

УДК 628.477

МЕТОДИ ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Охріменко О.В. – к. т. н., доцент,
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»
Вогнивенко Л.П. – к. с.-г. н., доцент,
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»
Біла Т.А. – к. с.-г. н., доцент,
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

У статті розглянуто методи переробки твердих побутових відходів, їх переваги та недоліки. Проаналізовано недоліки методів переробки твердих побутових відходів. Висвітлено основні переваги сучасних екологічно-безпечних методів утилізації.

Ключові слова: тверді побутові відходи, утилізація, переробка, захоронення, компостування, спалювання, піроліз, плазмохімічна технологія.

Охрименко Е.В., Вогнивенко Л.П., Белая Т.А. Методы переработки твердых бытовых отходов

В статье рассмотрены методы переработки бытовых отходов. Проанализированы недостатки методов переработки твердых бытовых отходов. Освещены основные преимущества современных безопасных методов утилизации.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, утилизация, переработка, захоронение, компостирование, сжигание, пиролиз, плазмохимическая технология.

Okhrimenko O.V., Vognivenko L.P., Bila T.A. Methods of solid waste processing

The article considers the methods of solid waste processing. It analyzes disadvantages of the methods of solid waste processing. The article highlights the advantages of modern safe methods of waste disposal.

Key words: solid waste, disposal, processing, dumping, composting, burning, pyrolysis, plasma chemical technology.

Постановка проблеми. Нині проблема поводження з твердими побутовими відходами (далі – ТПВ) стоїть дуже гостро, оскільки продовжується накопичення відходів як у промисловому, так і побутовому секторах. Більшість ТПВ складається на сміттєвих полігонах, які є джерелом забруднення поверхневих і підземних вод, крім того, вони часто горять, забруднюючи навколишнє середовище.

Територія наявних полігонів, сміттєзвалищ та несанкціонованих звалищ України вже перевищує площу державного природо-заповідного фонду. Нині тверді побутові відходи вивозяться лише в 70% міст і в 10% сільських населених пунктів. Це призводить до накопичення відходів у несанкціонованих місцях, а саме: за межами населеного пункту, в лісах, на берегах річок, уздовж доріг [1 с. 63]. Отже, вирішення проблеми поводження з відходами є важливою, оскільки зростання та накопичення ТПВ загрожує екологічній безпеці України.

З огляду на те, що наявні звалища переповнені або експлуатуються без дотримання природоохоронних вимог, необхідно окреслити нові шляхи поводження з ТПВ. Необхідність утилізації твердих побутових відходів набуває гострого значення. Ця проблема вирішується дуже повільно, якщо у розвинених країнах переробляється більше половини відходів, то в Україні лише 2–3%. Тому визначення екологічно-безпечних способів утилізації ТПВ є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемами дослідження теоретичних та практичних аспектів щодо забезпечення утилізації твердих побутових

займалися такі вітчизняні та зарубіжні вчені та фахівці: І.Л. Абалкіна [2], В.Б. Жуковицький [3], А.С. Гринін [4], С. Юфіт [5], Н.Б. Эскин [6] та інші. В Україні ця проблема усвідомлюється та активно досліджується, але відчутних зрушень немає, тому створення та розвиток єдиної галузі переробки відходів є нині актуальним.

Постановка завдання. Метою дослідження є аналіз сучасних методів утилізації ТПВ та визначення екологічно безпечних методів видалення/утилізації побутових відходів, що дасть змогу значно покращити стан навколишнього середовища.

Виклад основного матеріалу дослідження. В Україні основним методом поводження з відходами залишається полігонне поховання [7]. Нині лише в 503 населених пунктах України впроваджено роздільний збір побутових відходів – 1,7% від загальної кількості населених пунктів України. На полігонах України працює 21 сміттесортувальна лінія, у м. Києві – сміттеспалювальний завод, у Харківській області – 3 сміттеспалювальні установки. У 2016 р. перероблено та утилізовано близько 3,65% побутових відходів, із них 1,15% спалено і тільки 2,5% потрапило на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттепереробні підприємства. Нині на полігони потрапляє несортоване сміття [8].

