

ЕКОЛОГІЧНО ПРИЙНЯТНІ ШЛЯХИ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Борук С. Д., докт. техн. наук, доцент (каф. хімічного аналізу, експертизи та безпеки харчової продукції, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича)

Анотація. До особливо небезпечних відходів відносять відходи, здатні до деградації в навколишньому середовищі. Процеси розкладання супроводжуються виділенням тепла, утворенням горючих та токсичних речовин. Полігони зберігання відходів, як промислових, так і побутових, є постійно діючим джерелом забруднення.

Проведені дослідження показали, що термічна обробка призводить до втрати зразком маси, зменшення інтенсивності вимивання речовин водою. Спільна термічна обробка сміття із глинистими мінералами дозволяє суттєво зменшити інтенсивність процесів вимивання токсичних речовин. Запропонована технологічна схема переробки сміття, що зберігається на полігонах тривалий час. Впровадження такої схеми дозволяє суттєво зменшити рівень забруднення довкілля, зумовленого зберіганням сміття.

Ключові слова: тверді побутові відходи, термічна обробка, процеси деградації під впливом факторів навколишнього середовища, вимивання токсичних речовин.

Abstract. Particularly hazardous waste includes waste capable of degradation in the environment. Decomposition processes are accompanied by heat generation, formation of combustible and toxic substances. Landfills, both industrial and municipal, are a constant source of pollution.

Studies have shown that heat treatment leads to a loss of mass by the sample and a decrease in the intensity of leaching of substances by water. Joint heat treatment of garbage with clay minerals can significantly reduce the intensity of toxic substances leaching processes. A technological scheme for recycling waste stored at landfills for a long time is proposed. The implementation of such a scheme can significantly reduce the level of environmental pollution caused by the storage of garbage.

Keywords: municipal solid waste, heat treatment, degradation processes under the influence of environmental factors, leaching of toxic substances.

Вступ. Зростання кількості відходів обумовлено зниженням якості первинної сировини та збільшенням обсягів споживання. На даний момент на території України накопичено та зберігається величезна кількість відходів, що призводить до виникнення і загострення локальних і глобальних екологічних проблем. До особливо небезпечних відходів відносять відходи, здатні до деградації в навколишньому середовищі. Процеси розкладання супроводжуються виділенням тепла, утворенням горючих та токсичних

речовин. Полігони зберігання відходів, як промислових, так і побутових, є постійно діючим джерелом забруднення [1-3].

Аналіз стану питання. Незважаючи на тепловиділення, розглядати відходи як потенційні енергоносії не можна. Як термодинамічна система такі відходи знаходяться в стані близькому до рівноваги з навколишнім середовищем. Згідно ексергетичним принципам теплота має тим меншу практичну цінність, чим менше різниця температур між джерелом і приймачем теплоти. Таким чином, технічна працездатність такої системи прагне до нуля, а пряме спалювання відходів для отримання теплової енергії не раціонально з економічної точки зору і небезпечно з екологічної [4].

Мета: запропонувати технологічну схему переробки сміття, що зберігається на полігонах тривалий час.

Методики, матеріали і результати досліджень. На даний момент у світі у великих масштабах реалізуються два шляхи вирішення проблеми накопичення відходів – облаштування полігонів для їх зберігання та сміттєспалювання. Жодне з них не дає прийнятних результатів. Зберігання відходів на полігонах вимагає значних капіталовкладень, площ і часу, що в умовах постійного збільшення їх кількості неприпустимо. Спалювання відходів, навіть із застосуванням сучасних технологій, призводить до забруднення навколишнього середовища. Так в ряді країн ЄС фіксується фонові концентрації діоксинів. Відповідно до проведених досліджень їх наявність обумовлено саме сміттєспалюванням. Крім того для досягнення повної деструкції активних інгредієнтів відходів необхідно застосування первинних енергоносіїв, як правило газу, що значно підвищує собівартість процесу [4].

