

УДК 504.062

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ВІД РУЙНУВАНЬ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

Т. А. Сафранов, В. Ю. Приходько, В. І. Михайленко

Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна,
safranov@ukr.net, vks26@ua.fm, vladislav.mykhailenko@gmail.com

Обсяг утворення відходів від руйнування під час війни складає 10-12 млн т/рік, що можна порівняти з обсягами щорічного утворення твердих побутових відходів в Україні. Це зумовило формування стихійних звалищ та ускладнило існуючу проблему управління та поводження з відходами виробництва та споживання, а також будівництва та зносу. В зв'язку з цим питання управління та поводження з відходами від руйнування є актуальною екологічною та соціально-економічною проблемою. Метою роботи є оцінка особливостей управління та поводження з відходами від руйнування в регіонах України. Відходи будівництва та зносу утворюються при будівництві нових будівель і споруд громадського будівництва, а також при ремонті або знесенні існуючих будівель та споруд; вони включають споруди загального користування. Вважається, що до початку війни щорічно утворювалося майже 7 млн т/рік відходів будівництва та зносу, більше 50% з яких вивозилися на звалища твердих побутових відходів спеціалізованих полігонів для їх захоронення в регіонах України практично не було, а тому ці відходи вивозили на полігони твердих побутових відходів або стихійні звалища, незважаючи на їх ресурсоцінний потенціал. Деякі складові відходів будівництва та зносу є токсичними. Відходи від руйнувань – це частини (уламки) пошкоджених (зруйнованих) об'єктів, а також матеріали, предмети, які були всередині або поряд з такими об'єктами у момент пошкодження (руйнування) та/або виконання робіт з демонтажу, та які повністю або частково втратили свої споживчі властивості та не можуть у подальшому використовуватись за місцем їх утворення чи виявлення. Відходи від руйнувань забруднюють довкілля, а тому одним з напрямів зменшення екологічних ризиків є розробка ефективної системи управління та поводження з цими відходами, що дозволить зупинити процеси хаотизації під час проведення демонтажних робіт. Відходи від руйнувань відрізняються від будівництва та зносу наявністю супутніх небезпечних компонентів, що ускладняє створення системи поводження з ними. Основні компоненти відходів від руйнувань доцільно використовувати як вторинну сировину у будівництві, виробництві будівельних виробів та у інших цілях. При наявності відповідних фізико-географічних, інженерно-геологічних, гідрогеологічних, технічних та соціально-економічних умов доцільно створення місць тимчасового зберігання відходів від руйнувань з наступним використанням їх як вторинної сировини у післявоєнний період для цивільної, промислової та транспортної інфраструктури регіонів України.

Ключові слова: відходи від руйнувань; поводження з відходами; повторне використання; повоєнне відновлення.

1 ВСТУП

Після підписання Угоди про асоціацію між ЄС та Україною у 2014 році наша держава активізувала свої зусилля щодо вирішення екологічних проблем та розпочала екологізацію галузей економіки, але з початком російського вторгнення 24 лютого 2022 року цей процес зупинився. Одними із негативних наслідків війни стало істотне погіршення стану навколишнього середовища та умов проживання населення. В результаті війни було зруйновано або пошкоджено значну кількість об'єктів

цивільної, промислової та транспортної інфраструктури. Велика кількість цих об'єктів не підлягає відновленню та має бути демонтована, а відходи, що утворилися, мають бути вивезені у безпечні місця для подальшої утилізації. Відтак, українські землі почали стрімко заповнюватися відходами від руйнувань.

На сьогодні важливо оцінити загальний обсяг утворення таких відходів, тим паче, що майже щодня утворюються додаткові обсяги відходів від руйнувань, більшість з яких залишаються на

територіях проведення активних бойових дій. За деякими оцінками, обсяг утворення відходів від руйнувань під час війни складає 10-12 млн т/рік, що можна порівняти з обсягами щорічного утворення твердих побутових відходів (ТПВ) в Україні. Так, за перший рік війни утворилося понад 12 млн т відходів від руйнувань, що зумовило формування стихійних звалищ та ускладнило існуючу проблему управління та поводження з відходами виробництва та споживання.

В зв'язку з цим розробка принципів і механізмів управління та поводження з відходами від руйнувань є актуальною екологічною та соціально-економічною задачею.

Метою роботи є оцінка особливостей управління та поводження з відходами від руйнувань в регіонах України.

Варто зазначити, що військові відходи, як і відходи виробництва та споживання, утворюються і в мирний час. Джошуа О. Рино [1] зазначає, що різноманітні військові відходи утворюються у місцях, далеких від полів битви, але максимальні їх обсяги характерні для зон бойових дій – це нерозірвані снаряди та уламки від них, згорілий транспорт та військова техніка, використані одноразові системи NLAW (протитанкового комплексу), акумулятори та інші відходи. Сюди також можна додати відходи укріплень, складів, тимчасових місць проживання військових тощо. Усі ці військові відходи залишаються на урбанізованих територіях та за їх межами і забруднюють всі складові довкілля окремих регіонів України.

Але й в регіонах, де не велися активні бойові дії, утворилися відходи від руйнувань, що посилює існуючу проблему поводження з відходами будівництва та зносу – відходами споруд, будівель, землі, щебню, сталі, бетону, деревини та змішаних матеріалів, що виникли в результаті різних видів діяльності на будівельних майданчиках, включаючи земляні роботи, будівництво, розчищення територій, роботи по знесенню, дорожні роботи, реновацію і реставрацію споруд [2, 3].

