського регламенту, що стосується вимог до якості та безпеки будматеріалів (Бойко, 2023).

Проте, на даний момент в Україні ні місцеві державні структури, ні більшість будівельних компаній не усвідомлюють достатньо, що азбест є небезпечним і канцерогенним матеріалом, який потребує спеціальних заходів для зменшення його впливу на навколишнє середовище та оточуючих. У багатьох випадках екологічні відділи місцевих та державних органів влади не здійснюють жодного контролю за

роботами з видалення азбесту Так, понад 70 % дахів житлових і громадських будівель усе ще вкриті азбестоцементними плитами, до складу яких входить 10–15 % хризотилового азбесту. Азбестовмісні матеріали також широко застосовувалися в будівельній галузі та промисловості для протипожежного захисту, теплоізоляції та звукоізоляції (Собчик, 2022).

Українське законодавство у сфері управління відходами поступово модернізується. Зокрема, впроваджено новий Національний перелік, що охоплює 20 груп та 895 видів відходів. Його класифікація та термінологія узгоджені з вимогами ЄС. Відмінністю українського класифікатора є наявність категорії «Відходи, що утворилися через пошкодження або руйнування будівель та споруд унаслідок бойових дій, терористичних актів чи ліквідації їх наслідків». Серед таких відходів є й азбестовмісні, що вимагають особливих підходів до демонтажу та захоронення для мінімізації шкоди здоров'ю людей і довкіллю.

В Україні азбестовмісні відходи наразі захоплюють на полігонах разом із побутовими, де вони пересипаються шаром ґрунту для запобігання поширенню дрібних часток. Водночас, відповідно до європейських стандартів, такі відходи потребують окремої процедури захоронення, зокрема створення спеціалізованих полігонів чи виділених ділянок, а транспортування має здійснюватися виключно у запакованому вигляді (Гірак, 2024).

У разі планового демонтажу або знесення будівель у країнах ЄС діють чіткі правила: спочатку проводиться оцінка наявності азбестовмісних матеріалів і виробів, а також визначається їхня кількість. Після цього такі матеріали проходять спеціальні процедури демонтажу, транспортування та утилізації. Європа впроваджувала ці практики протягом десятиліть, тоді як Україна змушена вирішувати це питання у значно стислі терміни та в умовах воєнного часу.

Тому управління азбестовмісними відходами, особливо в умовах масштабних руйнувань, вимагає впровадження європейських практик. Серед них: скринінг і оцінка ризиків, лабораторні аналізи, розробка планів поводження з азбестом, виконання ліквідаційних робіт, транспортування, захоронення та моніторинг. Необхідно створити систему оцінювання ризиків, визначити специфікації обладнання,

стандарти транспортування та захоронення, а також забезпечити ефективний контроль і нагляд з боку відповідних органів.

Міністерство захисту довкілля спільно з міжнародними та національними експертами працює над розробкою правил управління азбестовмісними відходами. Ведеться робота над створенням карти розміщення таких відходів, планів поводження з ними, механізмів верифікації, транспортування, захоронення та моніторингу (Міндовкілля, 2024).

Для зменшення шкоди від відходів руйнацій, які містять азбест в умовах післявоєнного відновлення інфраструктури України, варто дотримуватися наступних кроків:

1. Впровадження програми моніторингу забруднених територій.

2. Ретельний аналіз будівельного сміття або відходів від руйнації на наявність в них азбестовмісних матеріалів.

3. Контроль за будівництвом і знесенням старих споруд.

4. Планування ретельної утилізації, адже азбестові відходи повинні транспортуватися та зберігатися у герметичних контейнерах на спеціалізованих полігонах, використання сучасних технологій захоронення допоможе уникнути забруднення ґрунту й води.

**Висновки.** Азбест є серйозною загрозою для здоров'я людини та довкілля, а відходи від руйнувань, що його містять, вимагають особливого підходу під час демонтажу та захоронення, щоб мінімізувати їхній негативний вплив на довкілля і здоров'я людей.

Для мінімізації впливу азбестовмісних відходів, які утворюються внаслідок руйнацій через військові дії, необхідно дотримуватись суворих стандартів управління та утилізації. Сучасні технології та політика в галузі охорони здоров'я й довкілля мають забезпечувати надійний контроль над небезпечними матеріалами, такими як азбест.

