

---

---

# ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА І РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

---

---

УДК 691.002

## ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

**В.М. Боронос, І.В. Мамчук\***

*Сумський державний університет,  
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна  
\*Шосткинський інститут СумДУ,  
вул. Інститутська, 6, м. Шостка*

*У статті розглянута еколого-економічна ефективність утилізації та переробки твердих побутових відходів та запропоновані шляхи її вирішення. Наведена класифікація хімічних і неутилізованих промислових відходів, а також економічна ефективність різних технологій переробки ТПВ.*

### ВСТУП

У наш час проблема утилізації побутових відходів дуже актуальна. Із зростанням добробуту населення кількість відходів збільшується, що призводить до появи величезної кількості звалищ і полігонів для їх зберігання. Результатом є необхідність в розподілі твердих побутових відходів за фракціями і утилізація для подальшого використання, як це прийнято на сьогоднішній день в усьому світі.

Наприклад, у розвинених країнах виробляється від 1 до 3 кг побутових відходів на душу населення в день, що становить десятки і сотні мільйонів тонн на рік, причому в США, наприклад, ця кількість збільшується на 10% кожні 10 років. У зв'язку з відсутністю місць для поховання цієї величезної кількості відходів на Заході стало актуальним питання кризи відходів або кризи звалищ.

При вмілому поводженні з відходами вони є джерелом доходу держави або приватних підприємців, як показує досвід Німеччини та деяких інших країн. Екологічність в управлінні відходами полягає не тільки в усуненні їх як таких, що забруднюють міську екосистему, а й у перетворенні їх у джерело вторинної сировини, наприклад, у реальні можливості отримання енергії при спалюванні відходів або біогазу на полігонах зберігання твердих побутових відходів (ТПВ). Перспективним у цій галузі є отримання вторинної сировини і компостування органічних відходів, що істотно підвищує екологічність їх використання [1].

### ПОСТАВЛЕННЯ ЗАВДАННЯ

Проблема відходів – це проблема великих міст, і чим більше місто, тим більшою вважається ця проблема.

При зберіганні всі відходи зазнають змін, обумовлених як внутрішніми фізико-хімічними процесами, так і впливом з боку зовнішніх умов. У результаті цього на полігонах зберігання і поховання відходів можуть утворитися нові екологічно небезпечні речовини, які при

проникненні в біосферу становитимуть серйозну загрозу для навколишнього середовища.

Тому зберігання і поховання небезпечних відходів слід розглядати як "складування фізико-хімічних процесів".

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для дослідження побутових відходів розглянемо їхній морфологічний, фракційний, хімічний та фізичний склад.

*Морфологічний склад.* До складу ТПВ входять такі компоненти: папір, картон 20-30%, харчові відходи 28-45%, деревина 1,5-4%, метал чорний 1,5-4,5%, метал кольоровий 0,2-0,3%, текстиль 4-7%, кістки 0,5-2%, скло 3-8%, шкіра, гума, взуття 1-4%, каміння, фаянс 1-3%, пластмаса 1,5-5%, інше 1-3%.

Відсоткові співвідношення морфологічного складу ТПВ дуже умовні, оскільки на співвідношення складових впливають ступінь упорядкування житлового фонду, сезони року, кліматичні та інші умови. У складі ТПВ постійно збільшується зміст паперу, пластмас, фольги, різного роду склянок, поліетиленових плівок та інших упаковок. Особливо великі сезонні коливання харчових відходів - з 28% весною до 45% і більше влітку і восени.

*Фракційний склад.* Основна маса ТПВ представлена фракціями до 150 мм (80-90%) і лише майже 2% (баластні домішки) представлені фракціями понад 350 мм.

У таблиці 1 наведені усереднені дані щодо фракційного складу ТПВ великого міста.

Як бачимо з наведених у таблиці 1 даних, фракційний і морфологічний склад ТПВ взаємопов'язаний: чим більше в ТПВ харчових відходів, що мають в основному розміри менше 50 мм, тим більше в їх складі дрібних фракцій, і навпаки, при збільшенні у складі ТПВ різних упаковок (картон, деревина, пластмаса та ін.), що мають розміри більше 150 мм, значну частку в масі відходів становитимуть великі фракції. У різні сезони року фракційний склад змінюється.