Рішенням проблеми утилізації відходів є проведення їх поділу на три групи за запасами хімічної енергії та можливості переробки із метою отримання висококалорійного палива. Прямому похованню підлягають тільки інертні відходи, як правило, мінеральної природи (скло, бетон). Відходи, деградація яких супроводжується виділенням теплової енергії, поділяються на дві категорії. Якщо питомий запас енергії у відходах значний (полімерні матеріали, автомобільні шини, відходи деревини та інше), то такі відходи (або продукти їх переробки) доцільно використовувати як вторинні енергоносії.

Друга група – це відходи із незначним запасом енергії. Їх частка у складі побутового сміття, особливо після тривалого зберігання на полігонах, досить значна. Повільно розкладаючись, такі відходи є джерелом забруднення довкілля широким спектром речовин, у тому числі токсичних. Забруднення відбувається неорганізовано, із великої площі. Внаслідок цього проведення будь-яких заходів для зменшення викидів стає неможливим.

Перспективним екологічно прийнятним напрямом утилізації таких відходів є проведення їх нейтралізації з отриманням стійких у часі сумішей, які здатні зберігатись на полігонах не забруднюючи довкілля. Цього можна досягти шляхом проведення термічної обробки сміття або його суміші з природними глинистими мінералами. Така обробка пришвидшує процес

деградації нестійких речовин і дає можливість проводити його організовано з очищенням викидів речовин, що утворюються при його проведенні.

В якості об'єкта дослідження використовували:

– зразок твердих побутових відходів зі сміттєзвалища м. Чернівці, термін зберігання два – три роки; темно-бура суміш із неприємним запахом, насипною густиною $\sim 0,6 \text{ г/см}^3$, легко пресується із виділенням коричневої рідини, густина пресованого зразка складає $1,8 \text{ г/см}^3$; зразок різномірний за своїм складом, тому, для досягнення відтворювальних результатів проводили його висушування до повітряно-сухого стану і пропускали через сито з розміром отворів 5 мм.

– гідрослюди́ста глина Калуш-Голинського родовища; темно сірий порошок диспергуваний за допомогою кульового млину, загальною формулою: $\text{K}_{1-1,5}\text{Al}_4[\text{Si}_{6,5-7}\text{Al}_{1-4,5}\text{O}_{20}](\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, відноситься до глинистих мінералів типа слюд зі шаруватою структурою і формою кристалів, що наближається до гексагональної з неперервними шарами з тетраєдрів SiO_4 . Розмір частинок 0,1 – 50 мкм.

Проведені дослідження показали, що термічна обробка призводить до втрати зразком маси. Виділяються газоподібні продукти з неприємним запахом. Підвищення температури призводить до зростання втрат маси зразків. Оптимальний час проведення термічної обробки 20 хвилин. За всіх значень температур подальше проведення термічної обробки стає менш ефективним (табл. 1).

Таблиця 1

Масова частка зразків сміття, що залишається під час проведення термічної обробки

Т, К	Час проведення термічної обробки, хв.						
	0	5	10	15	20	25	30
373	1	0,92	0,86	0,80	0,75	0,71	0,68
473	1	0,85	0,75	0,68	0,60	0,57	0,54
573	1	0,78	0,69	0,60	0,56	0,54	0,52
673	1	0,75	0,63	0,55	0,53	0,51	0,49

Зменшення маси зразків досягається за рахунок їх висушування та втрати (частково з деструкцією) органічних речовин. Нами встановлено, що із зразків після проведення термічної обробки, при їх контакті з дистильованою водою значно менше хімічні сполуки. Зменшується оптична густина розчинів та їх окиснюваність (табл. 2). Крім того інтенсивність запаху води зменшується відповідно з 4 до 2 балів. При цьому рН зразків змінюється мало і не системно, в межах від 8,2 до 8,4. Це дозволяє зробити висновок, що даний показник суттєво залежить від випадкових факторів, таких як наявність сполук лужних та лужноземельних металів, залишків миючих засобів та інше.