З початком війни в Україні з'являється нова категорія відходів – відходи від руйнувань. Найближчими до них є відходи будівництва та зносу. Закон України «Про управління відходами» визначає відходи будівництва та зносу (знесення) як такі, що утворилися внаслідок діяльності з капітального ремонту, будівництва або знесення будівель і споруд. Такі відходи не відносяться до складу побутових відходів [4]. За визначенням А.А. Шуваєва і

О.С. Белоусової [5], відходи будівництва та зносу – це будь-які речовини, матеріали і предмети, природні ресурси, що утворилися в результаті будівництва та зносу, реконструкції, реставрації, ремонту приміщень та споруд, виробництві будівельних матеріалів, а також товарів (продукції) для будівельної галузі, які повністю або частково втратили свої первісні споживчі властивості, є вторинною сировиною для будівельної галузі (і не тільки) і підлягають обов'язковій утилізації з метою повного/або часткового (в залежності від технології переробки та частки корисних складових) повернення у господарський обіг. Це визначення підкреслює, що поняття «відходи будівництва та зносу» і «вторинна сировина» є тотожними, і передбачають, що всі відходи будівництва та зносу мають потенціал (хоча і різний) бути поверненими до повторного господарського обігу. Про це йде мова в Законі України «Про управління відходами» – відходи будівництва та знесення, що не є небезпечними, підлягають підготовці до повторного використання, рециклінгу, іншому матеріальному відновленню, включаючи зворотне заповнення [4].

Існує чимало прикладів вторинного використання відходів будівництва і знесення та окремих їх складових у якості домішок при виготовленні цегли [6] та практичного досвіду використання даного типу відходів у якості наповнювачів для бетонних сумішей [7, 8]. Також дані відходи є перспективним варіантом використання у якості недорогого адсорбенту для очищення води. Зокрема, у роботі [9] доведено, що реактори із фіксованим шаром, заповнені відходами знесення, ефективні для очищення промислових стоків.

Відходи будівництва та знесення утворюються при будівництві нових будівель і споруд громадського будівництва, а також при ремонті або знесенні існуючих будівель та споруд (включаючи роботи з розбирання); вони включають споруди загального користування (дороги, мости, пірси, гідротехнічні споруди тощо). Відходи будівництва та зносу часто містять громіздкі і важкі матеріали (бетон, лісоматеріали, асфальт від дорожніх та покрівельних покриттів, гіпсокартон, метали, цеглини, скло, пластик, двері, вікна, сантехніка та інші компоненти будівлі, дерева, пні, ґрунти та каміння під час розчищення будівельного майданчика тощо).

Вважається, що до початку війни щорічно утворювалося майже 7 млн т/рік відходів будівництва та зносу, більше 50% з яких

вивозилися на звалища ТПВ. В регіонах України не було спеціалізованих полігонів для їх захоронення (за виключенням полігону в Києві та майданчику в Харкові), а тому ці відходи вивозили на полігони ТПВ або стихійні звалища, незважаючи на їх ресурсний потенціал. Відходи будівництва та знесення є також джерелом засмічення і забруднення довкілля. Так, деякі складові відходів будівництва та зносу є токсичними (медичні відходи, будівельне сміття з вмістом азбесту і важких металів, фенолів, смол, нафтопродуктів та ін.) [2], а тому можуть забруднювати навколишнє природне середовище.

З початком військових дій на території України проблема таких відходів набула особливої актуальності, яка посилюється відсутністю об'єктів поводження з такими відходами. Але вона буде актуальною і у післявоєнний період відновлення інфраструктури регіонів України. Якби у мирний час були побудовані полігони для відходів будівництва та зносу, то ця проблема не набула особливої гостроти. Аналогічний досвід негативних наслідків неефективної системи управління та поводження з відходами в контексті відходів війни описано у роботі [6], де описується негативний досвід Лівану; зазначається, що через відсутність ефективної системи поводження з відходами знижувалась ефективність використання їх основних ресурсоцінних складових, а відходи війни спрямовувалися на існуючі полігони ТПВ, що призводило до їх швидкого переповнення та провокувало утворення нових тимчасових звалищ. Негативні наслідки спалювання відходів на головному звалищі Лівану проявилися у тому, що концентрація діоксинів – найтоксичніших забруднюючих речовин, які утворюються в високотемпературних процесах [7] – зросла у 416 разів [8]. Це доводить актуальність питання з розробки ефективної системи управління та поводження з відходами в Україні, зокрема, з урахуванням масштабів та специфіки утворення відходів руйнувань.

Питання правового регулювання та правового забезпечення поводження із відходами, що утворюються внаслідок війни, перебуває на початковому етапі вирішення. Як зазначалося, рамковим законом «Про управління відходами» такі відходи винесені в окрему категорію. Починає формуватися спеціальне законодавство підзаконного характеру у цій сфері. Оновлене законодавство про управління відходами запроваджує розширення переліку інформації

про відходи, що повинна оприлюднюватись у формі відкритих даних. Удосконалена та закріплена на законодавчому рівні термінологія в частині визначення відходів воєнних дій або терактів. Ця інформація не може бути обмеженою, навіть у умовах воєнного стану [9].

Варто зазначити, що розгляд відходів від руйнувань як відходів війни є методологічно складним. В роботі Джошуа О. Рино [1], який описує підхід до вивчення відходів війни в Америці, «відходи війни» більше розглядаються як ті відходи, які утворюються на етапі підготовки до бойових дій, а не ті, які утворилися в наслідок їх проведення. В свою чергу, Програмою ООН з навколишнього середовища (UNEP) розроблено низку звітів по оцінці наслідків війни для довкілля в країнах, які зазнали бойових дій, проте у жодній з них не розглядається питання відходів війни як окреме – лише у контексті загального управління та поводження з відходами [10, 11, 12]. Одна з небагатьох робіт, в якій відходи війни розглядаються як окрема категорія, є робота [13], яка включає у «пост-воєнні відходи» 3 основні категорії: уламки від руйнування, розлив нафти та боеприпаси, що не вибухнули. У всіх інших дослідженнях застосовується термін «*demolition waste*», що може перекладатися як «відходи знесення» або «будівельне сміття після демонтажу» і використовується для опису відходів, що утворюються в результаті знесення будівель та споруд [14, 15].

