

О.Й. ШЕКЕЛЬ, Л.В. ШЕВЧЕНКО

Державне підприємство «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства», м. Київ

ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СФЕРИ ПОВОДЖЕННЯ З ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

Розглянуті напрямки розвитку техніки і технологій збирання та переробки побутових відходів у світовій практиці, а також в Україні. Найбільш перспективними напрямками є роздільне збирання, сортування з вилученням вторинної сировини, компостування органічних компонентів, термічна переробка горючих фракцій на спеціальних ТЕЦ, що працюють на відновлюваному паливі (RDF, SRF, FFW). Найбільш перспективними технологіями термічної переробки горючих фракцій відходів є двостадійні (піроліз, газифікація) когенераційні (з виробленням теплової та електричної енергії) з одночасним переплавом твердого залишку (шлаку) при використанні електродугового або плазмового нагріву. Ці технології найбільш екологічно безпечні і безвідходні, а також енергозберігаючі.

У світовій практиці переробки міських побутових відходів є два стратегічні напрямки:

1. переробка змішаних міських побутових відходів, зібраних за унітарною системою в один контейнер, термічними або біотермічними методами;
2. роздільне збирання окремих видів відходів або сировинно цінних компонентів з подальшим їх досортуванням на спеціальних сміттєпереробних комплексах з ручними та механізованими сортувальними лініями.

Обидва ці напрямки успішно використовуються в багатьох країнах світу, розвиваються і вдосконалюються. Однак в Україні ці напрямки не мають бажаного успіху. Побудовані в 80-і роки минулого сторіччя чотири сміттєспалювальні заводи (м. Харків, Київ, Дніпропетровськ, Сімферополь) для спалювання змішаних твердих побутових відходів (ТПВ) ледь досягли половини своєї виробничої потужності і зараз практично зупинені через невідповідність екологічним вимогам. Київський та Дніпропетровський заводи зараз працюють, але їх системи газоочищення та утилізації тепла недосконалі.

Створене у 2005 році сміттєсортувальне підприємство ВАТ "ГРІНКО" не може організувати в Києві роздільний збір ТПВ на обслуговуваних територіях і налагодити ефективне ручне сортування та зробити свою роботу прибутковою.

У чому ж полягають основні причини цих негараздів?

Основним, найбільш поширеним у світі, методом перероблення змішаних ТПВ є пряме одностадійне їх спалювання на металевих колосникових (валкових чи перештовхуючих) решітках – найпростіший з термічних методів.

При високому вмісту в ТПВ харчових відходів і високій вологості, що характерне для умов України, оскільки повсюдно сміттєзбірні контейнери не закриті кришками, відходи мають низьку теплотворну спроможність (до 1500 ккал/год) і не горять. В наслідок низької температури горіння (800...900°C) залишається велика кількість (до 30% за масою) неспалюваного токсичного золошлакового залишку і утворюються димові гази з дуже шкідливими для людини атмосферними забруднювачами, зокрема високомолекулярними хлорорганічними сполуками (діоксини, фурані, бифеніли), які погано піддаються газоочищенню.

Термічні методи перероблення ТПВ розвиваються в напрямках вдосконалення газоочистки, підвищення температури спалювання відходів, переходу до двостадійного термічного перероблення відходів. При двостадійному термічному переробленні відходів із них спочатку утворюється горючий газ (шляхом піролізу та/або газифікації), який на другій стадії спалюється з виробленням теплової та електричної енергії.

Стосовно другого напрямку, тобто сміттесортування, необхідно вказати на наступне. Існує велике різноманіття методів роздільного збирання відходів і технологій та обладнання для сміттесортування. На стадії утворення ТПВ можна збирати в 2, 3, 4 і більше контейнерів і розділяти на відповідну кількість потоків, які перероблюються на одному чи різних сміттєпереробних підприємствах за окремими технологіями. Тобто має бути створена певна інфраструктура індустрії збирання та вивезення перероблених відходів. При цьому переважна більшість робіт виконується вручну при великій кількості працюючих та за участі всього населення. Основним обладнанням сміттесортувального комплексу є горизонтальний стрічковий конвейер, на якому рухається потік відходів. Сортувальники, робочі пости яких розміщені з обох боків конвейера, відбирають з потоку відходів певні сировинно цінні їх компоненти. При цьому, чим краще відокремлені компоненти відходів на етапі роздільного збирання, тим ефективнішим є сортування.

Сортування змішаних ТПВ є вкрай непродуктивним і небезпечним для працюючого персоналу внаслідок високого бактеріального і гельмінтологічного та іншого забруднення відходів.