Таблиця 1 - Зміст складових ТПВ за фракціями, % від загальної маси

Найменування складових ТПВ	Величина фракцій, мм				
	350-250	250-150	150-100	100-50	менше 50
Папір	3-8	9-11	9-11	7-9	2-8
Харчові відходи	—	0-1	2-10	7-13	17-22
Метал	—	0-1	0,5-1	0,8-1,6	0,3-0,5
Деревина	0,5-1	0-0,5	0-0,5	0,5-1	0-0,5
Текстиль	0,2-1,3	1-1,5	0,5-1	0,3-1,8	0-0,5
Кістки	—	—	—	0,3-0,5	0,5-0,9
Скло	—	0-0,3	0,3-1	0,5-1,5	0-0,3
Шкіра, гума	—	0-1	0,5-2	0,5-1,5	0-0,3
Каміння	—	—	0,2-1	0,5-1,5	0,5-2
Пластмаса	0-0,2	0,3-0,8	0,2-0,5	0,2-0,5	0,2-0,5
Інші	—	0-0,5	0-0,5	0-0,4	7-11
УСЬОГО:	4-10	11-15	18-22	20-30	30-40

*Хімічний склад.* Усереднені дані хімічного складу ТПВ за кліматичними зонами наведені в таблиці 2. Україна належить до

середньої кліматичної зони, за винятком Південного берегу Криму, що належить до південної зони. Як бачимо з результатів, наведених у цій таблиці, за змістом таких елементів, як азот, фосфор, калій і кальцій, ТПВ можуть бути віднесені до речовин, з яких можна одержувати цінні добрива

Найбільшу негативну дію на навколишнє середовище чинять хімічні відходи, більшість з яких токсичні для людини. У зовнішнє середовище вони потрапляють у будь-якому вигляді - від газоподібного до твердого - і мають найрізноманітнішу хімічну природу (табл.2).

Таблиця 2 - Хімічний склад ТПВ у різних кліматичних зонах від сухої маси

Показник	Кліматична зона	
	середня	південна
Органічна речовина	56-72	56-80
Зольність	28-44	20-44
Загальний азот	0,9-1,9	1,2-2,7
Кальцій	2-3	4-5,7
Вуглець	30-35	28-39
Фосфор	0,5-0,8	0,5-0,8
Загальний калій	0,5-1	0,5-1,1
Вологість (% від загальної маси)	40-50	35-70

Таблиця 3 - Класифікація хімічних відходів

Група	Вид відходів
Водні розчини і шлами	Кислі, лужні, неорганічні, нейтральні, органічні нейтральні, змішані органічні та неорганічні
Розчини неводів і шлами	Органічні розчинники (спалювальні), органічні розчинники (неспалювальні), використані мастила, використані смоли і жири
Тверді відходи	Огарки, залишки, пил, біологічні тверді відходи, відходи здобичі і розробок сировини
Газоподібні відходи	Дими, газы, що відходять, газоподібні теплові потоки
Специфічні відходи (особливо токсичні)	Азбестові, що мають в складі фенол, миш'як, ртуть, цинк, хлоровані діфеніли та ін.

Найбільш небезпечні відходи містять сполуки берилію, кадмію, ванадію, кобальту, нікелю, хрому, свинцю, ртуті, металоорганічні сполуки, нафтовідходи, розчинники, відпрацьовані каталізатори і т.д. У кожному місті набір найбільш небезпечних речовин, що надходять разом з промисловими відходами в зовнішнє середовище, визначається домінуючими виробництвами.

*Фізичні властивості ТПВ: густина, зв'язність і зчеплення.* Густина ТПВ міст України становить у середньому 0,19-0,23 т/м<sup>3</sup>. Густина ТПВ коливається залежно від упорядкування житлового фонду і сезонів року. Для упорядкованого житлового фонду густина ТПВ у весняно-літній сезон становить 0,18-0,22 т/м<sup>3</sup>, в осінньо-зимовий сезон - 0,2-0,25 т/м<sup>3</sup>, для невпорядкованого житлового фонду з пічним опаленням 0,3-0,6 т/м<sup>3</sup>. Чим більше паперу і різних пластмасових упаковок, тим менше густина ТПВ. Із збільшенням вологості густина ТПВ підвищується. У майбутньому густина ТПВ великих міст за рахунок збільшення кількості

різних упаковок знизиться до величини, близької до 0,1 т/м<sup>3</sup>. У великих містах Європи і Америки густина ТПВ близька до цього показника.

*Зв'язність і зчеплення.* Папір і картон, текстиль і пластмасові плівки формують структуру ТПВ і додають їм механічної зв'язності. Липкі і вологі компоненти забезпечують зчеплення. Ці властивості ТПВ сприяють склепуванню і зависанню на стінках бункерів і лозинах ґрат. Так, через ґрати 30х30 см ТПВ самостійно не провалюються і для їх проштовхування потрібні додаткові зусилля. На стінках бункерів з кутами 65-70° відбуваються налипання і зависання ТПВ. При тривалому зберіганні ТПВ злежуються, самоущільнюються і втрачають сипучість.

До промислових відходів відносять продукти, матеріали, вироби і речовини, що утворюються в результаті виробничої діяльності людини, негативно впливають на навколишнє середовище, вторинне використання яких на даному підприємстві нерентабельне. Часто велика кількість відходів є показником недосконалості конкретної технології виробництва. Умовно промислові відходи поділяють на інертні та токсичні (табл.4).

