

ЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В МІСЦЯХ ЇХ СТВОРЕННЯ

Пенчук В. О., Даценко В. М., Жмихова Т. В.

Утилизация и переработка твердых бытовых отходов – важнейшая социально-экономическая задача. В статье проанализирован морфологический состав твердых бытовых отходов мест общественного пользования (высшие учебные заведения, больницы, базы отдыха, детских оздоровительных учреждений, спортивных зданий и сооружений и т. д.). Рассмотрено влияние степени сжатия и последовательность отбора фракций твердых бытовых отходов на время их сортировки. В результате обработки экспериментальных данных найдены коэффициенты регрессии и составлены модели оценки времени, которое тратится на сортировку твердых бытовых отходов. Описана предлагаемая технология обращения с твердыми бытовыми отходами в местах их образования с целью снижения затрат на сбор, доставку и сортировку твердых бытовых отходов.

Утилізація й переробка твердих побутових відходів – найважливіше соціально-економічне завдання. У статті проаналізований морфологічний склад твердих побутових відходів місць суспільного користування (вищі навчальні заклади, лікарні, бази відпочинку і тощо). Розглянутий вплив ступеня стиснення й послідовність відбору фракцій твердих побутових відходів на час їх сортування. В результаті обробки експериментальних даних знайдено коефіцієнти регресії і складено моделі оцінки часу, що витрачається на сортування твердих побутових відходів. Описана пропонується технологія поводження із твердими побутовими відходами в місцях їх створення з метою зниження затрат на збір, транспортування та сортування твердих побутових відходів.

Disposal and recycling of municipal solid waste – the most important socio-economic problem. In this paper the morphological composition of municipal solid waste in public spaces (universities, hospitals, recreation centers, children's health Institutions, sports buildings and structures, etc.). The influence of compression and sequence selection fraction of municipal solid waste at the time of sorting. The processing of the experimental data, the regression coefficients were found and compiled the model estimates of the time it takes to sort solid waste. Described the proposed technology of solid waste at source in order to reduce the cost of collecting, sorting and delivery of solid waste.

Пенчук В. А.

д-р техн. наук, проф., зав. каф. ДонНАСА
penshyk@rambler.ru

Даценко В. М.

магістр, асистент ДонНАСА
dacenko-vital@mail.ru

Жмихова Т. В.

спеціаліст, асистент ДонНАСА
zhmykhovatanya@mail.ru

ДонНАСА – Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка.

УДК 691.002.8 (477.62)

Пенчук В. О., Даценко В. М., Жмихова Т. В.

ЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В МІСЦЯХ ЇХ СТВОРЕННЯ

Стан питання твердих побутових відходів (ТПВ) в Україні.

Однією з найгостріших екологічних проблем в Україні є утилізація міського сміття. Міста ростуть, кількість відходів збільшується, з кожним роком погіршується екологічна обстановка, а відношення до сміттевої проблематики практично не міняється. Не маючи ні своїх технологій утилізації сміття, ні засобів на їхню покупку за кордоном, міста України змушені усе більше й більше засмічуватися, скидаючи сміття на звичайні міські смітники. Враховуючи важке економічне становище, у якому зараз перебуває економіка України, важко розраховувати на можливість виділення під сміттеву проблематику значних коштів. Досить важко уявити, що можна буде швидко навчити населення України робити збір сміття роздільно, тобто формувати «західне» сміття.

Слід звернути увагу на те, що в більшості держав Західної Європи й Америки правильна утилізація сміття приносить не збиток державній скарбниці, як у нас, а навпаки – істотний прибуток [1–7].

Мета роботи – провести аналіз впливу підпресування ТПВ, у кузовах комунальних машин на часові й матеріальні витрати процесів збору, доставки й сортування ТПВ.

Виконання морфологічного аналізу ТПВ в навчальних закладах.

Морфологічний склад навчальних закладів був досліджений на прикладі Донбаської Національної академії будівництва та архітектури (далі ДонНАБА) (рис. 1). Потоків відходів розподіляються таким чином. Навчальний корпус № 1, 2 та 3 – контейнер 1, їдальня – контейнер 2, навчальний корпус № 5 – контейнер 3, навчальний корпус № 4 та гуртожиток № 5 – контейнер 4, гуртожитки № 1–4 – контейнери 5.