Розвиток сміттесортування іде в двох альтернативних напрямках. З одного боку, вдосконалюються методи роздільного збирання і покращення попередньої підготовки відходів та їх компонентів перед ручним сортуванням. З іншого – розробляються машини та механізми для часткової заміни ручної праці сортувальників механізованою, а також - для перероблення змішаних ТПВ без їх сортування. Так, вже створені і використовуються різні види подрібнювачів (роторні зубчасті реверсивні двовальні та одновальні, декові, молоткові, щоківі тощо), сепараторів та просіювачів (барабанні, клавішні, решітчасті, вібраційні, пневматичні, гідравлічні, балістичні, гравітаційні тощо), транспортерів (ланцюгові пластинчасті та планчасті, ковшові; тросові, стрічкові, пневматичні, гідравлічні тощо), пресів (циклічної та неперервної дії), тюкувачів (з ув'язуванням тюків дротом або полімерною стрічкою), навантажувачів тощо.

В Україні починаючи з 60-х років минулого сторіччя було багато спроб впровадити роздільне збирання ТПВ. Деякий успіх був досягнутий при збиранні харчових відходів, однак в цілому, ці спроби були невдалими. Причинами цього є надмірне поширення в наших житлових будинках сміттєпроводів, відсутність коштів на створення індустрії перероблення побутових відходів, оскільки, в цьому випадку, система поводження з ТПВ буде більш затратною, ніж нинішнє збирання та вивезення відходів на звалища, необлаштовані засобами захисту довкілля.

Зважаючи на теперішній склад ТПВ, їх вивезення та захоронення на полігонах і звалищах є неприйнятним, перш за все, за екологічними вимогами, а також вимогами ресурсо- і енергозбереження.

Разом з тим, сучасний рівень розвитку техніки та технологій дозволяє переробляти ТПВ, як змішані, так і відсортовані, без утворення відходів (залишку) та шкідливого екологічного впливу на оточуюче природне середовище.

Короткий огляд та критичний аналіз основних технологій і об'єктів поводження з побутовими відходами ми подаємо за такими категоріями:

1. Звалища і біогаз (смітниковий газ)

На даний час більша частина міських побутових відходів у світі вивозиться на полігони, а в Україні переважно на звалища, які розміщені за десятки кілометрів від міст.

Існуючі полігони та звалища переповнені, а нових місць для їх розміщення немає. В деяких країнах світу (наприклад, у США, Ізраїлі) створюються великі спеціальні полігони-реактори, де збирається і використовується біогаз. В Україні таких полігонів, де можливий ефективний збір та використання біогазу, ще не створено. Необхідно, щоб товщина розміщених (сухих) відходів (які знаходяться вище фільтрату) була більшою, ніж 10 м, а загальна кількість відходів перевищувала 1 млн т.

В Україні полігони та звалища належно не облаштовані засобами захисту довкілля, а тому вони забруднюють атмосферне повітря біогазом (парниковими газами), а ґрунти і ґрунтові, а подекуди і підземні води – фільтратом.

2. Сортування відходів

В деяких країнах світу (також і в Україні) зараз спостерігається активна робота зі створення сміттєпереробних підприємств, обладнаних сортувальними лініями з ручним сортуванням побутових відходів. Однак, як було вже вказано, це надзвичайно трудомісткий, непродуктивний і санітарно небезпечний процес, до того ж, відібрати можна у процесі роздільного збирання, не більше, як 10 % вторсировини із змішаних ТПВ і до 30...50 % – із попередньо підготовлених відходів. Якість відібраної вторсировини (особливо із змішаних відходів) є низькою, оскільки вона, як правило, забруднена і волога. Відібрані полімери для використання в якості вторсировини, потребують подальшого розділення за видами, що, в свою чергу, дуже складно і затратно. Досвід зарубіжних країн (зокрема, Німеччини), засвідчує, що, на даний час, доцільним, як правило, є лише переробка скла, металів, паперу, картону.

3. Компостування

Із відомих способів компостування (у стосах, тунелях, камерах, вертикальних баштах, горизонтальних обертових барабанах тощо) найбільш ефективним є компостування в горизонтальних обертових барабанах. За цією технологією будувались сміттєпереробні заводи в бувшому СРСР, які і зараз функціонують та вдосконалюються, наприклад у Санкт-Петербурзі.

Проблеми полягають у необхідності відбору для компостування лише органічних компонентів рослинного походження. А оскільки це здійснити складно, то виготовлений компост (із змішаних ТПВ) засмічений баластними фракціями і не достатньо якісний, а тому використовується, практично, лише для рекультивації полігонів і звалищ.

