

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
І ГЛОБАЛЬНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

№ 2 (18), квітень-червень 2015 р.

Збірник наукових праць

Заснований у 2008 р.
Виходить 4 рази на рік

КИЇВ 2015

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головні редактори **О.С. Волошкіна**, д-р техн. наук, проф.
О.М. Трофимчук, д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАНУ

Члени редколегії:

Білявський Г.О.,	д-р геол.-мін. наук, проф.
Биченок М.М.,	д-р техн. наук
Вижва С.А.,	д-р геол. наук, проф.
Довгий С.О.,	д-р фіз.-мат. наук, проф., чл.-кор. НАНУ
Заграй Я.М.,	д-р хім. наук, проф.
Калюх Ю.І.,	д-р техн. наук, проф.
Качинський А.Б.,	д-р техн. наук, проф.
Коржнєв М.М.,	д-р геол.-мін. наук, проф.
Малкін Е.С.,	д-р техн. наук, проф.
Олійник О.Я.,	д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАНУ
Павлишин В.І.,	д-р геол.-мін. наук, проф.
Радчук В.В.,	д-р геол. наук
Рибаков Л.О.,	д-р техн. наук
Стрижак О.Є.,	канд. техн. наук
Трофімович В.В.,	канд. техн. наук, проф.
Тугай А.М.,	д-р техн. наук, проф.
Удод В.М.,	д-р біол. наук, проф.
Шнюков С.Є.,	д-р геол. наук, проф.
Яковлєв Є.О.,	д-р техн. наук

Рекомендовано до друку Вченою радою
Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України
(протокол № 4 від 12.05.2015 р.)

Збірник наукових праць включений до списку наукових фахових видань України (затверджено Постановами Президії ВАК України №1-05/3 від 14 квітня 2010 р. за напрямом «технічні науки» та № 1-05/8 від 22 грудня 2010 р. за напрямом «геологічні науки»).

ОСНОВНІ ТЕМАТИЧНІ РОЗДІЛИ ЗБІРНИКА

- Екологічна безпека
- Інформаційні ресурси та системи
- Основи природокористування
- Дискусійні повідомлення

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ
03186, м. Київ, Чоколівський бульв., 13,
Інститут телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАН України
Телефони: (044) 245-87-97
(044) 524-22-62
E-mail: itelua@kv.ukrtel.net

Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ № 14146-3117 Р від 27.05.2008 р.

Електронна версія збірника в Інтернеті
міститься на сайті Національної
бібліотеки України ім. В.І. Вернадського

ЗМІСТ

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Стефанишин Д.В., Атаєв С.В. Перспективи відновлення малих гідроелектростанцій в Україні в контексті екологічно безпечного природокористування.....	5
Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Серeda Ю.П. Оцінка радіаційного ризику при гасінні пожежі у Чорнобильській зоні.....	12
Іщенко В.А. Способи поводження з твердими побутовими відходами у містах України.....	21
Триснюк Т.В. Експериментальні дослідження рекреаційного навантаження на природоохоронні території Тернопілля.....	31

ОСНОВИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Стефанишина-Гаврилюк Ю.Д., Стефанишин Д.В., Трофимчук О.М. Прогнозування ризиків збитків від повеней на ріках за даними моніторингу...	37
Тугай Я.А., Майстренко Г.В. Обґрунтування геофільтраційних схем і вихідних параметрів при розрахунках променевих водозаборів.....	49
Анпілова Є.С., Красовська І.Г. Тематичні картографічні моделі для інфраструктури просторових даних.....	53
Андрусина І.М., Голуб І.О., Лампека О.Г. Еколого-гігієнічна оцінка навантаження важкими металами доквілля м. Києва в системі сніг-вода-грунт.....	59
Кривомаз Т.І., Перебинос А.Р. Первинна оцінка мікопошкоджень дерев'яних споруд у НМНАПУ «Пирогів»	66

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ ТА СИСТЕМИ

Симонов І.Н., Трофимович В.В. Особенности формирования живой материи и влияние континуальных электромагнитных полей окружающей среды.....	76
Вишняков В.Ю., Нагасвський В.М., Шелестюк Ю.О. Аналіз та реалізація моделей моніторингу підстильної поверхні за даними SUOMI NPP.....	87
Соколовська А.В., Томченко О.В., Порушкевич А.Ю., Федоровський О.Д., Якимчук В.Г. Методи системного аналізу в дистанційних аерокосмічних дослідженнях екологічної безпеки та природокористування.....	95
РЕФЕРАТИ	103
ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ	110