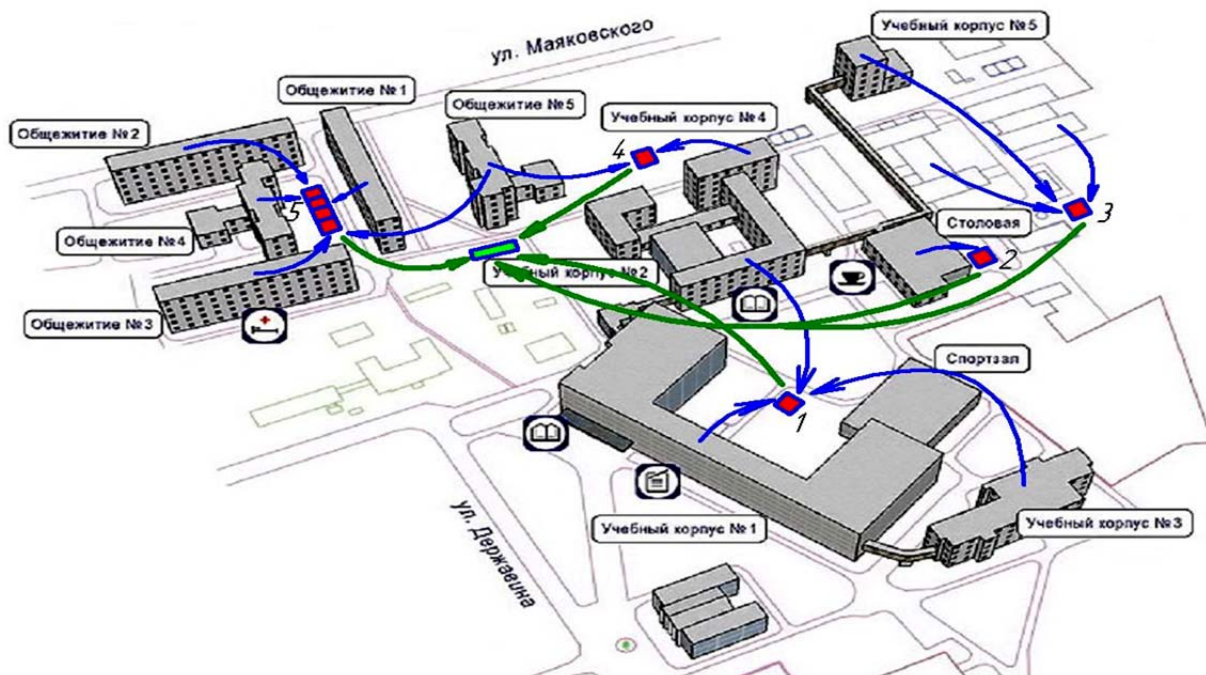


Рис. 1. Схема потоків ТПВ ДонНАБА



1 2 3 4 5
Рис. 2. Контейнери збору ТПВ ДонНАБА

Приблизний морфологічний склад ТПВ ДонНАБА містить наступні компоненти (в %): папір, картон, паперові пакування – до 50; метал – до 10; скло – до 15; різні пластмасові вироби – до 25; інші відходи до 5.

Тобто склад ТПВ майже повністю складає ця з втор сировини придатної до подальшої переробки.

Дослідження впливу пресування твердих побутових відходів на час сортування та раціональної послідовності вилучення фракцій.

Дослідження впливу пресування ТПВ на час сортування було проведено на базі кафедри ПТБДМО ДонНАБА. Стенд для пресування ТПВ показаний на рис. 3.



Рис. 3. Загальний вид стану пресування ТПВ:

1 – привід; 2 – рама стану; 3 – ящик, що імітує кузов сміттєвоза; 4 – датчик виміру зусилля пресування; 5 – плита, що пресує; 6 – ЕОМ; 7 – блок живлення підсилювача; 8 – контролер national instruments для перетворення сигналу; 9 – чотириканальний підсилювач; 10 – блок частотного регулювання приводу

В процесі проведення дослідження було проведено по три досліду з різним ступенем стискання 0, 2 та 4.