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вихідними даними дослідження є опублікована інформація щодо утворення та особливостей відходів від руйнувань в регіонах України, а також результати власних досліджень. Методологія дослідження пов'язана з обробкою, аналізом та узагальненням даних, синтезом та інтерпретацією отриманої інформації в розрізі відходів від руйнувань.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відповідно до «Порядку виконання робіт з демонтажу об'єктів, пошкоджених (зруйнованих) внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів» [16] та «Порядку поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок

бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків» [17], відходи від руйнувань – це частини (уламки) пошкоджених (зруйнованих) об'єктів, а також матеріали, предмети, які були всередині або поряд з такими об'єктами у момент пошкодження (руйнування) та/або виконання робіт з демонтажу та які повністю або частково втратили свої споживчі властивості та не можуть у подальшому використовуватись за місцем їх утворення чи виявлення. У свою чергу поводження з ними – це комплекс організаційно-технічних заходів та робіт (операцій), що здійснюються з метою забезпечення екологічно безпечного збирання, перевезення, сортування, зберігання, оброблення (перероблення), утилізації, видалення, знешкодження і захоронення таких відходів.

Організація операцій поводження з відходами від руйнувань може забезпечуватись на територіях, на яких відсутні або завершені активні фази бойових дій: 1) власником об'єкта, в результаті пошкодження (руйнування) якого утворилися такі відходи, або власником чи користувачем земельної ділянки, в межах якої такі відходи розміщені 2) уповноваженим органом щодо відходів від руйнувань, що розміщені на вулицях і дорогах населених пунктів, дорогах загального користування, місцях загального користування, зокрема на територіях парків, площ, майданів, набережних, прибудинкових територій, пляжів, кладовищ (в тому числі тих, що віднесені на зазначені території ударно-повітряною хвилею внаслідок потрапляння засобів ураження, вибухів, пожеж тощо). Уповноважений органом є виконавчий орган сільської, селищної, міської ради (військова адміністрація населеного пункту (населених пунктів) – у разі її утворення відповідно законодавства), що здійснює на відповідній території організацію та координацію поводження з відходами від руйнувань [16]. До речі, до повноважень виконавчих органів сільських, селищних, міських рад у сфері управління відходами належить організація управління відходами будівництва та знесення [4].

Облік відходів від руйнувань здійснюється на місці їх утворення або на місцях тимчасового зберігання чи інших об'єктах поводження з відходами за формою згідно з Додатком 2 Порядку поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або

проведенням робіт з ліквідації їх наслідків [17]. Вказується, що якщо протягом 90 календарних днів після припинення або скасування на території України воєнного стану власником відходів не здійснено заходів з екологічно безпечного поводження з відходами від руйнувань, уповноважений орган приймає рішення щодо поводження з такими відходами з урахуванням положень Цивільного кодексу України та інших законів.

За походженням виділяються: 1) відходи, що утворилися внаслідок пошкодження (руйнування) об'єктів, – повного або часткового порушення їх цілісності внаслідок, зумовлених бойовими діями, зокрема потрапляння засобів ураження, вибухів, пожеж; 2) відходи, що утворилися в результаті виконання робіт з демонтажу пошкоджених (зруйнованих) об'єктів (поетапного контрольованого часткового чи повного розбирання на окремі елементи та вироби або неконтрольованого знесення внаслідок обвалення під час використання бульдозерів, металевої кулі на стрілі, вибухової сили тощо) [17].

Відходи від руйнувань складаються з основних компонентів – частин (уламків, бою) будівельних конструкцій, заповнень дверних та віконних блоків, інженерних мереж, санітарно-технічних приладів тощо, а також з супутніх компонентів – 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. У разі виявлення небезпечних відходів на пошкоджених (зруйнованих) об'єктах та/або під час виконання робіт з демонтажу поводження з такими відходами повинне здійснюватись відповідно до законодавчих вимог щодо поводження з такими відходами.

Перелік окремих компонентів відходів від руйнувань та можливі шляхи їх повторного використання у будівництві, промисловості наведено у таблиці 1 [17].

Операції з поводження з відходами від руйнувань охоплюють такі етапи, які можна представити у вигляді послідовності (рис. 1).

Таблиця 1 – Окремі компоненти відходів руйнування та можливі шляхи їх повторного використання [17]
Table 1 – Separate components of destruction waste and possible ways of their reuse [17]