Україна повинна впровадити найкращі європейські практики, зокрема скринінг і оцінку ризиків, лабораторний аналіз, плани поводження з азбестом, а також заходи з ліквідації наслідків, верифікацію, транспортування та захоронення. Необхідно створити систему вимірювання та аналізу даних, розробити методології оцінки ризиків, визначити технічні характеристики обладнання для роботи з такими



відходами, встановити правила транспортування та утилізації азбестовмісних матеріалів, а також запровадити ефективні механізми контролю та моніторингу з боку державних органів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Berman D. W., Crump K. S. A meta-analysis of asbestos-related cancer risk that addresses fiber size and mineral type. *Critical Reviews in Toxicology*. 2008. Vol. 38, Suppl. 1. P. 49–73. DOI: 10.1080/10408440802273156.
2. Bernstein D.M. The health risk of chrysotile asbestos. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*. 2014. Vol. 20. №. 4. P. 366–370.
3. Bernstein D.M., Hoskins J.A. The health effects of chrysotile: current perspective based upon recent data. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2006. Vol. 45. №. 3. P. 252–264.
4. Азбест у будівельних відходах становить довготривалу небезпеку. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3794865-azbest-u-budivelnih-vidhodah-stanovit-dovgotrivalu-nebezpeku-predstavnica-evrokomisii.html> (дата звернення: 14.12.2024).
5. Бойко Ю. В Україні запускають лабораторії, в яких перевірятимуть будівельну продукцію на відповідність стандартам. URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/ukrayini-zapustyat-laboratoriyi-kih-pereviryatimut-1695129599.html> (дата звернення: 14.12.2024).
6. Гірак Г. Смертельно небезпечно: чому відходи з руйнації війни можуть спричинити рак. URL: <https://ua.korrespondent.net/articles/4669995-smertelno-nebezpechno-chomu-vidkhody-z-ruinatsii-viiny-mozhut-sprychynuty-rak> (дата звернення: 14.12.2024)
7. Гончаренко М. О., Татусь А. С., Радзіонов К. С., Синельников О. Д. Небезпека азбесту та вплив на організм людини. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/12492> (дата звернення: 14.12.2024).
8. Загальна сума збитків, завдана інфраструктурі України, зросла до майже \$155 млрд – оцінка KSE Institute станом на січень 2024 року. URL: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zagalna-suma-zbitkiv-zavdana-infrastrukturii-ukrayini-zroslo-do-mayzhe-155-mlrd-otsinka-kse-institute-stanom-na-sichen-2024-roku/> (дата звернення: 13.12.2024).
9. Костенко І. Від шиферу до штукатурок. Чим небезпечні азбестові відходи і як їх утилізувати під час війни. URL: <https://www.rbc.ua/rus/stylar/vid-shiferu-shtukaturok-chim-nebezpechni-1712232489.html> (дата звернення: 25.12.2024).
10. Нонік Л. Ю., Пацева І. Г., Пічкур Т. В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. *Екологічна безпека та технології захисту довкілля*. 2023. № 4. С. 40–47.
11. Пацева І., Нонік Л. Рециклінг відходів руйнації – крок до зменшення ризиків воєнного екоциду. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. № 3. С. 73–81. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-10>
12. Перетяка С. М. Небезпека азбесту після заборони його використання. *Modern engineering and innovative technologies*. 2023. № 25-02. С. 84–89. DOI: 10.30890/2567-5273.2023-25-02-049.
13. Подолання наслідків війни: Міндовкілля розробляє правила поведінки з азбестовмісними матеріалами у відходах руйнації. URL: <https://mepr.gov.ua/podolannya-naslidkiv-vijny-mindovkilliya-rozroblyaye-pravya-povodzhennya-z-azbestovmisnuyu-materialamy-u-vidhodah-rujnatsiyi/> (дата звернення: 13.12.2024).
14. Протокол управління азбестовмісними відходами та матеріалами для підрядників та партнерів ПІПООН. URL: [https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-08/UNDP-AsbestosWasteManagementProtocol-v5NovemberUA\\_v01.pdf](https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-08/UNDP-AsbestosWasteManagementProtocol-v5NovemberUA_v01.pdf) (дата звернення: 13.12.2024).
15. Собчик В., Нагорнюк О., Чепела М. Знешкодження азбестовмісних відходів. *Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування»*. 2022. Вип. 2. С. 3–7.
16. Тарасов В. Ю., Захарова О. І., Зубцов Є. І., Заїка Р. Г. Азбест. Стан проблеми в Україні. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Дала*. 2018. № 7 (248). С. 88–91.
17. Трегуб О. А. Поведінка з відходами від руйнувань, що утворюються внаслідок воєнних дій: проблеми правового забезпечення: за матеріалами наукового повідомлення на засіданні Президії НАН України 10 липня 2024 р. *Вісник Національної академії наук України*. 2024. №9. С. 73–79. DOI: <https://doi.org/10.15407/visn2024.09.073>.
18. Управління відходами, що містять азбест – переймаємо досвід Європи. URL: <https://ecolog-ua.com/news/upravlinnya-vidhodamy-shcho-mistyat-azbest-pereймаємо-dosvid-evropy> (дата звернення: 14.12.2024).
19. Шуміло О. М. Правове забезпечення охорони здоров'я та довкілля у виробництві та поводженні з азбестом. *Право і безпека*. 2012. № 2. С. 194–199.