Рис. 4. Кінограма стискання ТПВ

Під час дослідження послідовності вилучення фракцій ТПВ були встановлена наступна раціональна послідовність вилучення фракцій ТПВ. Під час сортування першим потрібно відбирати папір, другим метал або пластик і в останню чергу скло. Залежність часу сортування від послідовності відбору фракцій ТПВ при різних ступенях стискання приведена в табл. 1.

Таблиця 1

Залежність часу сортування від послідовності відбору фракцій ТПВ при різних ступенях стискання

Ступень стискання	Перший відбір	Другий відбір	Третій відбір	Час сортування, с
0	метал	папір	пластик	80
0	пластик	метал	папір	65
0	папір	пластик	метал	50
0	метал	пластик	папір	93
0	пластик	папір	метал	81
0	папір	метал	пластик	47
2	пластик	метал	папір	73
2	папір	метал	пластик	66
2	папір	пластик	метал	68
2	метал	пластик	папір	104
2	метал	папір	пластик	93
2	пластик	папір	метал	94
4	метал	пластик	папір	111
4	папір	метал	пластик	77
4	пластик	папір	метал	107
4	пластик	метал	папір	87
4	бумага	пластик	метал	81
4	метал	папір	пластик	102

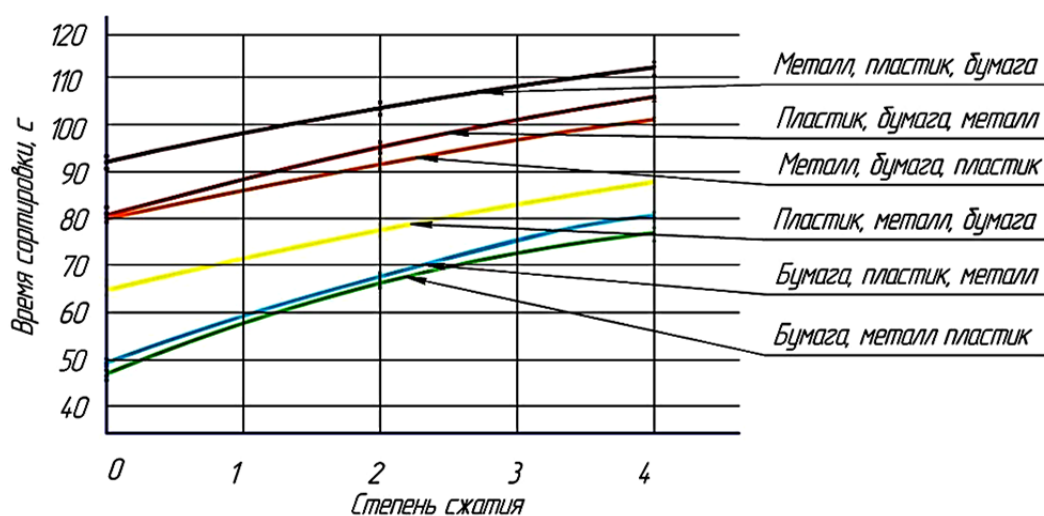


Рис. 5. Графік залежності часу сортування від ступеня стискання та послідовності відбору фракцій ТПВ

З збільшенням ступені стискання ТПВ значно зростає час необхідний для сортування відходів, тобто необхідно відсортувати втор сировину поблизу міст збору, оскільки транспортування здійснює ця сміттєвозами з підпресуванням

Математична модель оцінки часу, що витрачається на сортування твердих побутових відходів в місцях їх створення.

При проведенні експерименту використовується трьохфакторний план Бокса-Бенкіна. Рівні варіювання факторів при кожному ступені стискання наведено у табл. 2

Таблиця 2

Рівні варіювання факторів при кожному ступені стискання

Ступені стискання	Рівні факторів та їх інтервал варіювання			
	+1	0	-1	Інтервал
Ступень стискання 0				
Час стискання металу x_1 , с	24	18	12	6
Час стискання папіру x_2 , с	34	25	16	9
Час стискання пластику x_3 , с	36	24	12	12
Ступень стискання 2				
Час стискання металу x_1 , с	29	23	17	5
Час стискання папіру x_2 , с	36	30	24	6
Час стискання пластику x_3 , с	37	27	17	10
Ступень стискання 4				
Час стискання металу x_1 , с	30	23	16	7
Час стискання папіру x_2 , с	42	37	32	5
Час стискання пластику x_3 , с	38	27	16	11