У такій ситуації варто розуміти, що більша частина ТПВ має досить тривалий період розкладання. Так, наприклад, папір розкладається 3 місяці, газета – 1 рік, сигаретний фільтр – 2 роки, жувальна гумка – 5 років, консервна банка – від 10 до 100 років, підгузки – 500 років, пластикові картки (телефонні, банківські) – 1000 років, скло – 4000 років [9].

Склад ТПВ постійно ускладнюється, включаючи в себе дедалі більше екологічно небезпечних компонентів. Тим не менш основна частка відходів припадає на папір і харчові органічні відходи, зростає частка пластику. Вологість харчових відходів коливається від 60–70% навесні до 80–85% влітку і восени. Міські відходи на 30–50% складаються з горючих матеріалів і на 20–40% – з негорючого баласту: метал, скло, кераміка. Баластні домішки харчових відходів представлені кістками, боєм скла і фаянсу, металевими кришками, банками. Невелику частку від загальної маси ТПВ становлять небезпечні компоненти – відпрацьовані хімічні джерела струму (ВХДС), залишки пестицидів, фарб, люмінесцентні ртутновмісні лампи тощо [10, с. 218].

Відсутність можливості будівництва сучасних полігонів потребує впровадження новітніх технологій переробки та утилізації відходів. Нині наявні у світовій практиці технології переробки ТПВ мають ряд недоліків, основним з яких є їхній незадовільний екологічний вплив на довкілля через утворення вторинних відходів, які містять високотоксичні органічні сполуки та вартість переробки яких досить висока. Це стосується відходів, які містять хлорорганічні речовини, що виділяють високотоксичні органічні сполуки (діоксин тощо). До діоксиноутворюючих компонентів відходів належать такі матеріали, як картон, газети, пластмаса, вироби з полівінілхлориду та ін. Переходячи в ґрунт і воду, діоксини утворюють токсичні комплекси з органічними речовинами, які активно поширюються в природі. Здатні накопичуватись в організмі людини, хлоровані вуглеводні пригнічують імунітет, незворотно розбалансовують обмін речовин і, найголовніше, порушують роботу генетичного апарату людини [11].

З урахуванням санітарних вимог захисту населення у світовій практиці розроблені та використовуються такі схеми знезараження, переробки, утилізації та захоронення ТПВ:

- знезараження ТПВ шляхом його захоронення на полігонах (анаеробний процес);
- знезараження ТПВ шляхом компостування (аеробний процес);
- термічне знезараження шляхом спалювання;

- термічне знезараження шляхом прокалювання без доступу кисню (піроліз);
- знезараження ТПВ шляхом механічного подрібнення і подальшого капсулювання;
- знезараження ТПВ шляхом глибокого пресування [12].

Одним із найпоширеніших способів утилізації та знешкодження ТПВ є полігонне захоронення. Це найдешевший, але і найтриваліший спосіб, період мінералізації сягає більше 100 років. При недостатній кількості кисню органічні відходи на смітнику піддаються анаеробному зброджуванню, що призводить до формування суміші метану і т.зв. «смітникового газу». У надрах смітника також формується досить токсична рідина («фільтрат»), потрапляння якої у водойми або в підземні води вкрай небажане.

Найпростішим способом знешкодження і переробки ТПВ є польове компостування, який відбувається за 6–18 місяців залежно від кліматичних умов. Компостування – складний біологічний процес, що супроводжується інтенсивним виділенням тепла. Органічні речовини, що легко гниють, розкладаються з утворенням рухливих форм гумінових кислот, добре засвоюваних рослинами. У результаті компостування синтезується гумус, який є основним компонентом ґрунту.

Компостування ТПВ проводиться на майданчиках, розташованих поряд із полігонами. Для успішного перебігу процесу компостування необхідне дотримання таких умов: вологість ТПВ має бути не менше 50–60% ваги; вміст харчових відходів – не менше 25–30% ваги; відношення С:N в ТПВ – 25:30. Компостування в максимальному ступені відповідає природному кругообігу речовин, забезпечуючи знешкодження й утилізацію ТПВ [13].