Назва компонентів відходів від руйнування	Можливі шляхи повторного використання компонентів відходів від руйнувань
1. Бетон, цегла, облицювальна плитка і кераміка (засмічення земельних ресурсів на значній площі)	
бетон	заповнювач для бетонів, складова сумішей для насипів автомобільних доріг, заповнення гірничих виробок (пустот), подрібнений бетон як вторинний матеріальний ресурс для виробництва цементного клінкеру, для засипки фортифікаційних споруд тощо;
цегла (цегляний бій)	сировина для влаштування дренажної подушки у заболочених районах; укріплення ґрунтових і лісових доріг; заповнювач для габіонів (силікатна цегла);
облицювальна плитка, черепиця та кераміка	сировина для укріплення ґрунтових і лісових, заповнювач у дорожньому ремонті;
2. Деревина, скло та пластмаси (засмічення земельних ділянок та забруднення продуктами деструкції)	
деревина	арболіт, деревні пластики, теплоізоляційні та звукоізоляційні матеріали (плити), деревостружкові плити, паливні брикети; спорудження тимчасових проїздів під час відновлення руху через перешкоду; вторинний матеріально-енергетичний ресурс для цементного виробництва;
скло (склобій)	порошкоподібний заповнювач для виробництва бетонних виробів, сухих будівельних сумішей, світловідбивних фарб для дорожньої розмітки тощо, вторинна сировина для виробництва скловиробів, оптичних кабелів тощо;
пластмаси	вторинна сировина для виробництва полімерної продукції; вторинний матеріально-енергетичний ресурс для цементного виробництва (за винятком полівінілхлориду)
3. Бітумні суміші, вугільна смола та просмолені вироби (засмічення території і забруднення земельних ресурсів вуглеводнями)	
бітумні суміші, що містять вугільну смолу	компонент асфальтобетонних та бітумомінеральних сумішей для шару основи дорожнього одягу автомобільних доріг III-IV категорій, бітумінозних будівельних матеріалів тощо;
4. Метали та їх сплави (забруднення ґрунтів та ґрунтових вод продуктами корозії металів)	
мідь, бронза, латунь, алюміній, свинець, цинк, чавун і сталь, олово, змішані метали	вторинна сировина для металургійного виробництва;
кабелі, що не містять масла, вугільну смолу або інші небезпечні речовини	виокремлення металевих компонентів для повторної переробки;
металобрухт з залізобетону	сировина для металевих будівельних конструкцій; як вторинна сировина для металургійного виробництва
5. Ґрунти, включаючи ґрунти із забруднених ділянок (засмічення земельних ресурсів)	
ґрунт та каміння, що не містять небезпечні речовини	засипка окремих ділянок, формування ландшафту в рамках планування територій, влаштування насипів автомобільних доріг;
дорожній баласт (щебінь), що не містить небезпечні речовини	влаштування шарів основи дорожнього одягу, влаштування насипів автомобільних доріг;
6. Ізоляційні матеріали та азбестовмісні будівельні матеріали (забруднення азбестом та небезпечними речовинами, вимагають певних методів поводження з небезпечними відходами)	
ізоляційні матеріали, що містять азбест	наповнювачі для виробництва вогнестійких виробів, заповнювачі для бетону, покрівельні вироби;
інші ізоляційні матеріали, що складаються з небезпечних речовин або містять їх (теплоізоляційні матеріали і вироби мінеральні та полімерні)	вторинна сировина для виробництва полімерної та іншої аналогічної продукції, скла, кераміки як заповнювачів та наповнювачі для виробництва бетону тощо;
7. Будівельні матеріали вироби (продукція) на основі гіпсу (забруднення азбестом та небезпечними речовинами)	
будівельні матеріали (вироби (продукція) на основі гіпсу, що не містять небезпечні речовини.	домішки до сухих будівельних сумішей, вторинна сировина для виробництва аналогічної продукції, сировина для виробництва гіпсового в'язучого; вторинний матеріальний ресурс для цементного виробництва.

Відходи від руйнувань, у першу чергу, необхідно відсортувати. Це є ключовим аспектом в подальшій переробці таких відходів. Чим краще вони відсортовані, тим ефективнішою буде їхня переробка і тим вищою буде якість перероблених когломєратів і матеріалів, що переробляються. Однак ступінь розділення значно залежить від можливостей покриття витрат і складу матеріалів (композитні матеріали складно розділити). В цілому, відходи від руйнувань складніше розділити аніж відходи будівництва та знесення. Вони відрізняються від відходів будівництва та зносу, адже металопластик і скло, матеріали оздоблення фасаду, армувальна сітка, мінеральна вата,

матеріали внутрішнього оздоблення, стінові матеріали, покрівля, побутові речі й уламки деревини та інші компоненти могли б бути використані, але всі вони перемішані в розвалах, а тому потребують дуже ретельного сортування. Власне, можна сказати, що відходи від руйнувань – це ТПВ та відходи будівництва і знесення. Тому й підхід до диференціації цієї надскладної суміші має бути відповідний. Можна запропонувати такий комплексний підхід до диференціації суміші відходів від руйнувань з метою подальшої утилізації виділених компонентів (рис. 2).

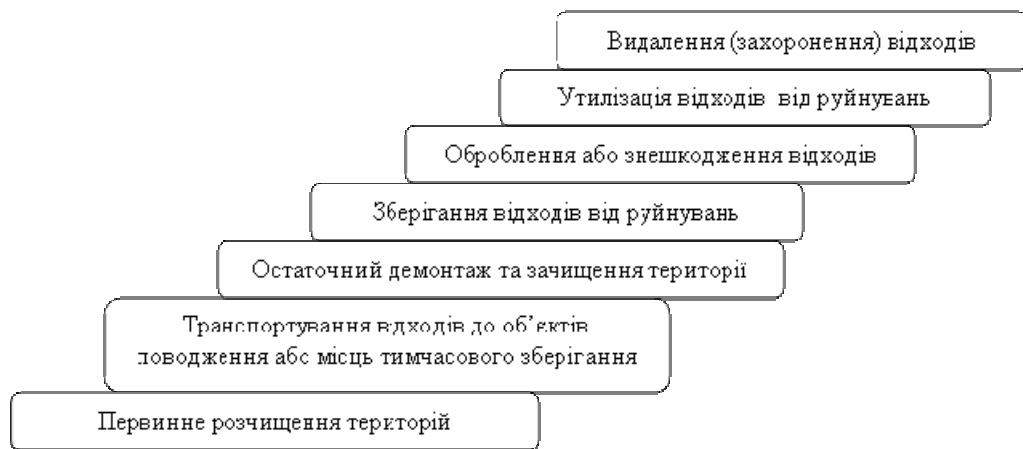


Рис. 1 – Операції поводження з відходами від руйнувань (на основі [17])
 Fig. 1 – Demolition waste management operations (based on [17])