Після реалізації експериментальних досліджень була встановлена статистична однорідність дисперсій за критерієм Кохрена при рівні значущості 0,05. В результаті подальшої обробки даних експериментальних досліджень знайдені коефіцієнти регресії і складені моделі оцінки часу, що витрачається на сортування твердих побутових відходів, які після перевірки за критерієм Стюдента значущості коефіцієнтів набули вигляду (відповідно для ступенів стискання 0, 2, 4):

$$y = 39,44 + 2,542x_1 + 1,208x_3 - 3,875x_1x_2 - 2,875x_1x_3 - 0,875x_2x_3 + 31,245x_1^2 + 8,432x_2^2 + 1,04x_3^2, \quad (1)$$

$$y = 68,24 + 3,5x_1 + 1,667x_3 - 4,25x_1x_2 - 3,5x_1x_3 - 2,083x_2x_3 + 13,254x_1^2 + 10,114x_2^2, \quad (2)$$

$$y = 89,486 + 2,75x_1 + 1,654x_3 - 3,25x_1x_2 - 2,5x_1x_3 - 1,833x_2x_3 + 9,539x_1^2 + 1,593x_2^2 + 1,593x_3^2. \quad (3)$$

Для вивчення оптимальних значень параметрів за результатами експериментальних досліджень було застосовано методи канонічного аналізу.

Визначено, що координати центрів гіперповерхонь становитимуть (відповідно для ступенів стискання 0, 2, 4):

$$x_{1S} = -0,07671, \quad x_{2S} = -0,05445, \quad x_{3S} = -0,07097, \quad y = 39,01785,$$

$$x_{1S} = 0,276831, \quad x_{2S} = 0,335137, \quad x_{3S} = 2,689689, \quad y = 70,96631,$$

$$x_{1S} = -0,90253, \quad x_{2S} = -2,43183, \quad x_{3S} = -2,6265, \quad y = 86,07282.$$

Після визначення коренів характеристичного рівняння було встановлено, що рівняння (1)–(3) в канонічній формі матимуть вигляд:

$$y - 39,01785 = 1,01z_1^2 + 32,216z_2^2 + 7,492z_3^2, \quad (4)$$

$$y - 70,96631 = -0,394z_1^2 + 14,418z_2^2 + 3,346z_3^2, \quad (5)$$

$$y - 86,07282 = -0,729z_1^2 + 8,86z_2^2 + 3,869z_3^2. \quad (6)$$

Дослідження рівнянь регресій в канонічній формі дозволяє зробити наступні висновки: при ступені стискання 0 поверхнею відгуку є параболоїд і в центрі фігури мінімум; при ступені стискання 2 та 4 поверхнею – двопорожнинний гіперболоїд і в центрі фігури – мінімакс.

Проаналізувавши отримані двовимірні перетини, можна зробити висновок: оптимальний режим роботи сортування ТПВ з використанням блокової установки будуть забезпечуватись, якщо час, що витрачається на сортування ТПВ, буде приймати значення (відповідно для ступенів стискання 0, 2, 4):

1. Час на сортування металу 17,5 с, час на сортування паперу 18,7 с, на сортування пластику 23,3 с.

2. Час на сортування металу 21,3 с, час на сортування паперу 27,9 с, на сортування пластику 21,6 с.

3. Час на сортування металу 16,7 с, час на сортування паперу 24,8 с, на сортування пластику 1 с.

Суть технології сортування ТПВ із використанням блокової установки.

Пропонується збирати відходи 1-го й 4-го контейнера біля блокової установки з подальшим сортуванням на стрічковому конвеєрі, оскільки фракційний состав даних контейнерів у більшості містить продукти придатні до переробки. Контейнери 2, 3, 5 містять велику кількість харчових відходів і інших фракцій не придатних для переробки, тому сортувати дане сміття не доцільно.

Конвеєр для сортування ТПВ (рис. 6) складається із прийомного бункера 1, з якого тверді побутові відходи потрапляють на стрічковий конвеєр 2, на якому розташовані захвати 3.