За кордоном є чималий досвід із переробки ТПВ у компости. Доведено позитивний вплив багаторічного внесення компостів із ТПВ на властивості ґрунту, на накопичення органічних речовин і водостійких структурних агрегатів, на поліпшення інших агрохімічних і біологічних властивостей. Застосовуються компости як добрива з метою покращення мінерального живлення рослин для прискорення росту сільськогосподарських культур.

Недоліками компостування органічної складової частини ТПВ є значний проміжок часу, який потрібний для отримання компосту з відходів (від кількох місяців до року), трудоємність і багатоопераційність процесу, наявність виробничих площ для розміщення компостних штабелів та забруднення середовища.

У населених пунктах України на промисловому рівні не впроваджене компостування органічних побутових відходів. Компостуванням займаються самостійно жителі на території приватних будинків.

У світовій практиці найбільшого поширення набули термічні методи утилізації ТПВ – спалювання, газифікування та піроліз.

Спалювання є найбільш технічно відпрацьованим серед усіх методів промислового перероблення ТПВ. Це контрольований процес окиснення твердих, рідких або газоподібних горючих відходів. При горінні утворюються діоксид вуглецю, вода й зола. Сірка та азот, що утримуються у відходах, утворюють при спалюванні різні оксиди, а хлор відновлюється до HCl. Крім газоподібних продуктів, під час спалювання відходів утворюються й тверді частки: метали, скло, шлаки тощо, які вимагають подальшої утилізації або поховання.

З моменту запровадження цього методу техніка і технологія спалювання постійно вдосконалювались. Цей метод має свої переваги та недоліки. Так, до переваг належить можливість отримання електроенергії та тепла. Головним недоліком є те, що під час роботи смітеспалювальних заводів утворюються вторинні надзвичайно токсичні відходи (поліхлоровані дибензодіоксини, фурани і

біфеніли), які потім разом із важкими металами потрапляють у навколишнє середовище з димовими газами, стічними водами і шлаком. Хлороорганічні відходи належать до групи вкрай стійких і надзвичайно небезпечних токсикантів. Суттєвим недоліком сміттєспалювання є його низька економічність. Коефіцієнт використання теплової енергії навіть на кращих сміттєспалювальних підприємствах США не перевищує 65%. До того ж, для спалювання відходів застосовується значна кількість додаткового рідкого палива (до 265 л на 1 т відходів, які спалюються) [2].

В Україні спалюється не більше 5% сміття, а 95% вивозиться необробленим на полігони. З 1984 р. було побудовано 4 сміттєспалювальні заводи: в Харкові, Дніпропетровську, Севастополі, Києві. Нині сміттєспалювальний завод у м. Києві потужністю 175 000 т/рік не працює, зважаючи на екологічний фактор [8].

Впливи ССЗ в основному пов'язані із забрудненням повітря, насамперед, дрібнодисперсним пилом, оксидами сірки й азоту, фуранами та діоксинами. Серйозні проблеми виникають також із похованням золи від сміттєспалювання, що становить до 30% від вихідної ваги відходів і яка з огляду на свої фізичні і хімічні властивості не може бути похована на звичайних смітниках. Таким чином, сміттєспалювання може бути тільки одним із компонентів комплексної програми утилізації.

Піроліз – це процес розкладання органічних речовин без доступу кисню за порівняно низьких температур 450–800°C. Такий процес є енергетично вигіднішим, ніж просте спалювання. Результатом піролізу є отримання горючого газу і твердого залишку. Потім той та інші продукти без будь-якої додаткової обробки спалюються у печі. Частина піролізних газів після конденсації може бути виведена із системи і конвертована в рідке паливо. Піроліз має ті самі недоліки, що і пряме спалювання відходів. Піролізний газ необхідно очищувати від кислих газів типу хлористого водню (HCl), внаслідок чого цей процес стає досить дорогим через застосування спеціального устаткування і використання каустичної або кальцинованої соди. При цьому також не можна уникнути забруднення довкілля важкими металами [14, с. 112].