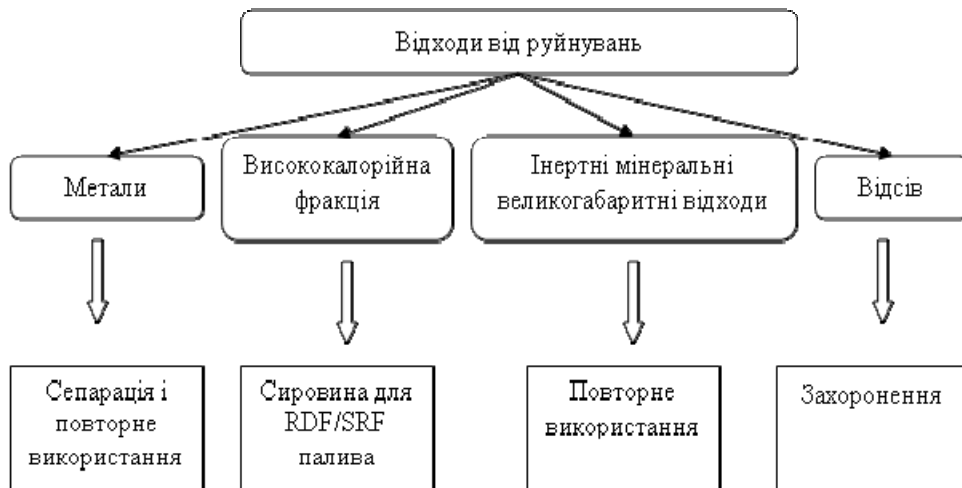


Рис. 2 – Диференціація відходів від руйнувань за основним принципом поводження з окремими компонентами
 Fig. 2 – Differentiation of demolition waste according to the basic principle of handling individual fractions

Потік висококалорійної складової можна відсортувати на компоненти: 1) які можуть бути використані як вторинна сировина (скло, деревина, картон, пластик тощо); 2) які не підлягають переробці (не ідентифіковані матеріали, складні суміші, наприклад, термодетформовані елементи теплоізоляції фасаду тощо).

Для зменшення об'єму великогабаритних відходів від руйнувань доцільно їх подрібнювати. Це полегшить вилучення металевих включень, покращить зберігання, транспортування та повторне використання таких відходів. Наприклад, у Харкові для відходів будівництва та знесення використовується спеціальний подрібнювач, який зменшує об'єм відходів у 5-8 разів у залежності від матеріалів, з яких було збудовано будівлю. Комплекс оснащений подрібнювачем та магнітним сепаратором, що дає можливість подрібнювати бетонні плити на щебінь, а потім магнітом відсортовувати металеву арматуру. З Харкова їх вивозять на майданчик комплексу з переробки ТПВ, де великі глиби розламуються на кілька частин, після чого їх можна завантажувати до подрібнювача фактичною потужністю 50-60 м³/год і перспективною потужністю до 250 м³/год.

При розробці ефективних систем управління та поводження з відходами від руйнувань важливим є повернення зібраних компонентів у господарський обіг із використанням їх у якості вторинної сировини: 1) «чернець» – це подрібнений метал, може бути повернутий в обіг після переплавлення; 2) будівельні «кам'яні» – залишки, придатні для виробництва різного виду будівельної продукції (підсіпки під дороги, засипка вирв від розривів снарядів тощо); 3) вцілілі уламки інженерних споруд згодяться як будівельні матеріали; 4) щебінь, отриманий із переробленого бетону, слугує для засипки боліт і котлованів, а також для створення тимчасових доріг; 5) асфальт повторно застосовують у будівництві доріг, але спочатку його термічно обробляють за дуже високої температури; 6) арматуру так само повторно використовують у будівництві й у багатьох інших випадках. Також такі відходи може застосовуватись у будівельних конструкціях для створення бетону низької марки.

Одним з проблемних питань на сьогодні постає поводження з ізоляційними та азбестовмісними матеріалами від руйнувань, які наведені у групі 6 (табл.1). По суті, такі

матеріали мають розглядатися виключно як небезпечні відходи, які підлягають виключно видаленню із дотриманням вимог щодо поводження з небезпечними відходами. Національний перелік відходів визначає азбест як небезпечний компонент відходів, що є обґрунтуванням віднесення таких відходів до небезпечних. Азбести (усі форми, включаючи актиноліт, амозит, антофіліт, хризотил, крокидоліт, фтор-еденітові амфібольні волокна, тремоліт) відносяться до речовин з доведеною канцерогенністю для людини, що можуть спровокувати розвиток пухлин дихальної системи, шлунково-кишкового тракту та репродуктивної системи (відповідно до Переліку речовин, продуктів, виробничих процесів, побутових та природних факторів, канцерогенних для людини).

В примітці до Переліку компонентів відходів від руйнувань вказано, що зібрані (з дотриманням вимог щодо організації збирання) азбестовмісні відходи повинні бути упаковані з метою попередження контакту з довкіллям та транспортовані до місця їх видалення. Після складування азбестовмісних відходів на місці їх видалення вони підлягають покриттю ізолювальним шаром (грунт, глина, подрібнені будівельні відходи тощо) завтовшки не менше ніж 75 см. Отже, питання поводження з азбестовмісними матеріалами у відходах від руйнувань полягає у неможливості розглядати такі матеріали як вторинні матеріальні ресурси.

