

УДК 691.002.8(477.62)

В. А. ПЕНЧУК, В. М. ДАЦЕНКО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОДПРЕССОВКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ВРЕМЯ СОРТИРОВКИ

Исследовано влияния подпрессовки ТБО на время сортировки, установлена рациональная последовательность извлечения фракций ТБО при сортировке, даны рекомендации по применению блочных и мобильных установок по сортировке ТБО.

сортировка, бытовые отходы, вторсырье, морфологический состав, степень сжатия

АКТУАЛЬНОСТЬ

Технология сортировки бытовых отходов приобретает все большее и большее распространение. В Японии на государственном уровне запрещено сжигание бытовых отходов, при этом пропагандируется повсеместное применение технологии раздельного сбора ТБО каждым из жителей [1]. На практике при переработке ТБО широко применяются заводы по сортировке, при этом доставка ТБО производится специализированными машинами, в которых для увеличения объема перевозимых отходов производится их сжатие в процессах их сбора.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Экологической проблеме связанной с твердыми бытовыми отходами в последнее время уделено достаточно много внимания. В работе [2] рассматриваются различные административно-экономические аспекты мусороудаления и уборки населенных пунктов.

Современные тенденции в области управления, мониторинга, технических решений, связанных с вопросом об отходах и современных способах их переработки проанализированы в работах [3, 4].

В работе [5] говорится об организации раздельного сбора ТБО непосредственно в местах их образования. Показано, что элементом в успешной реализации масштабных схем раздельного сбора ТБО является вовлечение и участие в нем населения.

В работах [6, 7] рассмотрены проблемы утилизации отходов, различные способы утилизации и переработки.

Цель работы состоит в установлении влияния степени подпрессовки ТБО на время их сортировки.

Исследования влияния степени прессования ТБО на время сортировки были проведены в лабораториях кафедры ПТСДМО ДонНАСА. Для этого был разработан специальный экспериментальный стенд для прессования ТБО (рис. 1). В процессе проведения исследования проводилась сортировка продуктов ТБО, которые предварительно сжимались степенью сжатия ζ , равной 0, 2 и 4. Кинограмма сжатия представлена на рис. 2, а результаты исследования приведены в табл. 1.

Максимальная степень сжатия 4 принималась из тех соображений, что наиболее распространенные мусоровозы ТБО имеют степень сжатия до 4.

В процессе экспериментальных исследований по сортировке фракций ТБО была установлена следующая рациональная последовательность извлечения фракций из состава ТБО: бумага, металл, пластик и в последнюю очередь стекло. Зависимости времени сортировки с учетом последовательности отбора фракций ТБО при различных степенях сжатия приведена в таблице 1 и на рисунке 3.

При разработке методики экспериментальных исследований был использован трехфакторный план Бокса-Бенкина, уровни варьирования факторов при каждой ступени сжатия приведены в таблице 2.



Рисунок 1 – Общий вид станда прессования ТБО: 1 – привод; 2 – рама станда; 3 – ящик имитирующий кузов мусоровоза; 4 – датчик измерения усилия прессования; 5 – прессующая плита; 6 – ЭВМ; 7 – блок питания усилителя; 8 – контроллер national instruments для преобразования сигнала; 9 – четырехканальный усилитель; 10 – блок частотного регулирования привода.



Рисунок 2 – Кинограмма сжатия ТБО: а) $\zeta = 0$; б) $\zeta = 2$; в) $\zeta = 4$.

Таблица 1 – Экспериментальные данные зависимости времени сортировки от последовательности отбора фракций ТБО

Ст. сжатия	Первый отбор	Второй отбор	Третий отбор	Время сортировки, с
0	металл	бумага	пластик	80
0	пластик	металл	бумага	65
0	бумага	пластик	металл	50
0	металл	пластик	бумага	93
0	пластик	бумага	металл	81
0	бумага	металл	пластик	47
2	пластик	металл	бумага	73
2	бумага	металл	пластик	66
2	бумага	пластик	металл	68
2	металл	пластик	бумага	104
2	металл	бумага	пластик	93
2	пластик	бумага	металл	94
4	металл	пластик	бумага	111
4	бумага	металл	пластик	77
4	пластик	бумага	металл	107
4	пластик	металл	бумага	87
4	бумага	пластик	металл	81
4	металл	бумага	пластик	102