Альтернативою піролізу є процес газифікування, що відбувається аналогічно, але за температури 800–1300°C і наявності невеликої кількості повітря. У цьому разі отриманий газ являє собою суміш низькомолекулярних вуглеводнів, які потім згорають у печі. На жаль, екологічну ситуацію такий процес також не поліпшує, оскільки наявність повітря і наявність у смітті хлороорганічних сполук за високої температури призводить до інтенсивного утворення діоксинів, а солі важких металів із процесу не виводяться і потрапляють у навколишнє середовище [15, с. 89].

Найбільш повна деструкція продуктів, що містяться в ТПВ, відбувається в процесі високотемпературного піролізу або газифікування за температури 1650–1930°C у розплаві мінеральної суміші з домішками металів або за температури до 1700°C у розплаві солей чи лугів за наявності каталізаторів (MSOP-технологія). Зазначені способи забезпечують перероблення ТПВ практично будь-якого складу, тому що за такої температури повністю руйнуються всі діоксини, фурани і біфеніли. У результаті отримується синтез-газ – суміш водню, метану, чадного газу, діоксиду вуглецю, водяної пари, оксидів азоту і сірки та твердий залишок, який видаляється з реактора через спеціальну витіснювальну систему. Синтез-газ після очищення від домішок можна використовувати безпосередньо як паливо, як сировину в хімічній промисловості або для синтезу рідких вуглеводнів (метанол, бензин) [16, с. 420].

Основними методами утилізації токсичних відходів є плазмохімічна технологія, яку використовують для переробки високотоксичних рідких і газоподібних

відходів. При цьому відбувається не тільки знешкодження небезпечних відходів, але й виробництво цінних товарних продуктів. Процес здійснюється в плазмотроні за рахунок енергії електричної дуги за температури вище 4000°C. За такої температури кисень і будь-які відходи розщеплюються до електронів, іонів і радикалів. Ступінь розкладання токсичних відходів сягає 99,99% [17].

Забезпеченню чистого навколишнього середовища сприяє також переробка вторинних ресурсів, у тому числі і побутового сміття. Досить багато компонентів ТПВ можуть бути перероблені в корисні продукти. Скло зазвичай переробляють шляхом подрібнювання та переплавлення (бажано, щоб вихідне скло було одного кольору). Скляний бій низької якості після подрібнювання використовується як наповнювач для будівельних матеріалів (наприклад т.зв. «глассфальт»).

Сталеві та алюмінієві банки переплавляються з метою одержання відповідного металу. При цьому виплавка алюмінію з баночок для прохолодних напоїв вимагає тільки 5% від енергії, необхідної для виготовлення тієї ж кількості алюмінію з руди [11].

Паперові відходи різного типу вже багато десятиків років застосовують поряд зі звичайною целюлозою для виготовлення пульпи – сировини для паперу. Зі змішаних або низькоякісних паперових відходів можна виготовляти туалетний або обгортковий папір і картон. Паперові відходи можуть також використовуватися в будівництві для виробництва теплоізоляційних матеріалів і в сільському господарстві – замість соломи на фермах [9].

Переробка пластику загалом – більш дорогий та складний процес. Із деяких видів пластику (наприклад, PET – дво- і трилітрові прозорі пляшки для прохолодних напоїв) можна одержувати високоякісний пластик тих самих властивостей, інші (наприклад ПВХ) після переробки можуть бути використані тільки як будівельні матеріали [11].

Однак перевага вторинного використання перед знищенням діє не завжди. Так, матеріали передаються на вторинну переробку тільки в тому разі, якщо це можливо технічно, економічно та екологічно виправдано. В іншому разі відходи знищуються:

- коли знищення відходів є більш прийнятним рішенням з екологічної точки зору;
- коли вартість переробки відходів є значно більшою вартості кінцево виробленої продукції.

Висновки і пропозиції. В Україні необхідно створити та розвивати єдину галузь переробки відходів. Невідкладним завданням є створення і забезпечення загальнодержавної системи поводження з відходами. Видалення або утилізація відходів має відбуватися на основі критеріїв, викладених у Рамковій Директиві ЄС про відходи, і з дотриманням вимог чинного природоохоронного та санітарного законодавства України.