Не враховуючи розроблені можливі варіанти використання відходів від руйнувань, основним підходом щодо поводження з ними є їх вивезення на полігони або звалища ТПВ, або окремі місця тимчасового зберігання. Місця тимчасового зберігання відходів від руйнувань (місця тимчасового зберігання) – спеціально обладнані або пристосовані земельні ділянки (майданчики), призначені для тимчасового, протягом періоду воєнного стану та одного року з дня припинення або скасування воєнного стану, зберігання відходів від руйнувань до їх утилізації чи видалення у спосіб, що не становить загрози здоров'ю людей та навколишньому природному середовищу [16].

В Порядку поводження з відходами [16] є певні вимоги до розміщення таких місць (наприклад, вони мають бути розміщені на відстані 2 км від об'єктів водного фонду; 0,5 км – від житлової та громадської забудови, об'єктів соціальної інфраструктури; 0,2 км – від сільськогосподарських угідь, доріг загального

користування та залізничних шляхів загальної мережі; 0,05 км – від лісових масивів). Також передбачається наявність покриття, вкритого шаром геологічної мембрани завтовшки не менше ніж 1,5 мм, захищеної від механічних пошкоджень шаром завтовшки не менше 0,5 м; організованого відведення води, що утворюється внаслідок випадання атмосферних опадів (у разі потреби); огороженого периметра (у разі потреби); забезпечення освітлення території та під'їзду до неї тощо. Передбачається можливість сортування відходів від руйнувань, які не відносяться до небезпечних, та облаштування місць для проведення таких операцій. В основному, це сортування, дроблення та фракціонування відходів [16].

Слід зазначити, що звалища та полігони ТПВ в деяких регіонах тепер мають більше навантаження через тимчасове переміщення людей з окупованих територій всередині країни. Крім того, існує проблема поводження з ТПВ на територіях, де велися або ведуться бойові дії. На таких територіях рішенням КМУ від 19.06.2023 р. дозволено організовувати місця тимчасового зберігання ТПВ та відходів руйнувань, а у разі відсутності таких умов, майданчики тимчасового зберігання відходів пропонують організувати на прибудинкових територіях.

ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» вже розмістило відповідне звернення про можливість використовувати досвід європейських країн із використання бетону з будівельних відходів: 1) при відбудові Варшави після Другої світової війни застосовували матеріали, які залишилися після війни (наприклад, неушкоджену цеглу використовували повторно, а будівельне сміття подрібнювали на бетон, а також із руїн були врятовані такі речі, як ванни, дверні ручки, поручні та багато іншого для встановлення в реконструйованих будівлях); 2) у Данії, Нідерландах, Німеччині існує пряма вимога в новому будівництві використовувати певний відсоток продукції з переробленого сміття; 3) в Австрії переробляється близько 87% відходів будівництва та зносу (збір відходів зазвичай виконується безпосередньо на місці через контейнери, цю роботу провадять оператори з утилізації та знесення); 4) у Нідерландах діє закон, який забороняє звозити на полігони ТПВ будівельні відходи, які можна переробити, а у деяких інших країнах під час приймання відходів на полігон потрібні

офіційні докази того, що ці відходи не піддаються переробці.

Відходи від руйнування в регіонах України і займають близько 1800 га, що негативно впливає на стан довкілля. Створення місць тимчасового зберігання відходів від руйнувань з дотриманням вимог екологічної безпеки, охорони довкілля, раціонального використання і відтворення природних ресурсів на території, зокрема, Одеської області, де вже існує 608 звалищ ТПВ, дуже складна задача тому, що фізико-географічні, інженерно-геологічні, гідрогеологічні, технічні та соціально-економічні умови ділянок лише окремих районів області сприятливі для розміщення нових полігонів (звалищ) відходів [18] тощо.

4 ВИСНОВКИ

На підставі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1) існуюча проблема поводження з відходами будівництва та зносу посилилася внаслідок утворення великої кількості відходів від руйнувань під час воєнних дій та терактів;

2) відходи від руйнувань відрізняються від відходів будівництва та зносу наявністю супутніх небезпечних компонентів, що ускладняє створення системи поводження з ними;

3) основні компоненти відходів від руйнувань доцільно використовувати як вторинну сировину у будівництві, виробництві будівельних виробів та у інших цілях;

4) звалища та полігони ТПВ в окремих регіонах тепер мають більше навантаження через тимчасове переміщення людей з окупованих територій всередині країни; крім того, існує проблема поводження з ТПВ на територіях, де велися або ведуться бойові дії, а тому на таких територіях доцільно організувати місця тимчасового зберігання ТПВ та відходів руйнувань;

5) при наявності відповідних фізико-географічних, інженерно-геологічних, гідрогеологічних, технічних та соціально-економічних умов доцільно створення місць тимчасового зберігання відходів від руйнувань з наступним використанням їх як вторинної сировини у післявоєнний період відновлення цивільної, промислової та транспортної інфраструктури регіонів України;

6) переробка відходів від руйнування в будівельні матеріали для нових інфраструктурних проєктів потребує величезних