Перспективними напрямками у компостуванні є біодинамічні технології з використанням ЕМ-технологій, грибків, бактерій, вермікультури і виробництвом більш якісного, ніж компост, органічного добрива – біогумусу. Останнім часом стрімко набирає поширення також анаеробна ферментація органічних відходів в метантенках з супутнім виробленням біогазу.

4. Термічні методи

Навіть за найкращих умов сортування та переробки вторинної сировини, приблизно 30...70 % побутових відходів має захоронитись на полігонах або переробляться термічними методами. При цьому горючі фракції у змішаних побутових відходах складають 50...70 % за масою.

Для покращення технологічного процесу термічного перероблення горючих фракцій відходів, із них виготовляють спеціальні види, так званого, альтернативного палива: Refus Derivid Fuel (RDF); Solid Recovered Fuel (SRF); Fuel From Waste (FFW) тощо.

До термічних методів належать: спалювання, газифікація, піроліз. Спалювання є одностадійним термічним методом. Газифікація і піроліз – двостадійні. На першій стадії утворюється горючий газ, який на другій стадії утилізується (спалюється) в енергетичних цілях.

4.1. Спалювання

Головним недоліком спалювання, як було сказано раніше, є те, що при ньому утворюються відходи більш токсичні, ніж вхідні ТПВ – це неспалюваний залишок (шлак) і димові гази, які містять важкі метали, оксиди азоту, діоксини, фурани, бифеніли. Основним джерелом утворення NO_x є атмосферне повітря, яке подається в топку котла. Діоксиноутворюючими матеріалами є полімери, пакувальний папір, картон і інше, що містить у собі хлор. Важкі метали викидаються у стійких формах (солей, оксидів) і можуть мігрувати на великі відстані, акумулюватись в оточуючому природному середовищі, зокрема, і в рослинах та живих організмах. Технології екобетонування шлаків після їх нейтралізації потребують великої кількості хімічних реагентів. До того ж, після руйнування екобетону забруднювачі знову потрапляють в оточуюче середовище.

Перспективними напрямками у спалюванні є:

- покращення системи газоочищення до 2 – 3 стадій;
- подача в зону горіння кисню замість повітря;
- утилізація теплової енергії "Waste - to - Energy";

На даний час в Німеччині спалюється до 20 % ТПВ; в Бельгії – 40 %; Швеції – 50 %; Японії – 70 %; Данії, Швейцарії – 80 %.

4.2. Піроліз – це розпад органічної речовини при нагріванні до температури 500...900°C без доступу кисню (повітря) у місткості із зовнішнім нагрівом. В результаті отримують горючий газ (піролізний синтез-газ) і твердий залишок (пірокарбон). Газ спалюють в енергетичних цілях або конденсують у рідке паливо – мазут. Піроліз є більш екологічно безпечним процесом, ніж одностадійне спалювання, і енергетично цей процес вигідніший, однак його екологічні переваги частково втрачаються на подальших стадіях перероблення горючого газу і твердого залишку. Технологічно процес піролізу є складнішим, ніж просте одностадійне спалювання, а тому його практична реалізація потребує вищого технічного рівня обладнання та застосування новітніх технологій.

Існують конструкції піролізних реакторів шахтні або барабанні. В шахтних реакторах процес піролізу, як правило, циклічний, а в барабанних – неперервний.

4.3. Газифікація – це процес, подібний до пролізу, але з обмеженою подачею повітря, недостатньою для повного окислення горючих фракцій відходів. Температура в зоні газифікації 900...1200°C. Процес відбувається у спеціальному реакторі із використанням вогнетривких матеріалів для термічного захисту металевих конструкцій. В результаті також отримують горючий (генераторний) газ і твердий золошлаковий залишок. Також утворюються хлорорганічні високомолекулярні сполуки, NO_x , оксиди і солі важких металів, однак, в меншій кількості, ніж при простому спалюванні відходів.

4.4. Піроліз із використанням термоудару (у розплаві солей, або металу з мінеральними добавками) процес проходить при температурах 1300...1600°C в присутності каталізаторів. При цих температурах руйнується решітка діоксинів, а отриманий горючий газ висококалорійний і не потребує складного очищення. Однак, складність регенерації відпрацьованих розплавів солей чи металів, насичених шлаками, не дає можливості реалізувати цей процес в промислових установках.

4.5. Найбільш перспективним напрямком є газифікація (піроліз) з одночасним переплавом шлаку (твердого залишку) при використанні електродугового або плазмового нагріву (при температурах 2000...4000°C). Цей процес є найбільш екологічно безпечним і безвідходним, а також неперервним.