Складування ТПВ не тільки не вирішує проблеми, а ускладнює її, оскільки звалища – це потужні джерела біологічного забруднення та епідеміологічної небезпеки.

Спалювання, складування та захоронення ТПВ – не найкращі способи утилізації, оскільки вони негативно впливають на навколишнє середовище та досить витратні. Більш ефективним способом знешкодження ТПВ є високотемпературне спалювання. Ця технологія відрізняється тим, що є майже повністю безвідходною, утилізує майже всі матеріали переробки; забезпечує ступінь очищення газів, що відповідає найсуворішим вимогам, виробляє значну кількість тепла, яке може бути використане.

Проблема утилізації ТПВ є дуже важливою не тільки з екологічної точки зору, більш 60% міських відходів – це потенційна вторинна сировина, яку можна переробити, що може дати суттєвий економічний ефект.

Найбільш перспективним для України є створення сміттєпереробних комплексів із сортуванням ТПВ. Цей напрям є екологічно безпечним та економічно доцільним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бровдій В.М., Гаца О.О. Екологічні проблеми України. К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова. 2000. 111 с.
2. Абалкина И.Л. Проблемы борьбы с городскими и промышленными отходами в США: обзор. Экология и проблемы большого города. М.: РАН ИНИОН, 1992. С. 27–49.
3. Жуховицкий В.Б. Утилизация твердых бытовых отходов / В.Б. Жуховицкий, В.Я. Меллер, А.Н. Тугов. Днепропетровск: «Свидлер А.Л.», 2011. 546 с.
4. Гринин А.С. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка / А.С. Гринин, В.Н. Новиков. М.: ФАИР-Пресс, 2002. 336 с.
5. Юфит С. Типичные ошибки авторов проектов мусоросжигательных заводов. Городское управление. 2000. № 5. С. 68–71.
6. Эскин Н.Б. Разработка и анализ различных технологий сжигания бытовых отходов / Н.Б. Эскин, А.Н. Тугов, М.А. Изюмов. Развитие технологий подготовки и сжигания топлива на электростанциях: Сб. науч. ст. М.: ВТИ, 1996. С. 77–84.
7. Ринок и проблемы обращения с отходами в Украине. Экспресс-анализ, г. Киев, сентябрь 2010 г. URL: <http://www.biorhoel.com>.
8. Міністерство екології та природних ресурсів України. URL: <http://www.menr.gov.ua/>
9. Ігнатенко О.П. Економіко-екологічні аспекти рециклу вторресурсів з твердих побутових відходів. Екологія і ресурси. 2003. № 4. С. 115–120.
10. Злобін Ю.А., Кочубей Н.В. Загальна екологія. Суми: ВТД «Університетська книга». 2003. 416 с.
11. Фоменко О.О., Маслова В.С., Фесенко А.М., Рідний Р.В. Комплексна переробка твердих побутових відходів – раціональний шлях для вирішення екологічних проблем. Інженерія природокористування. 2017. № 1(7). С. 126–130.
12. Вилсон Д. Утилизация твердых отходов. Том 1 / перевод с англ. М.: Стройиздат, 1985. 336 с.
13. Бялковська Н.Г., Боголюбов В.Н. Проблеми поводження з твердими побутовими відходами в сільській місцевості, м. Київ, Національний аграрний університет, 2005. URL: <https://waste.ua/cooperation/2008/theses/byalkovska.html>
14. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М., Бугай О.Л. Екологія і охорона навколишнього середовища. Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. 284 с.
15. Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. Основи екології. К.: Лібра, 2002. 352 с.
16. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія, охорона природи. К.: «Знання». 2002. 550 с.
17. Касимов А.М. Твердые бытовые отходы. Технологии, оборудование. Проблемы и решения / А.М. Касимов, В.Т. Семенов, А.М., Коваленко и др. Х.: ХНА-ГХ, 2006. 301 с.