

7 Życzyńska A. Rzeczywiste oszczędności ciepła i kosztów ogrzewania po termomodernizacji budynków wielolokalowych/A.Życzyńska G.Dyś.//XXIV Spotkania Producentów, Dystrybutorów i Odbiorców Ciepła Puławy 29-31 stycznia 2008 r. Materiały konferencyjne, 2008. – P.73-80.

8 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 marca 2009 r. (z póź. zmianami) w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. nr 43/2009 r. poz. 346);

9 Ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów z dnia 21.11.2008 (tekst jednolity Dz.U. z 30.05.2014 r., poz. 712);

10 Życzyńska A. Wykorzystanie audytu oraz świadectwa energetycznego budynku przy zarządzaniu nieruchomością/ A.Życzyńska // Budownictwo i Architektura, №12(4), 2013. – P.107-116.

11 Barbeta G. P. The impact of energy audits on energy efficiency investment of public owners. Evidence from Italy/G.P.Barbeta, P.Canino, S.Cima// Energy, V.93, P.1, №15. – P.1199-1209.

12 Murphy L. The influence of energy audits on the energy efficiency investments of private owner-occupied households in the Netherlands/L.Murphy//Energy Policy, V.65, №2, 2014. – P.398-407.

13 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 18.03.2015 r., poz. 376);

14 Balaras C.A. Empirical assessment of calculated and actual heating energy use in Hellenic residential buildings/C.A.Balaras, E.G.Dascalaki, K.G.Droutsa, S.Kontoyiannidis // Applied Energy, V.164, №2, 2016. – P.115-132.

© М. С. Мальований,
А. Жичинська

Надійшла до редакції 11 липня 2016 р.
Рекомендував до друку
докт. техн. наук Я. М. Семчук

УДК (574+502):55

*О. Р. Манюк, Н. В. Боднар, М. Ю. Голембйовська
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЗА РАХУНОК ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ГОРЮЧИХ КОМПОНЕНТІВ

В роботі, на основі проведених досліджень, науково обґрунтовано виділення і використання із гетерогенної суміші твердих побутових відходів горючих компонентів з високою теплотвірною здатністю. Використання яких, як паливо на Бурштинській ТЕС, дозволить зекономити природні ресурси (газ, вугілля), суттєво зменшити об'єми міграції забруднюючих речовин в довкілля, зменшити потребу в земельних ресурсах під нові полігони ТПВ.

Ключові слова: тверді побутові відходи, горючі компоненти, біогаз, довкілля, енергетичний потенціал.

В работе, на основании проведенных исследований, научно обосновано выделение и использование из гетерогенной смеси твердых бытовых отходов горючих компонентов с высокой теплотворной способностью. Использование которых, как топливо на Бурштынской ТЭС, позволит сэкономить природные ресурсы (газ, уголь), существенно уменьшить объемы миграции загрязняющих веществ в окружающую среду, уменьшить потребность в земельных ресурсах под новые полигоны ТБО.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, горючие компоненты, биогаз, окружающая среда, энергетический потенциал.

In-process on the basis of undertaken studies a selection and use are scientifically reasonable from heterogeneous mixture of hard domestic wastes of combustible compos of with high calorific ability. Use of that, as a fuel on Burstyn TES will allow to economize natural resources (gas, coal), substantially decrease the volumes of migration of contaminants in an environment, to decrease a requirement in the landed resources under the new grounds of hard domestic wastes.

Keywords: hard domestic wastes, combustible components, biogas, environment, power potential.

Вступ та актуальність проблеми. Безумовно, проблема складування і зберігання побутових та промислових відходів є однією з найактуальніших та життєво важливих екологічних проблем України, яка нагадала про себе нещодавніми подіями на Грибовицькому сміттєзвалищі поблизу Львова.

Так, за підрахунками спеціалістів, за час свого існування (особливо в останні 20 років) людина зуміла знищити більше половини природних екосистем планети, які могли переробляти відходи людської життєдіяльності. Як наслідок, об'єм допустимої дії на біосферу уже перевищує допустиму норму в декілька разів. На сьогодні в навколишнє середовище викидаються тисячі тонн речовин, які ніколи у ньому не знаходились (пластмаси, пластик та ін.) і які практично не піддаються перетворенню існуючими природними екосистемами.

Отже, на сьогодні суспільство зіткнулося з одного боку із всезростаючими потребами, а з іншого - з неспроможністю біосфери забезпечувати асиміляцію відходів.