При зберіганні відходів превентивною мірою для їх самозаймання є перешарування пресованого сміття шарами глинистих мінералів. Глинисті

мінерали здатні суттєво обмежувати контакт шарів сміття із ґрунтовими водами, попереджають надходження газоподібних продуктів деструкції сміття у повітря. Тому ми зробили припущення, що спільна термічна обробка твердих відходів із глинами також дасть позитивний ефект. При цьому можна припустити, що тісніший контакт частинок глинистого мінералу і частинок сміття дозволить більш ефективно блокувати виділення небезпечних речовин у біосферу за рахунок високої адсорбційної здатності останніх. Ми виготовили зразки зі сміття та гідрослюдистої глини у співвідношення 1 : 1 та провели їх термічну обробку. Проведені дослідження підтвердили наші припущення.

Нами встановлено, що при проведенні термічної обробки втрата маси зразків зумовлена лише процесами, що відбуваються у відходах (табл. 3).

Таблиця 2

Оптична густина / хімічне споживання кисню розчинів ($\text{мг O}_2/\text{дм}^3$), що утворилися при контакті зразків сміття із дистильованою водою після проведення термічної обробки

Т, К	Час проведення термічної обробки, хв.						
	0	5	10	15	20	25	30
373	<u>0,65</u> 2380	<u>0,50</u> 2100	<u>0,42</u> 1850	<u>0,39</u> 1710	<u>0,36</u> 1600	<u>0,34</u> 1420	<u>0,33</u> 1300
473	<u>0,65</u> 2380	<u>0,44</u> 1900	<u>0,36</u> 1650	<u>0,32</u> 1430	<u>0,28</u> 1280	<u>0,26</u> 1200	<u>0,25</u> 1170
573	<u>0,65</u> 2380	<u>0,39</u> 1640	<u>0,32</u> 1280	<u>0,26</u> 1110	<u>0,24</u> 1020	<u>0,23</u> 960	<u>0,22</u> 940
673	<u>0,65</u> 2380	<u>0,33</u> 1200	<u>0,23</u> 960	<u>0,19</u> 890	<u>0,18</u> 860	<u>0,17</u> 840	<u>0,16</u> 830

Таблиця 3

Масова частка суміші зразків сміття та гідрослюдистої глини, що залишається під час проведення термічної обробки

Т, К	Час проведення термічної обробки, хв.						
	0	5	10	15	20	25	30
373	1	0,95	0,93	0,90	0,88	0,86	0,84
473	1	0,92	0,88	0,84	0,80	0,79	0,77
573	1	0,89	0,85	0,80	0,78	0,77	0,76
673	1	0,88	0,83	0,78	0,77	0,76	0,75

Також суттєво зменшується інтенсивність вимивання речовин зі зразків при їх контакті водою (табл. 4).

Таблиця 4

Оптична густина / хімічне споживання кисню розчинів ($\text{мг O}_2/\text{дм}^3$), що утворилися при контакті суміші зразків сміття та гідрослюдистої глини з дистильованою водою після проведення термічної обробки

Т, К	Час проведення термічної обробки, хв.						
	0	5	10	15	20	25	30
373	<u>0,42</u> 1210	<u>0,30</u> 1090	<u>0,20</u> 950	<u>0,14</u> 840	<u>0,12</u> 750	<u>0,10</u> 680	<u>0,08</u> 620
473	<u>0,42</u> 1210	<u>0,26</u> 840	<u>0,18</u> 760	<u>0,12</u> 700	<u>0,10</u> 640	<u>0,08</u> 590	<u>0,06</u> 550
573	<u>0,42</u> 1210	<u>0,19</u> 780	<u>0,15</u> 710	<u>0,11</u> 660	<u>0,09</u> 610	<u>0,06</u> 550	<u>0,05</u> 490
673	<u>0,42</u> 1210	<u>0,12</u> 590	<u>0,09</u> 500	<u>0,07</u> 460	<u>0,06</u> 420	<u>0,05</u> 400	<u>0,04</u> 380

Проведені дослідження дозволили рекомендувати для переведення твердих відходів, що зберігаються на полігоні тривалий час у інертний стан їх змішування з глинистими мінералами та проведення спільної термічної обробки за температури 500 – 600 К.