CONTENTS

ENVIRONMENTAL SAFETY

Stefanyshyn D.V., Atayev S.V. Prospects for recovery of small hydropower in Ukraine in the context of environmentally-friendly resources use.....	5
Azarov S.I., Sidorenko V.L., Sereda Yu.P. Assessment of radiation risk to extinguish the fire in the Chernobyl zone.....	12
Ishchenko V.A. Methods of solid household waste management.....	21
Trysnyuk T.V. Experimental study of recreation in protected areas Ternopil Region.....	31

NATURAL RESOURCES

Stefanyshyna-Havryliuk Yu.D., Stefanyshyn D.V., Trofymchuk O.M. Prediction of risks of flood damages on rivers according to monitoring	37
Tugay J.A., Maystrenko G.V. Substantiation of geofiltration schemes and parameters in calculation of radial water intakes.....	49
Anpilova Y.S., Krasovska I.G. Thematic maps for the spatial data infrastructure.....	53
Andrusishina I.N., Lampeka E.G., Golub I.A. Hygienic assessment of ecological load of heavy metals environmental Kiev in the snow-water-soil.....	59
Kryvomaz T.I., Perebynos A.R. Preliminary evaluation of fungal destruction of wooden constructions in NMFALU «Pyrohiv».....	66

INFORMATION RESOURCES AND SYSTEMS

Simonov I.N., Trofimovich V.V. Features of forming of living matter and the influence of the continual electromagnetic fields of environment.....	76
Vishniakov V.Y., Nagaevskii V.N., Shelestiuk Y.A. Analysis and implementation of monitoring models underlying surface according data SUOMI NPP	87
Sokolovska A.V., Tomchenko O.V., Porushkevych A.Yu., Fedorovsky O.D., Yakymchuk V.H. Methods of system analysis in the remote aerospace researches of the ecological security and environmental management.....	95
ABSTRACTS	103
INFORMATION ABOUT THE AUTHORS	110

УДК 628.47

В.А. ІЩЕНКО

СПОСОБИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ У МІСТАХ УКРАЇНИ

***Анотація.** У статті проаналізовані існуючі напрямки поводження з твердими побутовими відходами. З них сформовано 3 головних способи, які можуть бути використані як моделі поводження з твердими побутовими відходами у містах України, – роздільне збирання, використання сортувальних комплексів і термічна обробка. Розглянуто переваги і недоліки цих способів у контексті можливості впровадження в Україні, а також з точки зору екологічності, фінансової доцільності та можливості ресурсозбереження. У підсумку, пріоритетним, на думку автора, повинно стати запровадження системи роздільного збирання твердих побутових відходів із подальшою утилізацією відібраної вторинної сировини.*

***Ключові слова:** тверді побутові відходи, роздільне збирання, сортування, термічна обробка відходів, сміттєзвалище.*

Вступ

Найпоширенішим на даний момент способом поводження із твердими побутовими відходами (ТПВ) є їх захоронення на спеціально відведених полігонах і сміттєзвалищах, принаймні для країн з перехідною економікою (до яких належить Україна) і країн, що розвиваються. Однак, на сучасному етапі така форма поводження з відходами є неприйнятною у всіх відношеннях – як з екологічної точки зору (в першу чергу), так і з точки зору ресурсного потенціалу. Адже відомо, що полігони розраховані на певний термін експлуатації або певний граничний об'єм накопичення відходів, які, як правило, невеликі. У цьому відношенні в більшості українських міст вже практично вичерпані ресурси для подальшого захоронення відходів, а стан полігонів ТПВ не відповідає екологічним вимогам.

Негативний екологічний вплив сміттєзвалищ полягає у тому, що при належних умовах захоронення (що характерно для багатьох міст) токсичні речовини з високою ймовірністю потрапляють у ґрунт, забруднюючи його і включаючись у природні колообіги, просочуються у підземні та ґрунтові води, створюючи значну небезпеку для споживачів питної води. Крім того, незалежно від умов захоронення відходів на полігонах, часто відбувається самозагорання відходів, серед яких є багато органічних та легкозаймистих речовин. Це викликає забруднення повітря шкідливими продуктами горіння – чадним газом, оксидами азоту, діоксинами, фуранами і т. д. Останнім часом також піднімається питання надходження у повітря парникових газів внаслідок розкладання ТПВ на сміттєзвалищах, що здійснює вплив на глобальні процеси зміни клімату.