Зараз відпрацьовуються конструктивні рішення для реакторів неперервної дії з утворенням горючого газу із відходів, розплавів інертного шлаку і поліметалів.

Над таким реактором також працює ДП НДКТІ МГ спільно з інститутами НАНУ.

В НДКТІ МГ при участі інших інститутів, науковців, конструкторів, проєктантів розробляється технологія безвідходного перероблення ТПВ з використанням елементів

сміттєсортування, компостування та двостадійного термічного перероблення горючих фракцій відходів.

Ця технологія пристосована як до перероблення змішаних ТПВ, так і їх компонентів, підготовлених у процесі роздільного збирання. Основні робочі процеси технології механізовані, в тому числі розділення відходів на фракції за розмірами, щільністю, парусністю, магнітними властивостями тощо. Ручне сортування використовується мінімально, лише для виконання контролюючих функцій та спостережень.

Застосовуються машини та обладнання переважно вітчизняного виробництва з розробленням та виготовленням частини нестандартного обладнання для кожного сміттєпереробного комплексу. Набір машин та обладнання формується для кожного окремого проекту такого комплексу залежно від місцевих умов конкретного міста та побажань і фінансових можливостей замовника.

Вирішення проблеми очищення міста від відходів є надзвичайно складним науково-технічним, виробничо-промисловим, організаційно-управлінським, соціально-економічним завданням. Специфіка міських побутових відходів полягає у широкій сфері їх утворення (практично скрізь, де проживає, працює чи тимчасово знаходиться людина); величезній їх кількості, яка постійно зростає в міру збільшення кількості населення та покращення його добробуту; широкому різноманітті та непередбачуваності складу і властивостей побутових відходів. У цих відходах присутні практично всі предмети, матеріали, речовини, які існують у природі та штучно створені і вироблені людиною. Змішані ТПВ являють собою гетерогенну суміш, що важко піддається будь-якому переробленню.

Тому існує велике різноманіття технологій і засобів механізації, машин та обладнання, розумне поєднання яких може створити умови для ефективного функціонування системи санітарного очищення та прибирання певного населеного пункту. Такі системи мають створюватись фахівцями для міста чи регіону за індивідуальними проектами з урахуванням місцевих особливостей та планованих цілей.

Основні етапи становлення ефективної системи поводження з побутовими відходами в певному населеному пункті, на наш погляд, повинні бути наступними:

1. Розробка Концепції розвитку сфери поводження з побутовими відходами;
2. Розробка Програми поводження з побутовими відходами;
3. Розробка Схеми санітарного очищення та прибирання населеного пункту;
4. Розробка Проектів та будівництво і введення в експлуатацію окремих об'єктів сфери поводження з побутовими відходами.

Такі роботи може виконати ДП НДКТІ МГ для окремих населених пунктів чи регіонів на договірних засадах. Перелік виконуваних робіт приведений у нашому рекламному листку та на сайті інституту.

О.Й. Шекель, Л.В. Шевченко

ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СФЕРЫ ОБРАЩЕНИЯ С БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ

Рассмотрены направления развития техники и технологий сбора и переработки бытовых отходов в мировой практике, а также в Украине. Наиболее перспективными направлениями являются: раздельный сбор, сортировка с извлечением вторсырья, компостирование органических компонентов, термическая переработка горючих фракций на специальных ТЭЦ, которые работают на возобновляемом топливе (RDF, SRF, FFW). Наиболее перспективными технологиями термической переработки горючих фракций отходов являются двухстадийные (пиролиз, газификация) когенерационные (с производством тепловой и электрической энергии) с одновременным переплавом шлака при использовании электродугового или плазменного нагрева.

Эти технологии являются наиболее экологически безопасными и безотходными, а также энергосберегающими.

O.I. Shekel, L.V. Shevchenko

TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR THE SCOPE OF THE TREATMENT OF DOMESTIC WASTE

The directions developments of technique and technology for collecting and recycling of domestic waste in world practice, as well as in Ukraine are considered. The most promising areas are: the separate collection, sorting to the recovery of secondary raw materials, composting of organic components, thermal processing of combustible fractions on special CHP, which work on renewable fuel (RDF, SRF, FFW). The most promising technology of thermal processing of combustible waste fractions are two-stage (pyrolysis, gasification) cogeneration (production of heat and electricity) with simultaneous remelting slag using electric arc or plasma heating. These technologies are the most environmentally safe and non-waste, as well as energy-efficient.