Таблиця 4 - Гігієнічна класифікація неутилізованих промислових відходів

Категорія	Характеристика неутилізованих промислових відходів, забруднень, що на вигляд містяться в них	Рекомендовані методи складування або знешкодження
I	Практично інертні	Використання для планувальних робіт або сумісне складування з ТПВ
II	Легко розкладаються органічні речовини, що біологічно окислюються	Складування або переробка разом з ТПВ
III	Слаботоксичні малорозчинні у воді, зокрема при взаємодії з органічними кислотами	Складування, сумісне з ТПВ
IV	Нафтомастилоподібні, що не підлягають регенерації відповідно до діючих вказівок	Спалювання, зокрема разом з твердими побутовими відходами
V	Токсичні, із слабким забрудненням повітря (перевищення ПДК у 2-3 рази)	Складування на спеціальному полігоні промислових відходів
VI	Токсичні	Групове або індивідуальне знешкодження на спеціальних спорудах

Класифікувати тверді промислові відходи можна за такими ознаками:

- за галузями промисловості (відходи паливної, металургійної, хімічної та інших галузей);
- за конкретними виробництвами (відходи сіркокислотного, содового, фосфорокислотного та інших виробництв);
- за агрегатним станом (тверді, рідкі, газоподібні);
- за горінням (горючі та негорючі);
- за методами переробки;
- за можливостями переробки (вторинні матеріальні ресурси (ВМР), що переробляються або плануються надалі перероблятися, і відходи, що на даному етапі розвитку економіки переробляти недоцільно);
- за рівнем небезпеки (промислові відходи поділяються на чотири класи небезпеки).

Таблиця 5 – Класи небезпеки відходів

Клас	Характеристика відходів
Перший	надзвичайно небезпечні
Другий	високонебезпечні
Третій	помірнонебезпечні
Четвертий	малонебезпечні

Клас небезпеки відходів встановлюється залежно від вмісту в них високотоксичних речовин розрахунковим методом або згідно з переліком відходів, наведених у Державному класифікаторі відходів. На всі види відходів розробляється технічний паспорт згідно з Міждержавним стандартом ДСТУ-2195-93, дія якого поширюється на 10 країн СНД.

За твердженням британського журналу «The Economist», тверді відходи – це екологічна проблема, якою найбільше опікуються мешканці розвинених країн.

Історично «на вигляд» завжди були рідкі і газоподібні відходи – промислові забруднення води і повітря – і вони ставали об'єктом першочергового контролю і регулювання, у той час як тверді відходи завжди можна було відвезти подалі або закопати – просто тим або іншим способом прибрати «з очей геть». У прибережних містах відходи досить часто просто скидалися в море. Екологічні наслідки поховання сміття – через забруднення підземних вод і ґрунтів – виявлялися іноді через декілька років або навіть через декілька десятків років, проте були від цього не менш руйнівні. У суспільній свідомості поступово сформувалася ідея про те, що накопчування відходів в землю або скидання їх у море – це неприпустиме перекладання проблем сьогодення на плечі нащадків. Паралельно намітилася й інша тенденція: чим жорсткіше було законодавство з контролю стану води і повітря, тим більше вироблялося твердих токсичних відходів, оскільки всі методи очищення газоподібних і рідких середовищ призводять до концентрації забруднювачів у твердій речовині: в ілах, опадах, золі і т.д.

При уважному розгляді проблема відходів є складнішою, ніж просто брак місця для нових звалищ. Місце для нових звалищ завжди не вистачало: за свідченням журналу Waste, ще в 1889 році американський федеральний урядовець скаржився, що «сміття стає нікуди викидати і скоро ми повинні будемо вигадати новий метод позбавлятися від нього». У той самий час звалища займають не так вже багато місця, принаймні в географічному масштабі: наприклад, усі побутові відходи, що виробляються в Україні сучасними темпами, протягом 500 років можна було б умістити на майданчику 20 на 30 км при товщині шару сміття всього в 25 метрів.

Таким чином «фізичне» вимірювання проблеми ТПВ – не тільки не єдине, але навіть і найважливіше. Існують інші взаємопов'язані аспекти цієї проблеми, які роблять її насущною саме у наш час:

- обсяг ТПВ – ... безперервно зростає, як в абсолютних величинах, так і на душу населення;
- склад ТПВ – ... різко ускладнюється, включаючи все більшу кількість екологічно небезпечних компонентів;
- ставлення населення – ... до традиційних методів звалювання сміття на звалища стає різко негативним;
- закони – ... що посилюють правила поводження з відходами, приймаються на всіх рівнях уряду;

– нові технології – ... утилізації відходів, зокрема сучасні системи розділення, сміттєспалювальні заводи-електростанції і санітарні полігони поховання, все більш широко впроваджуються у життя;

– економіка – ... управління відходами ускладнюється. Ціни утилізації відходів різко зростають. Сучасне управління відходами неможливо представити без приватних підприємств і великих інвестицій [4].