Крім негативного екологічного впливу, відходи також можуть приносити і користь. Це пояснюється тим, що вони можуть бути як джерелом енергії, так і джерелом цінних ресурсів, які можна повторно використати. Таким чином, накопичення відходів без подальшого їх використання є навіть економічно не вигідним.

Все вищенаведене свідчить про те, що захоронення ТПВ на полігонах і сміттєзвалищах повинно залишитись у минулому, так як це є у розвинутих країнах. Тому і шлях українських міст повинен пролягати у світовому напрямку поступової відмови від складування відходів і переходу на максимальну їх утилізацію.

Існуючі напрямки поводження з твердими побутовими відходами

Найбільш екологічно прийнятними на сьогоднішній день у світі можна виділити наступні сценарії поводження з ТПВ:

1. Змішані відходи відправляються на сортувальну дільницю, де корисні матеріали відокремлюються, а всі інші – спалюються.

2. Змішані відходи відправляються на установку для отримання RDF палива із відходів (refuse derived fuel – паливо, отримане із відходів). При цьому відокремлюються горючі відходи, всі інші (крім металів) захоронюються на полігоні ТПВ.

3. Окреме збирання відходів, які можуть бути перероблені (із подальшим відправленням їх на сортувальну дільницю), та всіх інших відходів, які відправляються на полігон.

4. Окреме збирання відходів, які можуть бути перероблені (із подальшим відправленням їх на сортувальну дільницю), та всіх інших відходів, які відправляються на сміттєспалювальний завод.

5. Окреме збирання відходів, які можуть бути перероблені (із подальшим відправленням їх на сортувальну дільницю), та всіх інших відходів, з яких отримують RDF паливо та/або компост (біогаз).

6. Окреме збирання відходів, які можуть бути перероблені (із подальшим відправленням їх на сортувальну дільницю), «садових» відходів (для отримання компосту) та інших відходів, які вивозяться на полігон.

7. Окреме збирання відходів, які можуть бути перероблені (із подальшим відправленням їх на сортувальну дільницю), «садових» відходів (для отримання компосту) та інших відходів, які відправляються на сміттєспалювальний завод.

8. Роздільний збір різних фракцій ТПВ з метою їх подальшої утилізації.

Відповідно до українських реалій та можливостей із запропонованих сценаріїв можна узагальнити три ключових напрямки розв'язання проблеми твердих побутових відходів.

Перший. Розроблення та впровадження економічних важелів, спрямованих на витіснення багатовідхідних технологій; оподаткування ресурсоємної продукції та процесів; впровадження механізмів стимулювання інноваційної діяльності з розвитку маловідходних, безвідходних, ресурсозберігаючих, екологічно безпечних технологій. За цим шляхом передбачаються як заходи, що зменшують загальні обсяги утворення відходів, так і заходи, що зменшують вміст небезпечних речовин у відходах.

Другий. Створення потужностей зі знешкодження і знищення найбільш небезпечних категорій відходів, посилення контролю та обмеження використання у виробничих процесах небезпечних речовин, що можуть потрапляти у відходи, налагодження моніторингу за потоками відходів на базі відповідного інформаційного забезпечення, встановлення вимог і правил щодо

розміщення (зберігання) відходів за категоріями небезпечності та розроблення методології оцінки ризику для навколишнього середовища та здоров'я людей, розроблення методики та порядку реабілітації забруднених територій.

Третій. Створення систем заготівлі та утилізації окремих категорій найбільш ресурсноцінних відходів, зокрема пакувальних матеріалів і тари, паперу, зношених шин і гумових відходів, транспортних засобів, електричного та електронного обладнання, батарей і акумуляторів та ін.

Перший шлях є довготривалим, але він спрямований на вирішення проблеми ТПВ через усунення її причин. Інші два шляхи є потенційно привабливішими у часовому аспекті, однак спрямовані на ліквідацію наслідків невирішеності проблеми твердих побутових відходів. Таким чином, в ідеальному варіанті доцільним є ефективне поєднання вищевказаних шляхів.