фінансових витрат (порівняно з захороненням на полігонах дорожче приблизно у 32 рази); поки що немає технологій, які дозволяють відсортувати ці відходи, та виділити корисну складову; відсутні необхідна інфраструктура (майданчики зберігання, дробильне обладнання, сортувальні шредери тощо) та кваліфіковані фахівці; перероблення відходів від руйнування залежить від співпраці чиновників, представників місцевих громад і бізнесу, фахівців з поводження цими відходами, тобто це дуже складна праця, яка потребує ретельного дослідження та підготовки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Joshua O. Reno. *Military Waste: The Unexpected Consequences of Permanent War Readiness*. 1st edn. California: University of California Press, 2019. 288 p.
2. Elgizawy S. M., El-Haggar S. M., Nassar K. Slum Development Using Zero Waste Concepts: Construction Waste Case Study. *Procedia Engineering*. 2016. 145. P. 1306.
3. Kambiz G., Syuhaida I., Zainai M. Construction and Demolition Waste: Its Origins and Causes. *Advanced Science Letters*. 2018. 24. P. 4132.
4. Закон України «Про управління відходами» від 20.06.2022 №2320-IX. Верховна Рада України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/2320-20> (дата звернення: 21.01.2024).
5. Шуваєв А. А., Белоусова О. С. Законодавче регулювання як фактор обмеження залучення відходів будівництва та зносу у повторний господарський обіг. *Міжнародний науковий журнал «Грааль науки»*. 2021. 11. С. 594-595.
6. Layla Khalaf-Kairouz Post wars solid waste. *Waste Management*. 2017. 68. P. 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.09.006>
7. Mykhailenko V., Safranov, T. Estimation of Input of Unintentionally Produced Persistent Organic Pollutants into the Air Basin of the Odessa Industrial-and-Urban Agglomeration. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. 22(9). Pp. 21–31. <https://doi.org/10.12911/22998993/141479>
8. SWEENET. The Regional Solid Waste Exchange of Information and Expertise Network in Mashreq and Maghreb Countries. Country Report on Solid Waste Management-Lebanon. 2014. 63 p. URL: https://www.retech-germany.net/fileadmin/retech/05_mediathek/laenderinformationen/Libanon_RA_ANG_WEB_Laenderprofile_sweep_net.pdf (дата звернення: 21.01.2024).
9. Гафурова О. В., Новак Т. С. Інформація про відходи, що утворюються внаслідок війни: питання правового забезпечення. *Науковий вісник Ужгородського Національного Університету*. Серія Право. 2023. 79 (1). С. 349-355.
10. Post-conflict environmental assessment: Albania. United Nations Environment Programme. 2001. URL: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/8615/> (дата звернення: 21.01.2024).
11. Afghanistan: Post-conflict Environmental Assessment. United Nations Environment Programme. 2003. URL:

- <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7656> (дата звернення: 21.01.2024).
12. Integrating Environment in Post-conflict Needs Assessments: UNEP Guidance Note. United Nations Environment Programme, 2009. URL: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/17457> (дата звернення: 21.01.2024).
 13. Demolition waste for adsorption of metals: A step towards the circular economy / Vallini J. et al. *Journal of Environmental Management*. 2018. 342. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118200>
 14. Introduction to advances in construction and demolition waste. Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering / Pacheco-Torgal, F. et al. *Advances in Construction and Demolition Waste Recycling*. Woodhead Publishing. 2020. Pp. 1-10. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819055-5.00001-2>
 15. Roussat N., Dujet C., Méhu J. Choosing a sustainable demolition waste management strategy using multicriteria decision analysis. *Waste Management*. 2009. 1 (29). Pp.12-20. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.04.010>
 16. Порядок виконання робіт з демонтажу об'єктів, пошкоджених (зруйнованих) внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 19 квітня 2022 р. № 474. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/474-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 21.01.2024).
 17. Порядок поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків, затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 27 вересня 2022 №1073. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 21.01.2024).
 18. Сафранов Т. А., Черкез С. А., Шаталін С. М. Оцінка сприятливості території Одеської області для розміщення полігонів твердих побутових відходів. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2018. № 21. С. 98-109

REFERENCES

1. Joshua, O. Reno (2019). *Military Waste: The Unexpected Consequences of Permanent War Readiness*. 1st edn. California: University of California Press.
2. Elgizawy, S.M., El-Haggar, S.M. & Nassar, K. (2016). Slum Development Using Zero Waste Concepts: Construction Waste Case Study. *Procedia Engineering*, 145, p. 1306.
3. Kambiz, G., Syuhaida, I. & Zainai, M. (2018). Construction and Demolition Waste: Its Origins and Causes. *Advanced Science Letters*, 24, p. 4132.
4. Verkhovna Rada of Ukraine (2022). *Zakon Ukrainy «Pro upravlinia vidkhodamy» vid 20.06.2022 №2320-IX*. [Law of Ukraine "On Waste Management" on 20.06.2022 №2320-IX]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/2320-20> (Accessed 21.01.2024).
5. Shuvaiev, A.A. & Bielousova, O.S. (2021). *Zakonodavche rehuliuвання yak faktor obmezhenia zaluchennia vidkhodiv budivnytstva ta znosu u povtorny hospodarskyi obih* [Legislative regulation as a factor limiting the involvement of construction and demolition waste in the economic cycle]. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal «Hraal nauky»* [International scientific journal "Grail of