Усі ці аспекти проблеми зав'язані у вузол, який затягувався в розвинених країнах упродовж останніх 20-30 років усе тугіше і тугіше.

Традиційно побутові відходи вивозилися на звалища, що розміщені поблизу населених пунктів і працюють за рахунок муніципальних бюджетів. З часом унаслідок постійної загрози здоров'ю населення від звалищ (отруєння ґрунтових вод, розмноження переносників захворювань, неприємний запах, дим від частих самозагорань), у багатьох країнах стали дотримуватися більш строгих правил їх розміщення, конструкції і експлуатації. Негативне ставлення населення і нові стандарти сприяли відкриттю нових звалищ (або «полігонів з поховання ТПВ», як їх стали називати) все більш складною справою.

Ситуацію не змінила поява на початку 80-х років ХХ ст. сміттєспалювальних заводів (ССЗ) «нового покоління» (забезпечених високотехнологічними пристроями очищення викидів). ССЗ подібно до звалищ були негативно сприйняті населенням через боязнь діоксинів та інших забруднювачів повітря, а також через невирішеність проблем з поховання токсичної золи, що утворюється при спалюванні ТПВ. Знаходити майданчики для ССЗ виявилось нітрохи не легше, ніж для полігонів, а собівартість спалювання відходів навіть в таких густонаселених країнах, як Голландія, виявляється не нижче, ніж собівартість закопування їх у землю. У країнах з розвиненим екологічним законодавством до половини капітальних витрат при будівництві ССЗ спрямовується в установлення повітроочисних систем. До 1/3 експлуатаційних витрат ССЗ спрямовується на плату за поховання золи, що утворюється при спалюванні сміття, яка являє собою набагато більш екологічно небезпечну речовину, ніж ТПВ самі по собі.

Коли вартість (а отже, і ціна) утилізації відходів значно зростає, ринок утилізації починає привертати увагу великих приватних компаній. Такі компанії в основному будують і експлуатують гігантські «сміттєзнищувальні» підприємства, розміщені на дешевій землі далеко від місць, де виробляється найбільша кількість ТПВ. Будівництво таких підприємств, як правило, стикається з набагато більшою ворожістю з боку місцевого населення, ніж будівництво муніципальних звалищ, оскільки ніхто не хоче мати поруч звалище «чужого сміття» з метрополії. Крім того, звалище, що належить приватній компанії, сприймається населенням, як правило, більш вороже, ніж муніципальне звалище тих самих розмірів, розміщене в тому самому місці. Під тиском громадськості політики наполягають на ухваленні жорсткіших стандартів, що, у свою чергу, збільшує вартість утилізації відходів. Це призводить до того, що більша кількість відходів потрапляє до рук великих корпорацій, які мають не тільки фінансові кошти виконати жорсткі екологічні стандарти, але й можливість подолати (не завжди законними засобами) опір місцевих політиків при вирішенні питання про розміщення звалища. Ворожість населення до величезних корпорацій зростає, і... ми потрапляємо в початкову точку зачарованого кола, вузол «сміттевої кризи» затягується ще тугіше.

Актуальною проблемою залишається поводження з твердими побутовими відходами у Сумській області. Офіційно в області тверді побутові відходи розміщуються на 324 міських, сільських і селищних полігонах та звалищах твердих побутових відходів (ТПВ) загальною

площею 281,7 га, частина з яких вже вичерпала свій ресурс. Практично всі районні центри, великі селища мають звалища ТПВ, але не всі вони експлуатуються відповідно до чинного законодавства. Побудовані свого часу без належного захисту, деякі полігони є потенційним джерелом екологічної небезпеки регіонального масштабу.

Особливо гостро стоїть питання видалення твердих побутових відходів у м. Сумах. Після припинення експлуатації полігона твердих побутових відходів у с. Верхня Сироватка склалася вкрай напружена ситуація у сфері поводження з ТПВ у м. Сумах. Вибір місцевості для нового полігона викликав соціальне напруження в регіоні та категоричне заперечення місцевого населення проти розміщення на територіях їхніх громад сміттєзвалища. Питання розміщення нового полігона ТПВ і досі не вирішене. Станом на 01 січня 2007 року накопичення відходів I-III класів небезпеки в Сумській області становило 1753065,521 т (таблиця 6, 7).