Крім того, варто взяти до уваги досить складне економічне становище нашої країни та відносно низький рівень та значну складність впровадження новітніх мало- та безвідходних технологій. Тому на даному етапі найбільш реальним є використання другого і третього шляхів розв'язання проблеми ТПВ (швидше за все, третій шлях має бути основним, зважаючи на пріоритетність можливості отримати прибутки для країни із слабкою економічною системою). Вони можуть бути реалізовані відповідно у вигляді використання сміттєспалювальних заводів, а також у вигляді запровадження ефективної системи роздільного збирання відходів і використання сміттєсортувальних комплексів. Розглянемо детально кожен із запропонованих сценаріїв.

Організація системи роздільного збирання твердих побутових відходів

Загальновідомо, що для подальшого ефективного використання відходів необхідне їх сортування. Практика показує, що при роздільному збиранні відходів із загальної їх кількості можна вилучити до 70–80% корисних ресурсів, а за відсутності сортування – не більше 15%. І, звичайно, найбільш ефективно роздільне збирання відходів можливе за місцем їх утворення, тобто для побутових відходів – це сортування самим населенням [1]. При цьому у виробничий цикл повертається певна частина сировини. Таким чином, при здійсненні сортування будуть економитись невідновлювальні ресурси, зменшується забруднення навколишнього середовища внаслідок зменшення кількості відходів, які надходять на сміттєзвалища, зменшується також кількість викидів парникових газів.

Однак, для реалізації роздільного збирання ТПВ сьогодні існує дві головні перешкоди.

Перша перешкода – відсутність належних законодавчих, соціальних та економічних умов для роботи цієї системи, в тому числі стимулюючих заходів, штрафів тощо. Тобто, навіть якщо у людини є бажання сортувати відходи, то робити це їй або незручно, або невигідно, а інколи немає впевненості у тому, що ця робота не буде марною. З моральної точки зору потрібна впевненість у тому, що в подальшому відсортовані відходи дійсно потраплять на переробку чи повторне використання. Дуже часто невдачі у цій сфері обґрунтовують низькою екологічною свідомістю населення і небажанням людей сортувати відходи. Але, в той же час, робота з підвищення екологічної свідомості населення у сфері поводження із відходами практично не ведеться. Більшість організованих систем роздільного збирання відходів – проекти

приватних інвесторів. Як свідчить досвід розвинутих країн, сортування відходів та їх подальше повторне використання – єдиний раціональний шлях подолання існуючих проблем, пов'язаних із накопиченням відходів.

Друга перешкода – поки що, на жаль, більшість людей не готові сортувати сміття. Адже в такому випадку потрібно у власному будинку чи квартирі мати кілька ємностей для різних категорій відходів, людям простіше все викидати в одну ємність. Тому доки у населення немає зацікавленості у зміні способу поводження з ТПВ, доти не буде позитивних змін.

Варто зазначити, що деякі основи роздільного збирання ТПВ у окремих містах закладені (окремі контейнери для тари – скляних, пластикових, жерстяних пляшок), наявність пунктів прийому вторинної сировини. Однак, поки що цього не достатньо для налагодження ефективної системи. Крім того, дуже слабким є інформаційне забезпечення роздільного збирання.

Існує декілька варіантів системи роздільного збирання твердих побутових відходів, які можна застосувати в українських містах.

1) *Детальне сортування твердих побутових відходів на окремі компоненти у домогосподарствах.* За цим варіантом передбачається наявність, як правило, 3 контейнерів різного кольору для окремих відходів (пластику, скла, паперу) та один контейнер для всіх інших відходів. Хоча система може бути розширена ще кількома окремими контейнерами, наприклад, для органічних відходів, окремо для ПЕТ-пляшок тощо. Це залежить від попиту на вказані компоненти та кількість їх утворення. Кожен компонент твердих побутових відходів може бути зібраний індивідуально окремим транспортом з одним відділенням, або, що є більш поширеним у світі, всі компоненти збираються одночасно спеціальним транспортним засобом із кількома відділеннями. Розділені компоненти потім транспортуються до місця їх ущільнення для подальшої обробки і постачання на ринок вторинної сировини [2]. Даний варіант має найвищу ефективність – до 80% вторинної сировини у ТПВ може бути повернута у виробництво. Даний варіант вимагає високої долі участі населення, значних коштів на збирання твердих побутових відходів, але невеликих коштів на їх подальшу обробку.