- Science*"], 11, pp. 594-595.
6. Layla Khalaf-Kairouz (2017). Post wars solid waste. *Waste Management*, 68, pp. 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.09.006>
 7. Mykhailenko, V. & Safranov, T. (2021). Estimation of Input of Unintentionally Produced Persistent Organic Pollutants into the Air Basin of the Odessa Industrial-and-Urban Agglomeration. *Journal of Ecological Engineering*, 22(9), pp. 21–31. <https://doi.org/10.12911/22998993/141479>
 8. SWEEPNET (2014). The Regional Solid Waste Exchange of Information and Expertise Network in Mashreq and Maghreb Countries. *Country Report on Solid Waste Management-Lebanon*, 63 p. Available at: https://www.retech-germany.net/fileadmin/retech/05_mediathek/laenderinformationen/Libanon_RA_ANG_WEB_Laenderprofile_sweep_net.pdf (Accessed 21.01.2024).
 9. Hafurova, O.V. & Novak, T.S. (2023). Informatsiia pro vidkhody, sheho utvoriuiutsia vnaslidok viiny: pytannia pravovoho zabezpechennia. [Information on waste generated as a result of war: the issue of legal protection.] *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho Natsionalnoho Universytetu. Serii Pravo [Scientific Bulletin of the Uzhhorod National University. Law series]*, 79 (1), pp. 349-355.
 10. United Nations (2001). Post-conflict environmental assessment: Albania. *United Nations Environment Programme*. Available at: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/8615/> (Accessed 21.01.2024).
 11. United Nations (2003). Post Afghanistan: Post-conflict Environmental Assessment. *United Nations Environment Programme*. Available at: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7656> (Accessed 21.01.2024).
 12. United Nations (2009). Integrating Environment in Post-conflict Needs Assessments: UNEP *Guidance Note*. *United Nations Environment Programme*. Available at: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/17457> (Accessed 21.01.2024).
 13. Vallini, J. et al. (2018). Demolition waste for adsorption of metals: A step towards the circular economy. *Journal of Environmental Management*, 342. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118200>
 14. Pacheco-Torgal, F. et al. (2020). Introduction to advances in construction and demolition waste. Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering. *Advances in Construction and Demolition Waste Recycling*. Woodhead Publishing, pp. 1-10. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819055-5.00001-2> (Accessed 21.01.2024).
 15. Roussat, N., Dujet, C. & Méhu, J. (2009). Choosing a sustainable demolition waste management strategy using multicriteria decision analysis. *Waste Management*, 1 (29), pp. 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.04.010>
 16. Cabinet of Ministers of Ukraine (2022). *Poriadok vykonannia robit z demontazhu ob'ektiv, poshkodzhennykh (zruinovanykh) vnaslidok nadzvychainykh sytuatsii, voiennykh dii abo terorystychnykh aktiv, zatverdzenoho postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 19 kvitnia 2022 r. № 474 [The procedure for performing works on the dismantling of objects damaged (destroyed) as a result of emergency situations, military actions or acts of terrorism, approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated April 19, 2022]* Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/474-2022-%D0%BF#Text> (Accessed 21.01.2024).
 17. Cabinet of Ministers of Ukraine (2022). *Poriadok povodzhennia z vidkhodamy, sheho utvorylys u zviazku z poshkodzhenniam (ruinuvanniam) budivel ta sporud vnaslidok boiovykh dii, terorystychnykh aktiv, dyversii abo provedenniam robit z likvidatsii yikh naslidkiv [The procedure for handling waste generated in connection with the damage (destruction) of buildings and structures as a result of hostilities, acts of terrorism, sabotage or carrying out work to eliminate their consequences]*. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text> (Accessed 21.01.2024).
 18. Safranov, T.A., Cherkez, Ye.A. & Shatalin, S.M. (2018). Otsinka spriyatlyvosti terytorii Odeskoi oblasti dlia rozmishchennia polihoniv tverdykh pobutovykh vidkhodiv [Assessment of the suitability of the territory of the Odesa region for the placement of landfills for solid household waste]. *Ukrainskyi hidrometeorologichnyi zhurnal [Ukrainian hydrometeorological journal]*, 21, pp. 98-109.

CHARACTERISTICS OF DEMOLITION WASTE MANAGEMENT IN THE REGIONS OF UKRAINE

T. A. Safranov, V. Yu. Prykhodko, V. I. Mykhailenko

Odessa State Environmental University,
15, Lvivska St., 65016 Odesa, Ukraine
safraanov@ukr.net, vks26@ua.fm, vladislav.mykhailenko@gmail.com

The volume of waste left from war-related destruction amounts to 10-12 million tons per year. Such volume is comparable to the annual volume of municipal solid waste generated in Ukraine. This situation led to formation of unauthorized landfills and complicated the existing problem of industrial, consumer, construction and demolition waste management. Consequently, the issue of destruction waste management became a pressing environmental and socio-economic problem. The objective of this research is to assess the characteristics of destruction waste management in the regions of Ukraine. Destruction waste is generated during construction of new buildings and public structures, as well as during renovation or demolition of existing buildings and structures;

including general-use facilities. It is estimated that, before the war, nearly 7 million tons of construction and demolition waste was generated annually, with more than 50% being transported to municipal solid waste landfills. Specialized landfills for its disposal were virtually non-existent in the regions of Ukraine, so this waste, despite its resource value, was taken to municipal solid waste landfills or unauthorized dumps. Some components of construction and demolition waste are toxic. Destruction waste includes parts (fragments) of damaged (destroyed) objects, as well as materials and items that were inside or next to such objects at the time of damage (destruction) and/or during disassembly activities, including those that fully or partially lost their consumer properties and cannot be reused at the place of their origin or discovery. Destruction waste pollutes the environment, so one of the ways to reduce environmental risks is to develop an effective waste management system to stop chaotic processes during disassembly activities. Destruction waste differs from construction and demolition waste by the presence of accompanying hazardous components, complicating the development of a waste management system. The main components of destruction waste should be used as secondary raw materials for construction, production of building materials and other purposes. Provided that appropriate physical-geographic, engineering-geological, hydrogeological, technical, and socio-economic conditions are available, it is advisable to create temporary waste storage sites, with their subsequent use as secondary raw materials in the post-war period for restoration of civil, industrial, and transport infrastructure in the regions of Ukraine.

Keywords: destruction waste; waste management; reuse; post-war restoration

*Подання до редакції : 06. 02. 2024
Надходження остаточної версії : 10. 03. 2024
Публікація статті : 25. 04. 2024*