Таблиця 6 - Накопичення відходів (за формою статзвітності 1-нв) [7]

Пор. номер	Показник станом на 01.01.2007 року	Од. виміру	Кількість	Примітка
1	Суб'єкти підприємницької діяльності, виробнича діяльність яких пов'язана з утворенням небезпечних відходів	од.	447	кількість підприємств, охоплених статистичними спостереженнями
2	Накопичено відходів, усього	т	1753065,521	відходи 1-3-х класів небезпеки
	у тому числі:			
3	відходи 1-го класу небезпеки	т	660,286	-
4	відходи 2-го класу небезпеки	т	36996,829	-
5	відходи 3-го класу небезпеки	т	1715408,406	-

Таблиця 7 - Основні показники поводження з відходами I-III класів небезпеки (тис. т) (за формою статзвітності 1-нв) [7]

Пор. номер	Показник	2004 рік з урахуванням відходів 4-го кл. небезпеки	2005 рік	2006 рік
1	2	3	4	5
1	Утворилося	698951,181	135729,935	133596,259
2	Одержано від інших підприємств	178781,881	626,942	1068,110
3	у тому числі з інших країн	-	-	-
4	Використано	18787,461	39276,727	30888,431
5	Знешкоджено (знищено)	29830,367	627,666	1083,894
6	у тому числі спалено	-	46,836	42,628
7	Направлено в сховища організованого складування (поховання)	605771,842	61315,6	91910,248

Продовження табл.7

1	2	3	4	5
8	Передано іншим підприємствам	195117,350	32361,701	10841,449
9	у тому числі іншим країнам			7055,780
10	Направлено в місця неорганізованого складування за межі підприємств	2,640	-	-
11	Втрати відходів унаслідок витікання, випаровування, пожеж, крадіжок	-	9,952	18,158
12	Нааявність на кінець року у сховищах організованого складування та на території підприємств	29376307,001	1661433,911	1753065,521

Таблиця 8 - Динаміка утворення відходів I-III класів небезпеки [7]

	2004 рік	2005 рік	2006 рік
Утворення відходів I-III класів небезпеки у розрахунку на 1 км <sup>2</sup> , т	29,328	5,695	5,613
Утворення відходів I-III класів небезпеки у розрахунку на 1 особу, кг	561,903	109,116	110,283

Аналізуючи динаміку щодо утворення відходів I-III класів небезпеки (таблиця 8), можна зробити висновок про те, що порівняно з 2004 роком кількість утворення відходів зменшилася майже в 5,2 разу в розрахунку на 1 км<sup>2</sup>, т і у розрахунку на 1 особу, кг.

До уваги: станом на 1 січня 2005 року загальні обсяги накопичення відходів (за експертними оцінками) в Україні досягають 30 млрд тонн, і під ними зайнято близько 160 тисяч гектарів, під відходами зайнято близько 160 тисяч га, і це один із найвищих показників накопичень відходів у світі. Особливістю структури утворення відходів в Україні у зв'язку з сировинною орієнтацією економіки є домінування у складі гірничопромислових відходів - 88%, тоді як частка відходів інших галузей промисловості становить 10%, а побутових - 2%.

За станом на 1 січня 2005 року в сховищах організованого складування і на територіях підприємств країни накопичилося 1,587 млрд тонн токсичних відходів, з них 28,3 млн тонн належать до 1-3-го класів небезпеки. Понад 90% сумарної кількості токсичних промислових відходів зберігаються на території Дніпропетровської, Донецької, Запорізької, Івано-Франківської, Кіровоградської та Луганської областей [2].

Більше третини відходів 1-го класу небезпеки розміщено у сховищах організованого складування в Івано-Франківській, Луганській, Херсонській і Чернігівській областях. Із загальної кількості відходів, що утворилися, 38% розміщені в місцях організованого складування відходів, 16% у сховищах, що експлуатуються з порушенням вимог екологічної безпеки або не відповідають діючим нормативам.



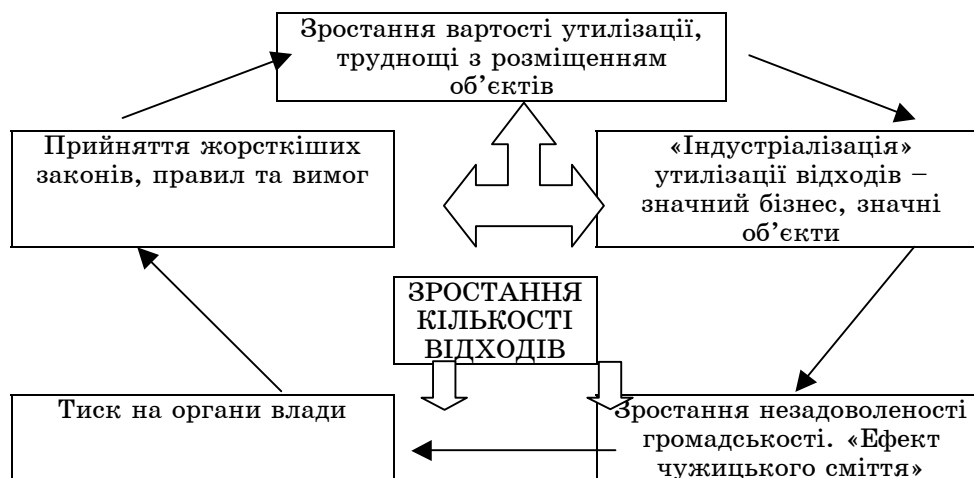


Рисунок 2 – Замкнуте коло "смітєвої кризи" [2]