2) *Збирання двох фракцій.* Термін «збирання двох фракцій» застосовується до системи, в якій населення здійснює сортування відходів на дві фракції – вологу (органічну) фракцію для компостування та змішану суху фракцію (інші відходи), основну частину якої становлять відходи, які в подальшому можуть бути перероблені (папір, скло, пластик, метал тощо). Метод передбачає можливість використання двох окремих контейнерів або двох пластикових кульків (в залежності від типу місцевості) різних кольорів. Періодичність вивезення повинна бути більшою для вологої органічної фракції, щоб уникнути неприємного запаху від розкладання органічних відходів, а суха змішана фракція може забиратися рідше, по мірі наповнення контейнеру. Ця система потребує створення об'єктів для подальшого сортування змішаних відходів, придатних до подальшої переробки, – сортувальних комплексів. Для того щоб отримати високий ступінь участі населення, необхідне проведення ретельної просвітницької роботи та стимулювання. Розглянутий варіант вимагає меншу кількість коштів для збирання відходів, ніж перший варіант (менше контейнерів – менше витрат), а також є зручнішим для населення (оскільки всі відходи розділяються не на 4–5 потоків, а лише на 2). Однак ефективність цієї системи нижча і знаходиться на рівні 45–70% [3]. Крім того, зменшується

економічний ефект від використання відсортованої вторинної сировини, і більші кошти витрачаються на сортування і обробку відходів.

3) *Система пунктів збирання і прийому вторинної сировини.* Для невеликих населених пунктів, які не мають ресурсів для забезпечення систем збирання перероблюваних матеріалів згідно з вищезрозглянутими варіантами, оптимальним способом запровадження сортування може бути просвітницька робота з населенням та його заохочення до вивезення матеріалів у приймальні пункти. Цей метод також можливо застосовувати у більших містах у поєднанні з іншими методами збирання. Система пунктів збирання потребує від мешканців здійснювати сортування перероблюваних матеріалів у місці утворення та доставляти їх у визначений приймальний пункт. Цей приймальний пункт містить контейнери для одного або декількох видів перероблюваних матеріалів. Такі приймальні пункти можуть бути створені в тих же місцях, куди мешканці приносять звичайні відходи, якщо не пропонується жоден інший метод збирання. Приймальний пункт може також знаходитися в центральних місцях, як наприклад, поблизу торговельних центрів та на автостоянках (автозаправках). Одним із способів реалізації даної системи є автоматичні пункти прийому ПЕТ-пляшок (як правило, біля великих магазинів), в яких замість вкинутої пляшки видається певна сума коштів. Ефективність даної системи – приблизно 30–45%.

Сортувальні комплекси

Використання сортувальних комплексів дозволяє населенню не сортувати ТПВ або сортувати їх лише на 2 фракції, коли одна із них – відходи, які в подальшому можуть бути перероблені, – відправляється на сортувальний комплекс для відокремлення різних видів вторинної сировини. Мета таких комплексів полягає у створенні допоміжного об'єкта для оптимізації збирання певних видів відходів та утилізації вторинних матеріалів.

В основному, у сортувальні комплекси можна направляти всі види відходів. Однак, рекомендується збирати вологі харчові відходи, що біологічно розкладаються, окремо і, таким чином, не допускати забруднення ними цінної вторинної сировини.

Існує два принципи сортування: «негативне сортування» і «позитивне сортування». Негативне сортування полягає у видаленні з потоку відходів сторонніх матеріалів. А позитивне сортування полягає у видаленні з потоку відходів вторинної сировини. Організація сортувального комплексу повинна відповідати системі збору побутових відходів, яка використовується в даній місцевості. Її проектне рішення, реалізація та експлуатація будуть різними в залежності від принципу сортування: позитивне сортування для відходів, які до цього не сортувались, або негативне сортування для відходів після роздільного збору.

Більшість українських проектів передбачають позитивне сортування раніше невідсортованих відходів. У країнах Європейського Союзу вже давно відмовилися від позитивного сортування. Українські установки найчастіше копіюють західноєвропейські схеми, які застосовуються при негативному сортуванні.

Сортування раніше невідсортованих відходів більше не застосовується з двох причин: економічна нерентабельність і великі технічні складності.