#### REFERENCES:

1. Berman, D. W., & Crump, K. S. (2008). A meta-analysis of asbestos-related cancer risk that addresses fiber size and mineral type. *Critical Reviews in Toxicology*, 38(1), 49–73.
2. Bernstein, D. M. (2014). The health risk of chrysotile asbestos. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, 20(4), 366–370.
3. Bernstein, D. M., & Hoskins, J. A. (2006). The health effects of chrysotile: Current perspective based upon recent data. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 45(3), 252–264.

4. Azbest u budivelnykh vidkhodakh stanovyt dovhotryvalu nebezpeku. (2023). [Asbestos in construction waste is a long-term hazard]. *Ukrinform*. Retrieved from <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3794865-azbest-u-budivelnih-vidhodah-standovyt-dovgotryvalu-nebezpeku-predstavnica-evrokomisii.html> [in Ukrainian].
5. Boiko, Yu. (2023). V Ukraini zapustiat laboratorii, v yakykh pereviriatymut budivelnu produktsiiu na vidpovidnist standartam [Ukraine will launch laboratories that will check construction products for compliance with standards]. *RBC Ukraine*. Retrieved from <https://www.rbc.ua/rus/news/ukrayini-zapustyat-laboratoriyyi-kih-pereviriatymut-1695129599.html> [in Ukrainian].
6. Hirak, H. (2024). Smertelno nebezpechno: Chomu vidkhody z ruinatsii viiny mozhut sprychynyty rak [Deadly: Why waste from the destruction of war can cause cancer]. *Korrespondent.net*. Retrieved from <https://ua.korrespondent.net/articles/4669995-smertelno-nebezpechno-chomu-vidkhody-z-ruinatsii-viiny-mozhut-sprychynyty-rak> [in Ukrainian].
7. Honcharenko, M. O., Tatus, A. S., Radzionov, K. S., & Synelnikov, O. D. (2023). Nebezpeka azbestu ta vplyv na orhanizm liudyny [The danger of asbestos and its effect on the human body]. Retrieved from <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/12492/> [in Ukrainian].
8. Zahalna suma zbytkiv, zavdana infrastrukturi Ukrainy, zrosla do maizhe \$155 mlrd – otsinka KSE Institute stanom na sichen 2024 roku. (2024). [The total amount of damage caused to the infrastructure of Ukraine has increased to almost \$155 billion – KSE Institute estimate as of January 2024]. Retrieved from <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zagalna-suma-zbitkiv-zavdana-infrastrukturi-ukrayini-zrosla-do-mayzhe-155-mlrd-otsinka-kse-institute-standom-na-sichen-2024-roku> [in Ukrainian].
9. Kostenko, I. (2024). Vid shyferu do shtukaturek: Chym nebezpechni azbestovi vidkhody i yak yikh utylizuvaty pid chas viiny [From slate to plasters: What is the danger of asbestos waste and how to dispose of it during the war]. *RBC Ukraine*. Retrieved from <https://www.rbc.ua/rus/stylar/vid-shyferu-shtukaturek-chim-nebezpechni-1712232489.html> [in Ukrainian].
10. Nonik, L. Iu., Patseva, I. H., & Pichkur, T. V. (2023). Rozroblennia stratehii upravlinnia vidkhodamy ruinatsii v umovakh voiennoho stanu [Development of a strategy for the management of destruction waste in the conditions of martial law]. *Ekolohichna bezpeka ta tekhnologii zakhystu dovkillia – Environmental Safety and Environmental Protection Technologies*, 4, 40–47 [in Ukrainian].