Практика показує, що подібне збільшення масштабів зростання кількості відходів, вартості і негативного ставлення населення неможливо розірвати шляхом простого посилювання екологічних стандартів або впровадження нових технологій утилізації відходів. Спроби вийти з цього кола, вирішуючи в комплексі соціальні, економічні і технологічні проблеми, пов'язані з ТПВ, призвели до розроблення концепції Комплексного управління відходами. Ця концепція є орієнтиром для урядових і громадських організацій в багатьох країнах; наприклад, вона офіційно прийнята Агентством з довкілля охорони США.

#### **Економічна ефективність технологій переробки ТПВ**

Як показує аналіз, не існує універсального методу поводження з ТПВ, який би задовольняв сучасні екологічні та економічні вимоги. Найбільш прийнятним є комбінований метод, який передбачає використання відходів як джерела енергії та вторинної сировини. Саме комплексна переробка ТПВ, що передбачає сортування, термообробку, ферментацію та інші процеси, забезпечує максимальну екологічну та економічну ефективність [5].

Найпоширенішими видами промислової переробки ТПВ є спалювання, ферментація, сортування та їх різні комбінації.

Економічні показники різних технологій переробки ТПВ (за даними європейських фірм, які доповнено розрахунковими даними з комплексної переробки ТПВ та реалізації готової продукції) наведені у таблиці [3].

Аналізуючи наведені дані, слід зазначити, що кращими в економічному плані є комбінаційні технічні рішення, особливо комплексна переробка ТПВ.

Для науково обґрунтованого вибору технології слід урахувувати не лише економічні, а й екологічні фактори. Кінцеві продукти переробки й відходи виробництва мають бути безпечними для навколишнього середовища.

Серед існуючих технологій переробки ТПВ найбільш небезпечним для довкілля є технології ферментації та спалювання вихідних ТПВ.

Основним недоліком технології ферментації вихідних ТПВ без їх попереднього сортування та підготовки є велика кількість відходів, які підлягають складуванню на полігоні, а також доволі низька якість готового продукту. Він має поганий товарний вигляд, підвищений вміст

важких металів. Підвищити ефективність технології можна за рахунок сортування ТПВ перед ферментацією.

Таблиця 9 - Економічна ефективність різних технологій переробки ТПВ

Показник	Технологія					
	спалювання	ферментація	сортування	сортування + спалювання	сортування + ферментація	комплексна переробка
Капіталовкладення на 1т ТПВ, дол. США/т	280	90	50	330	100	240
Експлуатаційні витрати на 1 т ТПВ, дол. США/т	9,6	10	3,2	12,8	8,7	13,5
Неутилізована фракція, що підлягає захороненню, %	30	30	95	15	55	8
Витрати на захоронення неутилізованої фракції, дол. США/т	9	9	28,5	4,5	16,5	2,4
Капітальні витрати, дол. США/т	28	9	5	33	10	24
Загальні витрати, дол. США/т	46,6	28	36,7	50,3	35,2	39,9
Реалізація продукції з 1 т ТПВ, дол. США/т	23,7	9,2	11,4	33,9	18,7	30,2
Економічна ефективність технології, дол. США/т	-22,9	-18,8	-25,3	-16,4	-16,5	-9,7

При використанні технології спалювання ТПВ утворюються шлак й летюча зола, а також димові гази. Через підвищений вміст у шлаці важких металів його досить важко утилізувати. Попереднє сортування зменшує кількість шлаку та золи, до того ж переробка шлаку стає менш проблематичною.

За технологією комплексної переробки ТПВ до термообробки надходять не вихідні ТПВ, а їх збагачена фракція, з якої здебільшого видалені шкідливі речовини. Обсяги димових газів і викиди пилу значно зменшуються.

Отже, сучасним економічним та екологічним вимогам найбільше відповідають технології комплексної переробки ТПВ. Для практичного застосування комплексної переробки необхідні обґрунтування вибору технічних рішень та їх системне об'єднання. У результаті комплексної переробки ТПВ утворюються шлаки, зола та відходи сортування, які є екологічно небезпечними і потребують знешкодження.

Існує декілька промислових і близьких до промислового застосування технологій знешкодження й переробки відходів, у складі яких переважають мінеральні речовини. Універсальним методом, який майже

не залежить від складу відходів, є електропереплавляння з подальшим склінням. Недоліком застосування цієї технології є великі витрати електроенергії.

Для переробки летючої золи можна використовувати технологію виробництва безвипалювальних вогнетривів.

Технології комплексної переробки ТПВ можуть бути маловідходними, якщо у технологічну схему заводу внести виробництво будівельних матеріалів.