При проведенні обробки сміття на двох стадіях утворюються газоподібні речовини, які забруднюють атмосферу, створюють небезпеку для людей. Крім того під час зберігання сміття на полігонах утворюються газоподібні речовини (у першу чергу метан), які, як відомо літератури, здатні ґрунтовими порами підійматись на поверхню, утворюючи у приземному шарі потенційно небезпечні концентрації.

Це зумовило необхідність провести дослідження спрямовані на попередження забруднення повітря.

Нами встановлено, що процеси виділення газоподібних продуктів зразками сміття, після обробки починаються за температури, що перевищують температуру їх термічної обробки на 10 – 15 ° для випадку обробки сміття, і на 90 – 110 ° – у разі проведення спільної обробки сміття із глинистими мінералами.

Іншим небезпечним фактором є утворення газоподібних викидів за реалізації запропонованої схеми переробки сміття. Для їх нейтралізації запропоновано встановити піч опалювання.

На основі проведених досліджень нами була запропонована наступна схема переробки сміття (рис. 1):



Рис. 1. Технологічна схема переробки сміття

Сміття з полігону завантажують в сушарку і доводять до повітряно-сухого стану. Найбільш доцільним є висушування за допомогою сухого повітря. Забруднену газоповітряну суміш подають у піч опалювання для попередження забруднення повітря. Висушене сміття сортують за розмірами. Фракції з розмірами частинок більше 50 мм подаємо на подрібнювач. Конструкцію та принцип дії подрібнювача визначають, виходячи із природи сміття. У нашому випадку, найбільш доцільно використовувати високошвидкісну січкарку.

Подрібнене сміття подають на лопатковий змішувач разом із гідрослюди́тою глиною. Залишкової вологи вистачає для забезпечення агрегації частинок у великі агрегати, розміром 5 – 12 см. Отриману суміш подають у піч для спікання. Гази, що утворюються, відводять та подають у піч для опалювання.

Утворені шлаки можна захоронювати на полігонах. Їх зберігання не буде призводити до забруднення довкілля.

Висновки. Отже, проведені дослідження показали, що термічна обробка призводить до втрати зразком маси, зменшення інтенсивності вимивання речовин водою. Оптимальний час проведення термічної обробки 20 хвилин за всіх значень досліджуваних температур. Встановлено, що рН зразків води після контакту зі сміттям змінюється мало і не системно в межах від 8,2 до 8,4. Це

дозволяє зробити висновок, що даний показник суттєво залежить від випадкових факторів, таких як наявність сполук лужних та лужноземельних металів, залишків миючих засобів та інше. Спільна термічна обробка сміття із глинистими мінералами дозволяє суттєво зменшити інтенсивність процесів вимивання токсичних речовин. Запропонована технологічна схема переробки сміття, що зберігається на полігонах тривалий час. Впровадження такої схеми дозволяє суттєво зменшити рівень забруднення довкілля, зумовленого зберіганням сміття.

Література

1. Кирилеско О.Л. Утилізація та рекуперація вторинних матеріальних ресурсів: Навчальний посібник – Харків, Національний технічний університет “ХПІ” – 2003 – 425 с.

2. Делалио А., Гончарук В.В., Корнилович Б.Ю. Утилизация осадков городских сточных вод // Химия и технология воды. – 2003. – Т. 25, №5. – С. 458–464.

3. Гриценко А.В., Горох Н.П., Внукова Н.В., Коринько И.В., Туренко А.Н., Шубов Л.Я. Технологические основы промышленной переработки отходов мегаполиса: Учебное пособие. – Харьков: ХНАДУ, 2005. – 340 с.

4. Сафранов Т.А., Губанова Е.Р., Шанина Т.П. Принципы обращения и управления потоками твердых бытовых отходов в Одесской агломерации // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2005. – № 1. – С. 5-11.