Сміття за допомогою захватів просувається під підпружинені ножі 4, які розривають поліетиленові мішки й розпушують ТПВ. Якщо під ножі попадається якась тверда фракція (скляна пляшка тощо), підпружинені ножі відхиляються й пропускають цю фракцію.

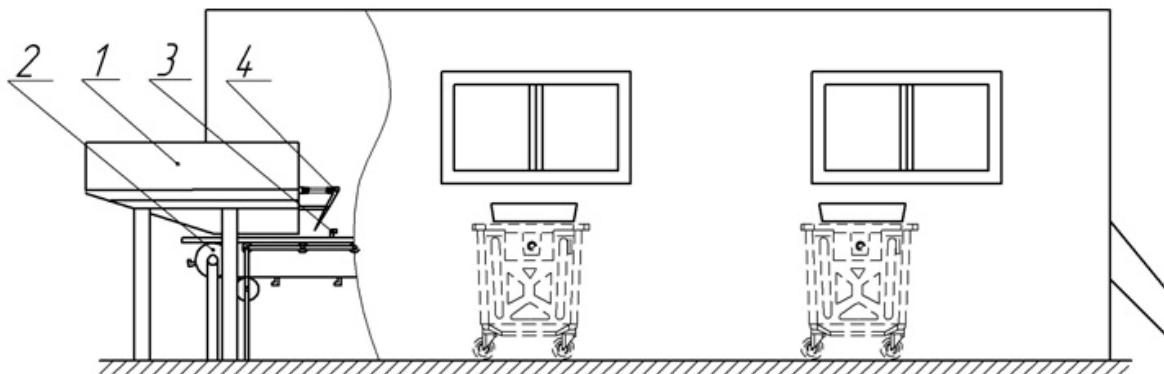


Рис. 6. Конструктивна схема блокової установки

ВИСНОВКИ

На підставі узагальнення досліджень по переробці побутових відходів встановлено, що існуючі технології з використанням стаціонарних сортувальних пунктів найчастіше використовують для доставки спеціальні машини з підпресуванням ТПВ, що приводить до зниження їх ефективності.

Розроблена нова класифікація установок сортування побутових відходів за їхньою мобільністю й продуктивністю. На її базі вперше науково обґрунтована доцільність блокових установок сортування ТПВ.

У результаті досліджень процесів сортування блоковими установками на об'єктах вищої школи виявлене:

- при зборі ТПВ в поліетиленові кульки бункер їх збору на виході необхідно обладнати розрізним обладнанням, доцільно примусової дії;
- продуктивність сортування на конвеєрах шириною $B = 0,8$ м і довжиною $L = 3$ м становить 120 кг/годину;
- кількість постів сортування становить 3...4;
- раціональна послідовність сортування папір-метал-пластик, папір-пластик-метал.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Александровская З. И. Организация службы мусороудаления и уборки городов / З. И. Александровская. – М. : Стройиздат, 1976. – 127 с.
2. Анализ и оценка зарубежного опыта обращения с твердыми бытовыми отходами / [Лихачев Ю. М., Федашко М. Я., Селиванова С. В. и др.]. – СПб : Рос. муницип. акад., 2008. – 265 с.
3. Бабанин И. В. Оценка эффективности раздельного сбора отходов / И. В. Бабанин // Твердые бытовые отходы. – 2006. – № 7. – С. 40–43.
4. Зигун А. Ю. Анализ проблемы сортування та роздільного збору відходів / А. Ю. Зигун // Комунальне господарство міст : наук.-техн. зб. – Х. : ХНАМГ, 2011. – Вип. 97. – С. 145–149.
5. Краснянский М. Е. Изучение потоков вторичного сырья в твердых бытовых отходах г. Донецка / М. Е. Краснянский, А. Бельгасем, О. Н. Калинихин // Проблемы сбора, переработки и утилизации отходов. – Одесса : ОЦНТЭИ, 2004. – С. 218–222.
6. Систер В. Г. Современные технологии обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов / В. Г. Систер, А. Н. Мирный. – М. : Академия коммунального хозяйства им. К. Д. Панфилова, 2003. – 304 с.
7. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения : учеб. пособие. – Х. : ХНАМГ, 2006. – 301 с.

Стаття надійшла до редакції 11.10.2012 р.