Таким чином, ключовим процесом у схемі комплексної переробки ТПВ є сортування (у тому числі на основі селективного збору), яке якісно й кількісно змінює склад ТПВ. При цьому не тільки підвищується частка вторинного використання багатьох компонентів ТПВ, й значною мірою вирішуються питання видалення небезпечних побутових відходів і баластних компонентів, оптимальної підготовки тих чи інших фракцій компонентів ТПВ для подальшої переробки.

### ***Економіка утилізації відходів***

Тут найважливіший (і поки незвичний для жителів і властей українських міст) факт полягає у тому, що за викидання сміття треба платити чималі гроші. У країнах Європи і Північної Америки утилізація відходів, що проводиться з дотриманням екологічних норм, обходиться у середньому в декілька десятків, а іноді – більше сотні доларів за тонну.

У одному з міст Сумської області (м. Шостці), наприклад, “плата за вивіз сміття” становить 1,70 грн/міс. на одного мешканця (вересень 2007 р.). Для сім’ї з трьох чоловік, що проживає в двокімнатній квартирі, це становить приблизно 1,2% від загальної суми плати за комунальні послуги. У пресі повідомлялося, що комунальні служби міста оцінюють виробництво побутових відходів жителями в 1 м<sup>3</sup>/чел. у рік. Виходячи з орієнтовної густини ТПВ 0,25 т/м<sup>3</sup>, одержуємо, що за утилізацію тонни побутових відходів шосткинець платить приблизно 20,00 грн або 4 дол. У той самий час, наприклад, у США середня платня тільки за розміщення побутових відходів на звалищі становить близько 30 дол./т (у густонаселених районах сягає 80 дол./т). При цьому загальна плата за вивіз і утилізацію відходів для мешканця – “кінцевого користувача” часто перевищує 200 дол./т.

Факт «ненульової ціни» має різноманітні економічні наслідки. По-перше, виявляється, що на утилізації відходів можна заробляти: перш за все, примушуючи платити тих, кому потрібно кудись викидати сміття, а також витягуючи з відходів вторсировину, переробляючи і продаючи її. Деякі великі звалища у США мають обороти в сотні тисяч доларів на день. Зрозуміло, можливість заробляти на Заході залучає до індустрії з переробки відходів приватні компанії [4].

Аналогічні процеси починаються і в Україні. Міські керівники повинні бути готові ухвалювати обґрунтовані і відповідні для конкретної місцевої ситуації рішення з передачі частини або всього комплексу робіт зі збору та утилізації відходів у руки приватних підприємств, а громадські екологічні організації повинні будуть виробити свою позицію щодо цього явища.

Висока ціна за утилізацію відходів створює додатковий важіль в управлінні відходами: наприклад, у багатьох країнах населення і установи платять за утилізацію залежно від кількості відходів, яку вони викидають. Це створює могутній стимул до скорочення кількості відходів, що відправляються на звалище, і завдання властей полягає в тому, щоб надати реальні альтернативи звалищу, наприклад, організувати збір вторсировини. Населення набагато охочіше збиратиме вторсировину, якщо інакше за викидання відходів потрібно буде платити.

Проте дуже висока ціна за утилізацію відходів може призвести до проблеми незаконних звалищ [6].

### ВИСНОВКИ

Збір відходів часто є найдорожчим компонентом усього процесу утилізації. Тому правильна організація збору відходів може заощадити значні кошти. Система збору ТПВ повинна залишатися стандартизованою з погляду економічності. У той самий час додаткове планування необхідне для того, щоб вирішити нові проблеми (наприклад, відходи комерційних кіосків, на збір яких часто не вистачає ресурсів). Іноді засоби для вирішення цих нових проблем можна знайти, вводячи диференційовану плату за збір сміття.

Мало хто, напевно, зміг би відмовитися від усіх тих благ і задоволень, які "подарувала" нам цивілізація. Але ще менше людей, які замислювалися про те, чим закінчиться таке невинуватене витрачання природних ресурсів, що це більше, ніж ми врешті-решт заплатимо за наші автомобілі, комфортабельні квартири, чудеса техніки. І не існує ніякого виправдання тому, що в якому б жахливому стані не перебувало сьогодні навколишнє середовище, є способи запобігання екологічній катастрофі, яка загрожує всьому людству. І зневажливе ставлення до цих шляхів порятунку - ні що інше як злочин.

У Західних країнах кампанія за скорочення відходів ведеться давно і в основному спрямована проти зайвої упаковки, оскільки значна частина ТПВ складається з пакувальних матеріалів.

Чим більша різноманітність пакувальних матеріалів, тим складніше організувати програми вторинного використання і переробки. Тому можливе обмеження різноманітності упаковок. Наприклад, навіть у таких країнах з високим рівнем життя, як Данія і Норвегія, дозволено до застосування не більше 20 типів пляшок для напоїв.