Економічна нерентабельність:

– необхідно відсортувати весь обсяг твердих побутових відходів для того, щоб вилучити лише 10% матеріалів, які підлягають утилізації. У зв'язку з цим технічні характеристики обладнання повинні прийматися в розрахунок на масу, яка в 10 разів перевищує масу утилізованої сировини, що вимагає великої кількості робітників;

– вартість вторинної сировини не така висока, щоб виплачувати амортизаційні відрахування по обладнанню і покривати експлуатаційні витрати;

– на конвеєрі необхідно обробити 90% маси відходів, яка не представляє жодного інтересу і буде вивезена на звалище або сміттєспалювальний завод.

Технічні складності:

– утилізовані матеріали, забруднені органічними відходами, повинні бути видалені;

– той факт, що утилізовані фракції буквально губляться в потоці змішаних відходів, перешкоджає використанню деяких автоматичних систем, таких як магнітні сепаратори, електричні сепаратори Фуко, балістичні сепаратори;

– робота зі змішаними відходами пов'язана із серйозними проблемами гігієни праці.

Враховуючи досвід розвинутих європейських країн, очікувана ефективність збирання ТПВ з використанням сортувального комплексу для матеріалів, які можна переробити, складає приблизно 10–15% (а для деяких фракцій відходів – 75–80%) [3], що значно нижче ефективності роздільного збирання твердих побутових відходів. Досвід ручного сортування змішаних твердих побутових відходів від житлового сектору, які пройшли через сміттєпровід, контейнер та сміттєвоз, є негативним. Такі відходи не піддаються ручному сортуванню. При цьому робота сортувальників є непривабливою і непродуктивною, а відібрана вторинна сировина, особливо макулатура, є забрудненою і непридатною.

Даний підхід, коли всі відходи збираються разом, не потребує жодних додаткових зусиль від того, хто продукує ці відходи (зручно на організаційному рівні). Відповідно, жодних додаткових коштів для збирання ТПВ не потрібно. Однак, при цьому будуть витрачатись великі кошти на обробку змішаних відходів, в тому числі й на їх сортування на сортувальних комплексах. Крім того, існує значна ймовірність забруднення потенційної вторинної сировини, що призведе до погіршення її якості і зменшення вартості та збільшення витрат на очищення.

Термічна переробка твердих побутових відходів

Одним із перших і, водночас, найпростіших способів утилізації ТПВ було і залишається їх спалювання. В результаті цього процесу відбувається і позбавлення від відходів, і можливе отримання енергії з них, і частково зникає потреба у їх захороненні, а тому і у проблематичному пошуку земельної ділянки. Саме тому сміттєспалювальні заводи (ССЗ) спочатку і набули поширення у світі як альтернатива полігонам. Однак, поступово стало очевидним, що експлуатація ССЗ – теж не найкращий спосіб поводження із відходами,

оскільки спалювання різнорідних відходів викликає іншу екологічну проблему – забруднення повітря.

Варто відзначити, що за кордоном перед спалюванням твердих побутових відходів вони підлягають обов'язковому сортуванню та, як правило, механіко-біологічній обробці, що мінімізує потрапляння небажаних речовин у піч для спалювання та підвищує екологічну безпеку закордонних сміттєспалювальних комплексів [2]. На жаль, в Україні сортування ТПВ практично не відбувається, тому всі відходи спалюються разом без будь-якої обробки (що є екологічно неприйнятним). На сьогодні для спалювання нерозділених відходів відсутні технології і технічні рішення, які повністю виключають надходження багатьох небезпечних речовин у довкілля [5].

Для інтенсифікації процесу спалювання вологість ТПВ має бути не більше 40–45%. Якщо вологість перевищує цей показник, перед спалюванням рекомендується підсушувати відходи [6]. Враховуючи, що у морфологічному складі українських побутових відходів на долю харчових відходів, які в основному і забезпечують високу вологість, припадає найбільша частина, то постає необхідність у додатковому обладнанні для сушіння відходів.

Важко здійснювати контроль за потраплянням на ССЗ заборонених токсичних відходів або таких матеріалів, як полівінілхлорид, які можуть при спалюванні давати велику кількість небезпечних речовин. Атоми важких металів в залежності від їх властивостей концентруються в золі або разом з неспаленою органікою і частинками пилу потрапляють в повітря. У повітря також надходять оксиди сірки, вуглецю і азоту, леткі органічні сполуки, в тому числі діоксини, поліароматичні та інші хлорвмісні вуглеводні.