На жаль існуюча в Україні схема поводження з твердими побутовими відходами полягає в тому, що близько 95% твердих побутових відходів (ТПВ) складаються на полігонах захоронення, так званих сміттєзвалищах. При цьому переважна більшість таких сміттєзвалищ не відповідає елементарним вимогам до їхнього влаштування та експлуатації. У них немає ізолювальних захисних екранів, часто порушують технологію складування відходів. Унаслідок цього вони з природоохоронних споруд, які повинні були б забезпечувати захист довкілля від забруднення атмосфери, ґрунтово-рослинного покриву, підземних і поверхневих вод, перешкоджати поширенню забруднень за межі майданчика складування сміття, перетворюються в потужні вогнища дестабілізації екологічної ситуації.

Усе це ставить на порядок денний необхідність детального вивчення екологічного стану таких полігонів ТПВ та розробки необхідних заходів, щодо зниження екологічного навантаження цих об'єктів на довкілля.

Аналіз останніх досліджень і публікацій в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Слід зазначити, що проблема оцінки характеру та особливостей впливу полігонів ТПВ на різні компоненти довкілля на сьогодні є маловивченою. Проведені дослідження [1, 3, 5 та ін.] не мають системного характеру. Вони здебільшого охоплювали окремі складові довкілля, не враховуючи особливостей природних умов територій. Відбір проб на аналізи проводяться здебільшого без прив'язки їх до топографічної основи.

Переважну більшість із них відбирають лише в межах санітарно-захисної зони, а набір забруднюючих інгредієнтів, які вивчають, постійно змінюється.

Метою наших досліджень і зокрема цієї праці є диференціація, тобто виділення внеску окремих вуглецевмісних компонентів полігонів ТПВ у загальному екологічному навантаженні об'єкту, що вивчається на довкілля.

Виклад основного матеріалу досліджень. Особливо гострою ця проблема є для найбільшого на території Івано-Франківської області полігону твердих побутових відходів, який розташований поблизу села Рибного за 15 кілометрів від обласного центру (рис. 1). На жаль цей полігон, як і Грибовицький поблизу Львова, будувався за радянських часів і має аналогічні проблеми. Так, найбільшими проблемами полігону є його наповненість, на 75%, переповненість відстійників фільтратом, а також виділення біогазу. І якщо обсяги вивезення сміття не зміняться, то потужності полігону вистачить лише на 10 років.

У морфологічному складі ТПВ полігон с.Рибне представлений наступними фракціями: по-перше ті, що легко розкладаються (харчові відходи та папір); по-друге такі



Рис. 1. Полігон ТПВ у с. Рибне Івано-Франківської області

для яких характерний середній по тривалості період розпаду (дерево, текстиль); по-третє фракції, що погано розкладаються і мають тривалий період розпаду (пластик, кістки, резина, шкіряні вироби), та такі фракції, що практично не піддаються розпаду і представлені чорними та кольоровими металами, скло, будівельне сміття (табл. 1).

З точки зору елементного складу полігону ТПВ то, як показала практика досліджень, основу їх складають вуглецевмісні компоненти (табл. 2). Саме такі компоненти і зумовлюють суттєве екологічне навантаження при експлуатації полігонів ТПВ в навколишньому середовищі.

Таблиця 1

Період напіврозпаду відходів та фактори біорозпаду різних типів ТПВ

Тип ТПВ	Відходи	Період напіврозпаду відходів, рік			Фактор біорозпаду
		мокрих	середніх	сухих	
Легко розпадаються	Харчові відходи, одноразовий папір-посуд, журнальний папір	3	7	15	0,83
Середній період розпаду	Целофан, упаковка, офісний папір, трава, листя	7	15	25	0,60-0,72
Тривалий період розпаду	Гофрований картон, дерев'яні вироби	15	25	50	0,22

На даний час, полігон складування ТПВ с. Рибне нами розглядається як активний біологічний реактор, управління яким лише в теперішній час починають вивчати. Так, в складній системі біореактора, який працює при постійному надходженні свіжих відходів через нерівномірні проміжки часу, проходить процес біодеградації органігенів ТПВ шляхом дії на них аеробної і анаеробної мікрофлори. Так у товщі заскладованих на

полігоні відходів під дією мікрофлори проходить біотермічний процес, тобто анаеробний процес розпаду органічних складових, в результаті в атмосферу потрапля біогаз, головним складником якого є метан і диоксид вуглецю (до 96 %). Поряд з основними компонентами біогаз включає: пару води, аміак, толуол, ксилол, етилбензол, фенол, сірководень.