11. Patseva, I., & Nonik, L. (2023). Retsyklinh vidkhodiv ruinatsii – krok do zmeshennia ryzykiv voiennoho ekotsydu [Recycling of destruction waste is a step towards reducing the risks of military ecocide]. *Problemy khimii ta staloho rozvytku – Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 3, 73–81 [in Ukrainian].
12. Peretiaka, S. M. (2023). Nebezpeka azbestu pislia zaborony yoho vykorystannia [The danger of asbestos after the ban on its use]. *Modern Engineering and Innovative Technologies*, 25(02), 84–89 [in Ukrainian].
13. Podolannia naslidkiv viiny: Mindovkillia rozrobliaie pravyla povodzhennia z azbestovmisnymy materialamy u vidkhodakh ruinatsii. (2024). [Overcoming the consequences of war: The Ministry of Environment is developing rules for handling asbestos-containing materials in demolition waste]. *Ministry of Environmental Protection of Ukraine*. Retrieved from <https://mepr.gov.ua/podolannya-naslidkiv-viiny-mindovkillia-rozroblyaye-pravyla-povodzhennia-z-azbestovmisnymy-materialamy-u-vidhodah-rujnatsiyyi> [in Ukrainian].
14. Protokol upravlinnia azbestovmisnymy vidkhodamy ta materialamy dlia pidriadykiv ta partneriv PROON. (2023). [Asbestos-containing waste and materials management protocol for UNDP contractors and partners]. Retrieved from [https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-08/UNDP-AsbestosWasteManagementProtocol-v5NovemberUA\\_v01.pdf](https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-08/UNDP-AsbestosWasteManagementProtocol-v5NovemberUA_v01.pdf) [in Ukrainian].
15. Sobchuk, V., Nahorniuk, O., & Chepiela, M. (2022). Zneshkodzhennia azbestovmisnykh vidkhodiv [Disposal of asbestos-containing waste]. *Naukovyi visnyk Vinnytskoi akademii bezperervnoi osvity. Seriya “Ekolohiia. Publichne upravlinnia ta administruvannia” – Scientific Bulletin of the Vinnytsia Academy of Continuing Education. The Series “Ecology. Public Management and Administration”*, 2, 3–7 [in Ukrainian].
16. Tarasov, V. Yu., Zakharova, O. I., Zubtsov, Ye. I., & Zaika, R. H. (2018). Azbest: Stan problemy v Ukraini [Asbestos: The state of the problem in Ukraine]. *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia – Bulletin of the Eastern Ukrainian National University Named After Volodymyr Dahl*, 7(248), 88–91 [in Ukrainian].
17. Trehub, O. A. (2024). Povodzhennia z vidkhodamy vid ruinuvan, shcho utvoriuiutsia vnaslidok voiennykh dii: Problemy pravovoho zabezpechennia [Handling of waste from the destruction caused by military actions: Problems of legal support]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy – Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 9, 73–79 [in Ukrainian].
18. Upravlinnia vidkhodamy, shcho mistiat azbest – pereimaemo dosvid Yevropy. (2024). [Management of waste containing asbestos – We adopt the experience of Europe]. *Ecolog-UA*. Retrieved from <https://ecolog-ua.com/news/upravlinnya-vidhodamy-shcho-mistyat-azbest-pereymayemo-dosvid-yevropy> [in Ukrainian].
19. Shumilo, O. M. (2012). Pravove zabezpechennia okhorony zdorovia ta dovkillia u vyrobnytstvi ta povodzhenni z azbestom [Legal protection of health and environment in the production and handling of asbestos]. *Pravo i bezpeka – Law and Security*, 2, 194–199. [in Ukrainian].