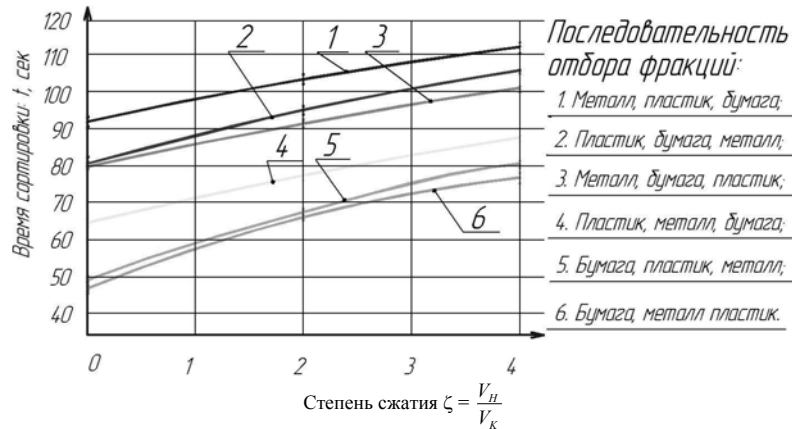


Рисунок 3 – Зависимости времени сортировки от степени сжатия и последовательности отбора фракций ТБО.

Таблица 2 – Уровни варьирования факторов при каждой ступени сжатия

Степени сжатия	Уровни факторов и их интервал варьирования			
Степени сжатия 0				
Время сжатия металла x_1 , с	24	18	12	6
Время сжатия бумаги x_2 , с	34	25	16	9
Время сжатия пластика x_3 , с	36	24	12	12
Степени сжатия 2				
Время сжатия металла x_1 , с	29	23	17	5
Время сжатия бумаги x_2 , с	36	30	24	6
Время сжатия пластика x_3 , с	37	27	17	10
Степени сжатия 4				
Время сжатия металла x_1 , с	30	23	16	7
Время сжатия бумаги x_2 , с	42	37	32	5
Время сжатия пластика x_3 , с	38	27	16	11

При обработке результатов экспериментальных исследований была установлена статистическая однородность дисперсий по критерию Кохрена, составлены уравнения регрессии для времени, затрачиваемого на сортировку твердых бытовых отходов

$$\begin{aligned}
 \zeta = 0; & \quad y = 39,44 + 2,542x_1 + 1,208x_3 - 3,875x_1x_2 - 2,875x_1x_3 - 0,875x_2x_3 + \\
 & \quad + 31,245x_1^2 + 8,432x_2^2 + 1,04x_3^2, \\
 \zeta = 2; & \quad y = 68,24 + 3,5x_1 + 1,667x_3 - 4,25x_1x_2 - 3,5x_1x_3 - 2,083x_2x_3 + \\
 & \quad + 13,254x_1^2 + 10,114x_2^2, \\
 \zeta = 4; & \quad y = 89,486 + 2,75x_1 + 1,654x_3 - 3,25x_1x_2 - 2,5x_1x_3 - 1,833x_2x_3 + \\
 & \quad + 9,539x_1^2 + 1,593x_2^2 + 1,593x_3^2.
 \end{aligned} \tag{1}$$

На основании канонического анализа установлено, что координаты центров гиперповерхностей составляют:

$$\begin{aligned}
 \zeta = 0; & \quad x_{1S} = -0,07671, \quad x_{2S} = -0,05445, \quad x_{3S} = -0,07097, \quad y = 39,01785, \\
 \zeta = 2; & \quad x_{1S} = 0,276831, \quad x_{2S} = 0,335137, \quad x_{3S} = 2,689689, \quad y = 70,96631, \\
 \zeta = 4; & \quad x_{1S} = -0,90253, \quad x_{2S} = -2,43183, \quad x_{3S} = -2,6265, \quad y = 86,07282.
 \end{aligned} \tag{2}$$