Таблиця 2

Елементний склад ТПВ с. Рибне

Компоненти ТПВ	Хімічна формула					Зольність, Д.од	Вологість, Д.од
	C	H	O	N	S		
Харчові відходи	320	508	188	14,9	1,0	0,05	0,7
Одноразовий папір, паперовий посуд, журнальний папір	581	952	441	3,4	1,0	0,06	0,06
Целофан, упаковка, офісний папір	581	952	441	3,4	1,0	0,06	0,06
Гофрований картон	581	952	441	3,4	1,0	0,06	0,06
Вироби з деревини	425	636	254	6,41	1,0	0,045	0,6
Тканина	979	1396	417	70,2	1,0	0,025	0,1
Шкіра	400	635	58,1	57,2	1,0	0,1	0,1

Нами, на основі стехіометричних моделей повного розпаду для вуглецевмісних компонентів ТПВ і морфологічного складу відходів полігону, з врахуванням часу розкладання і даних по складу біогазу [2, 4], було спрогнозовано питомий вихід біогазу за окремими компонентами ТПВ полігону с. Рибне (табл. 3, рис. 2).

Таблиця 3

Питомий вихід біогазу за окремими компонентами ТПВ полігону с. Рибне

Назва компонента ТПВ	Вміст кг/кг, ТПВ	Час повного розпаду, роки	Середньорічний вихід (за роками генерації)				
			1-14	15-30	31-50	51-100	Всього
Макулатура*	0,096	14	0,0039	0,0	0,0	0,0	0,1359
Макулатура**	0,072	30	0,0014	0,0014	0,0	0,0	
Макулатура***	0,072	50	0,0008	0,0008	0,0008	0,0	
Дерево	0,026	50	0,0002	0,0002	0,0002	0,0	0,0088
Текстиль	0,044	30	0,0011	0,0011	0,0	0,0	0,0321
Шкіра	0,0065	40	0,0002	0,0002	0,0002	0,0	0,0063
Резина	0,0065	1000	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,0069
Плівка	0,026	200	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,0193
Пластмаса.	0,032	1000	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,0237
Харчові відходи	0,1882	14	0,00901	0,0	0,0	0,0	0,1261
Всього			0,0166	0,0037	0,0013	0,0001	0,3592

*– одноразовий посуд;

**– офісний папір;

***– гофрований картон

Аналіз отриманих даних таблиці та рисунку показав, що максимальне утворення біогазу проходить в перші роки генерації, за рахунок матеріалів, які швидко розпадаються.

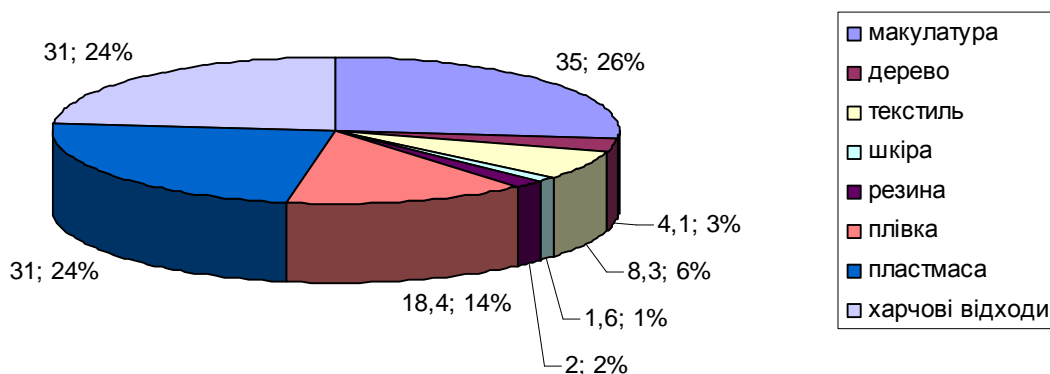


Рис. 2. Розподіл газоносної здатності за компонентами ТПВ

Відповідно загальний емісійний потік, який надходить у навколишнє середовище в результаті розкладання ТПВ, можна класифікувати за агрегатним станом на потік газоподібних E_g (в основному характеризується генерацією біогазу), розчинних E_p (утворення фільтрату) і твердих матеріалів E_t (грунти і акумульовані у ньому нерозчинні сполуки):

$$E = \sum E_i = E_g + E_p + E_t \quad (1)$$

Відповідно, зменшення маси компонентів ТПВ, за рахунок їх розпаду можна описати наступним рівнянням [4]:

$$m = m_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T_{0,5}} \Delta t} \right) \quad (2)$$

де, m – маса компонентів ТПВ, яка ще залишилась на звалищі на момент часу, t ; m_0 – початкова маса на момент часу t_0 , кг; $T_{0,5}$ – час напіврозпаду, роки; Δt – період складування, роки.

Так використовуючи вище наведену формулу (2) нами проведено відповідні розрахунки в результаті яких встановлена величина зменшення маси заскладованих матеріалів, що в свою чергу дозволило кількісно оцінити ($E_g + E_p$). Відповідні результати проведених досліджень деструкції вуглецевмісних компонентів ТПВ нами представлено в табл. 4.