Крім того, заводи не знищують відходів остаточно. Високотоксичні шлаки та зола, що утворюються в результаті спалювання, а це становить до 30% початкової маси відходів, все одно мають бути поховані на полігонах. В процесі знешкодження ТПВ на ССЗ також утворюються газові викиди, вода від промивання газів (при мокрій очистці), фільтрат (насичений багатьма небезпечними речовинами, які містяться в ТПВ).

Для очистки повітря використовується система багатоступеневих фільтрів. Від деяких газоподібних домішок повітря можна очистити досить легко. Наприклад, кислотні гази можна зібрати, використовуючи тканинні фільтри. А інші забруднювачі потребують складніших очисних пристроїв, таких як фільтри активованого вугілля і електрофільтри високої ефективності. Для зменшення вмісту діоксинів можна спалювати відходи при високих температурах (більше 1200 °С), однак при цьому збільшується вміст інших шкідливих речовин, наприклад оксидів азоту [7].

Негативний вплив на ґрунти здійснюють шлак, зола, неспалені матеріали, які необхідно відповідним чином захоронити. Шлак і зола формують близько 15–20% від початкового об'єму відходів, а леткі сполуки і пил – 3–5%. Шлак складається з гравію, каміння, скляних і металевих включень. Дуже часто зола, яка залишається після спалювання відходів, вважається небезпечною, а тому її захоронюють на полігонах небезпечних відходів.

Разом з тим, більша частина матеріалів, придатних для вторинного використання і переробки, буде втрачена, як і енергія з цих матеріалів.

Свого часу Німеччина зіштовхнулася з переповненням сміттєзвалищ і прийняла план будівництва 120 ССЗ. Під впливом протестів уряд до кінця 1990-х років зумів побудувати тільки 20 заводів, причому багато

федеральних земель відмовилися від спалювання відходів і перейшли до їх інтенсивного роздільного збору та переробки. Прийняття більш суворих стандартів ЄС на спалювання відходів призвело до повсюдного закриття ССЗ і до багатовартісного вдосконалення існуючих комплексів [8].

В країнах, де достатня увага приділяється екологічним проблемам, до половини капітальних витрат при будівництві сміттєспалювальних заводів йде на установку повітроочисних систем. До 1/3 експлуатаційних витрат сміттєспалювальних заводів йде на плату за захоронення золи, що утворюється при спалюванні відходів.

Отже, для забезпечення екологічної безпеки під час роботи сміттєспалювального заводу необхідні дуже великі фінансові витрати і система попередньої підготовки відходів, що для українських міст є мало реальним на сучасному етапі. Тому логічним є використання інших способів поводження з ТПВ.

Значно перспективнішими з екологічної точки зору є піролізні установки, дія яких полягає у термічній деструкції органічної частини твердих побутових відходів без доступу кисню і розплавленні неорганічних компонентів. Вони досліджуються і впроваджуються як альтернатива методу спалювання у розвинутих країнах. У технології піролізу є дві основні переваги в порівнянні зі сміттєспалюванням [6]:

- значне зменшення забруднення повітряного й водного середовищ;
- практично повна утилізація потенційних матеріальних і енергетичних ресурсів, які містяться в побутових відходах.

Однак вартість піролізних установок дуже висока, що перешкоджає їх широкому впровадженню.

Порівняння екологічного впливу різних способів поводження з твердими побутовими відходами

Екологічні впливи різних способів поводження з ТПВ наведені у табл. 1.

Із запропонованої таблиці видно, що найбільш екологічно прийнятним способом поводження з ТПВ є їх роздільне збирання із подальшою утилізацією відібраної вторинної сировини. А використання сміттєспалювальних комплексів є найменш екологічним шляхом поводження з ТПВ.