Другий елемент скорочення відходів – видалення особливо небезпечних відходів, таких, як детергенти, отрутохімікати, лакофарбні матеріали, акумулятори і батареї і т.д. з потоку ТБО. Ці продукти не повинні потрапляти на звичні полігони або сміттєспалювальні заводи. Поводження з небезпечними відходами, включаючи їх транспортування і зберігання, як правило, вимагає застосування дорогих «високих» технологій і, здійснюється організаціями, що мають державну ліцензію на діяльність такого типу, робота яких оплачується виробником небезпечних відходів, або в особливих випадках страховими компаніями або державою.

Основною проблемою в переробці вторсировини є не відсутність технологій переробки – сучасні технології дозволяють переробити до 90% від загальної кількості відходів – а відділення вторсировини від решти сміття (і розділення різних компонент вторсировини). Існує безліч технологій, що дозволяють розділяти відходи і вторсировину. Найдорожча і складніша з них – витягання вторсировини із загального потоку відходів, що вже сформувався, на спеціальних підприємствах. Простіші технології витягання тих або інших компонентів з потоку ТПВ можуть і повинні застосовуватися, наприклад, збагачення ТПВ з метою підвищення його енергетичної цінності і усунення небажаних елементів перед сміттєспалюванням. Прогресивніші технології витягання вторсировини мають на увазі ту або іншу форму участі громадськості – організацію центрів із збору вторсировини або його покупки у населення, заходи щодо роздільного збору відходів на вулицях за допомогою спеціальних контейнерів або організацію системи роздільного збору відходів на побутовому рівні.

Спалювання дозволяє приблизно в 3 рази зменшити вагу відходів, усунути деякі неприємні властивості: запах, виділення токсичних рідин,

бактерій, привабливість для птахів і гризунів, а також одержати додаткову енергію, яку можна використовувати для отримання електрики або опалювання.

Поховання. Звалище або полігон для поховання відходів є складною системою, детальне дослідження якої почалося тільки недавно. Річ у тому, що більшість матеріалів, які захоронять на полігонах, з'явилася, як і самі сучасні полігони, не більше 20-30 років тому. Ніхто не знає, за який час вони повністю розкладуться. Коли вчені розпочали розкопки старих полігонів, вони знайшли дивовижну річ: за 15 років 80% органічного матеріалу, що потрапив на полігон (овочі, хот-доги), не розклалося. Іноді вдавалося прочитати відкопану на звалищі газету 30-річної давності. Сучасні полігони обладнані всіма типами систем, щоб не допустити контакту відходів із навколишнім середовищем. За іронією, саме унаслідок цього розкладання відходів утруднене і вони являють собою своєрідну «бомбу сповільненої дії» [4].

## SUMMARY

### ECO-ECONOMIC EFFICIENCY OF UTILIZATION OF DOMESTIC WASTES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

*V.M. Boronos, I.V. Mamchuk*

*Annotation. In the article eco-economic efficiency of utilization and processing of hard domestic wastes is considered and the ways of its decision are offered. Classification of chemical is resulted, nonutilized industrial wastes, and also economic efficiency of different technologies of processing of hard domestic wastes.*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Балацкий О.Ф. и др. Экономика и качество окружающей природной среды / О.Ф.Балацкий, Л.Г.Мельник, А.Ф.Яковлев.- Л.: Гидрометеиздат, 1984.- 188 с
2. Биков А.В., Бачурин О.М., Гладка О.Д. Економічна ефективність використання твердих побутових відходів при виробництві будівельних матеріалів, виробів та конструкцій // Економіка будівництва і міського господарства. - № 1. - 2005.
3. Плахута В.В. Новая технология переработки ТБО // Материалы 3 Международной конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов» (7-8 февраля 2006, Харьков)
4. Мирка Г.Е., Рудой Н.Г. Проблемы утилизации техногенных отходов промышленных предприятий Сумской области // Материалы 3 Международной конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов» (7-8 февраля 2006, Харьков).
5. Кенуорси Л. Как убедить предприятия уменьшить количество промышленных отходов: Руководство для граждан. - М.: Информ - РХТУ им. Д.И.Менделеева, 1995.
6. Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням: Підручник/ За ред. Л.Г. Мельника та М.К. Шапочки; Авт. колектив: Л.Г.Мельник, М.К.Шапочка, О.Ф.Балацький та ін.- Суми: Університетська книга, 2006.- 759 с.
7. <http://www.menr.gov.ua> - дані «Екологічного паспорту Сумської області за 2006 рік».
8. <http://www.seu.ru/members/ucs/ucs-info/2005/1410.htm>

**В.М. Борнос**, канд. екон. наук, професор,  
СумДУ, м. Суми;

**І.В. Мамчук**, Шосткинський інститут СумДУ,  
м. Шостка

*Надійшла до редакції 1 жовтня 2007 р.*