Аналіз отриманих даних (табл. 4) показав, що найбільший процент утворення розчинних речовин серед вуглецевмісних компонентів полігону ТПВ припадає на відходи із дерева, пластмаси та резини.

Очевидно, якщо із загальної маси ТПВ які ідуть на захоронення, відділити відходи із дерева, пластмаси та резини, то надходження розчинних речовин в навколишнє середовище може знизитися аж на 36,5%. З іншого боку вище згадані матеріали (деревина, пластмаси) володіють високою теплотворною здатністю. В цьому аспекті нами пропонується можливість використання вище згаданих вуглецевмісних матеріалів в якості пального на Бурштинській ТЕС.

Висновки. Таким чином, вважаємо, що виділення та використання із гетерогенної суміші полігонів ТПВ компонентів з високою теплотворною здатністю дозволить одночасно вирішити декілька задач, а саме: суттєве зменшення об'ємів міграції забруднюючих речовин в довкілля від полігонів ТПВ, зменшення потреби в земельних

ресурсах під нові полігони ТПВ та безумовне використання їх, як паливо на Бурштинській ТЕС, що дозволить зекономити природні ресурси (газ, вугілля).

Таблиця 4

Матеріальний баланс деструкції вуглецевмісних компонентів ТПВ

Назва компонента ТПВ	Вхід речовин					Вихід речовин						
	по ТПВ		H ₂ O		Всього, кг	біогаз		грунт		розчинні речовини		Всього, кг
	кг	%	кг	%		кг	%	кг	%	кг	%	
Макул.б/раз.	0,0960	86,89	0,0145	13,11	0,1105	0,0544	49,20	0,0240	21,72	0,0321	29,08	0,1105
Макул. с/раз.	0,0720	86,89	0,0109	13,11	0,0829	0,0408	49,20	0,0180	21,72	0,0241	29,08	0,0829
Макул.м/раз.	0,0720	86,89	0,0109	13,11	0,0829	0,0408	49,20	0,0180	21,72	0,0241	29,08	0,0829
Дерево	0,0260	71,99	0,0101	28,01	0,0361	0,0088	24,29	0,0065	18,0	0,0208	57,71	0,0361
Текстиль	0,0440	70,96	0,0180	29,04	0,0620	0,0321	51,84	0,0110	17,74	0,0189	30,42	0,0620
Шкіра	0,0065	60,95	0,0042	39,05	0,0107	0,0063	58,84	0,0016	15,24	0,0028	25,92	0,0107
Резина	0,0065	42,71	0,0087	57,29	0,0152	0,0069	45,47	0,0016	10,68	0,0067	43,85	0,0152
Плівка	0,0260	47,71	0,0285	52,29	0,0545	0,0193	35,39	0,0065	12,01	0,0287	52,6	0,0545
Пластмаси	0,0320	47,71	0,0351	52,29	0,0671	0,0237	35,39	0,0080	11,93	0,0353	52,68	0,0671
Харчові відходи	0,1882	81,91	0,0422	18,31	0,2304	0,1261	54,76	0,0470	20,40	0,0572	24,84	0,2304
Всього	0,5692	75,68	0,1829	24,32	0,7521	0,3592	47,75	0,1423	18,92	0,2507	33,33	0,7521

Література

1 Крилюк В. М. Екологічний аудит як дієвий засіб прийняття практичних рішень в сфері екологічної безпеки / В. М. Крилюк // Екологічна безпека. – 2012. – №1. – С. 31-34.

2 Landfill gas emissions. Report / С. Cooper, D. Reinhart, F. Rash// Florida center for solid and hazardous waste management. – US EPA., 1992. – Р. 130.

3 Малик Ю. О. Аналіз впливу полігону твердих промислових відходів Червоноградської ЦПФ на довкілля / Ю. О. Малик, Н. Ю. Голець // Вісник НУ «Львівська політехніка» Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2008. -№609. – С. 253-256.

4 Методические указания по расчету количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых отходов. – М.: АКХ, НПП «Экопром», 1995. – С. 9

5 Шевченко О. А. Еколого-гігієнічна оцінка ступеню небезпеки території муніципальних звалищ та заходи щодо їх оздоровлення / О. А. Шевченко, Е. А. Деркачов // Проблеми збору, переробки та утилізації відходів: зб. наук. стат. IV Міжнар. наук.-практ. конф. – Одеса, 2002. – С. 224-227.

© О. Р. Манюк,
Н. В. Боднар,
М. Ю. Голембійовська

Надійшла до редакції 17 жовтня 2016 р.
Рекомендував до друку
докт. техн. наук Я. М. Семчук