Таблиця 1. Вплив способів поводження з твердими побутовими відходами на довкілля

Середовище	Спосіб поводження з відходами		
	Роздільне збирання	Використання сортувальних комплексів	Термічна обробка
Повітря	Мінімальний можливий вплив залишкових невідсортованих відходів	Викиди пилу	Викиди CO, CO ₂ , SO ₂ , HCl, HF, NO _x , важких металів, ароматичних вуглеводнів, діоксинів (під час піролізу викиди останніх двох відсутні)

Продовження таблиці 1

Середовище	Спосіб поводження з відходами		
	Роздільне збирання	Використання сортувальних комплексів	Термічна обробка
Вода	Незначне забруднення матеріалами і речовинами, які залишаються невідсортованими і відправляються на сміттєзвалище	Незначне забруднення матеріалами і речовинами, які залишаються невідсортованими і відправляються на сміттєзвалище. Стічні води, забруднені небезпечними речовинами, шкідливими мікроорганізмами (фільтрат)	Потенційне осідання частинок забруднювальних речовин у поверхневі водойми; альдегіди та хлориди у воді від промивання газів
Ґрунт	Незначне забруднення матеріалами і речовинами, які залишаються невідсортованими і відправляються на сміттєзвалище	Незначне забруднення матеріалами і речовинами, які залишаються невідсортованими і відправляються на сміттєзвалище	Захоронення залишків попелу і шлаку, які містять важкі метали та інші небезпечні сполуки

Висновки

Кожен із запропонованих способів поводження з ТПВ має різне співвідношення необхідної розумової та фізичної роботи і, таким чином, передбачає різний ступінь участі утворювача відходів. Крім того, кожен спосіб має різні капітальні та експлуатаційні витрати, що вимагають різного рівня фінансових зобов'язань і населення, і місцевої влади. Нарешті, кожен варіант передбачає отримання матеріалів різного складу і якості, що впливає на ринок вторинної сировини. Вибір моделі поводження з ТПВ залежить також від наявності і повноти законодавства у цій сфері, а також від належності контролю за його виконанням. На вибір способу також значною мірою можуть впливати методи стимулювання населення підлаштовуватись під обрану модель поводження з відходами.

Одним з головних завдань при створенні цілісної системи поводження з відходами є зниження ризику для здоров'я людей та забруднення довкілля. Тому при виборі способу видалення, перероблення, утилізації та знешкодження відходів обов'язково мають бути визначені можливі негативні наслідки для здоров'я населення та впливу на стан довкілля. Пріоритетними методами є такі, що ліквідують негативні наслідки чи хоча б дозволяють їх мінімізувати.

Таким чином, проаналізувавши екологічні показники різних способів поводження з ТПВ, можна зробити висновок, що найбільш екологічно прийнятним є роздільне збирання відходів із подальшою реалізацією вторинної сировини, що також є досить економічно привабливим і може бути вагомим фактором для українських міст. Варто зазначити, що при стабільних затратах всі способи поводження з відходами характеризуються значною мінливістю

прибутків, які залежать від багатьох чинників, а тому у кожному конкретному випадку необхідний індивідуальний підхід. А разом із впровадженням будь-якого способу поводження з відходами необхідним є забезпечення належних умов його реалізації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Іщенко В.А. Аналіз проблеми запровадження роздільного збору відходів на Вінниччині / В.А. Іщенко, В.Г. Петрук // Екологічний вісник. – 2010. – № 6. – С. 27–28.
2. Kreith F., Tchobanoglous G. Handbook of solid waste management. – USA: McGraw-Hill, Inc., 2002. – 822 p.
3. Інтегроване управління та поводження з твердими побутовими відходами у Вінницькій області. Монографія / Під ред. В.Г. Петрука. – Вінниця: Універсум-Вінниця, 2007. – 160 с.
4. Руководство по современному управлению твердыми бытовыми отходами / Ф. Фишо // Программа Тасис «Устойчивое местное развитие в Украине». – К. – 316 с.
5. Управление твердыми бытовыми отходами. Раздельный сбор и сортировка отходов // Материалы проекта Европейского Сообщества INTERREG IIIA «Кооперация в совместном создании системы управления отходами в Псковской области», 2008. – 97 с.
6. Лебедев М.М. Поводження з відходами. Санітарне очищення населених пунктів / М.М. Лебедев, А.Д. Єсипенко – Х: Гриф, 2010. – 354 с.
7. Краснянский М.Е. Утилизация и рекуперация отходов: Учебное пособие / М.Е. Краснянский. – Х: Бурун и К, К.: КНТ, 2007. – 288 с.
8. Іщенко В.А. Аналіз шляхів використання світового досвіду поводження із твердими побутовими відходами в Україні / В.А. Іщенко, П.М. Турчик // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 2. – С. 25–30.

Стаття надійшла до редакції 07.04.2015