После определения корней характеристического уравнения уравнение (1) представлено в канонической форме:

$$\begin{aligned}
 \zeta = 0; & \quad y - 39,01785 = 1,01z_1^2 + 32,216z_2^2 + 7,492z_3^2, \\
 \zeta = 2; & \quad y - 70,96631 = -0,394z_1^2 + 14,418z_2^2 + 3,346z_3^2, \\
 \zeta = 4; & \quad y - 86,07282 = -0,729z_1^2 + 8,86z_2^2 + 3,869z_3^2.
 \end{aligned} \tag{3}$$

Исследования уравнений регрессий позволили сделать следующие выводы: при степени сжатия 0 поверхностью отклика является параболоид и в центре фигуры минимум, при степени сжатия 2 и 4 поверхностью – двухполостная гиперболоид и в центре фигуры – минимакс.

ВЫВОДЫ

1. При степени сжатия ТБО равной $\zeta = 4$ время на сортировку возрастает на 30 %, поэтому целесообразно проводить сортировку без предварительной подпрессовки.
2. Рациональная последовательность сортировки бумага – металл – пластик – стекло, бумага – пластик – металл – стекло.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ и оценка зарубежного опыта обращения с твердыми бытовыми отходами [Текст] / [Ю. М. Лихачев, М. Я. Федашко, С. В. Селиванова и др.]. – СПб. : Рос. муницип. акад., 2008. – 265 с.
2. Бабанин, И. В. Оценка эффективности раздельного сбора отходов [Текст] / И. В. Бабанин // Твердые бытовые отходы. – 2006. – № 7. – С. 40–43.
3. Краснянский, М. Е. Утилизация и рекуперация отходов [Текст] : учеб. пособие / М. Е. Краснянский ; Донецкий нац. техн. ун-т. – 2-е изд., испр. и доп. – Х. : БУРУН и К ; К. : КНТ, 2007. – 288 с. – ISBN 978-966-8391-04-0.
4. Любарская, М. А. Организация обращения с твердыми бытовыми отходами [Текст] : учеб. пособие / М. А. Любарская. – СПб. : СПбГИЭУ, 2004. – 154 с.
5. Бухгалтер, Э. Б. Обращение с отходами как важнейшее направление устойчивого развития в странах Европейского Союза [Текст] / Э. Б. Бухгалтер, Б. О. Будников, О. А. Будникова // Экология производства. – 2004. – № 10. – С. 45–57.
6. Пенчук, В. А. Основы механизации малообъемных и рассредоточенных строительных и коммунальных работ [Текст] : Монография / В. А. Пенчук, В. М. Даценко, В. В. Пенчук. – Донецк : изд-во «Ноулидж» (Донецкое отд.), 2011. – 265 с.
7. Пенчук, В. О. Використання блочних та мобільних установок для ефективного поводження з твердими побутовими відходами [Текст] / В. О. Пенчук, В. М. Даценко // Збірка доповідей національного екологічного форуму «Екологія промислового регіону». Том 1 / М-во екології та природних ресурсів України, Донецька обл. держ. адміністрація, Донецька обл. рада, Держ. управління охорони навколишнього середовища в Донецькій обл., Держ. підприємство «Донецький екологічний ін-т», Донецьк : [б. и.], 2012. – С. 146–151.

Получено 08.10.2013

В. О. ПЕНЧУК, В. М. ДАЦЕНКО
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПІДПРЕСОВКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ
ВІДХОДІВ НА ЧАС СОРТУВАННЯ
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Досліджено вплив підпрессовки ТПВ на час сортування. Встановлена раціональна послідовність вилучення фракцій ТПВ при сортуванні. Дано рекомендації щодо застосування блокових і мобільних установок по сортуванню ТПВ.
сортування, побутові відходи, вторсировина, морфологічний склад, ступінь стиснення

VALENTYNE PENCHUK, VITALIY DATSENKO
INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF PRE-PRESSURE OF SOLID WASTE
AT THE SORTING
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The effect of pre-pressure on the sorting of solid waste has been analyzed. A rational sequence of extraction fractions of household waste for sorting. Recommendations on the use of block and mobile facilities for sorting solid waste have been given.
sorting, waste, recycle, morphological structure, the degree of compression

Пенчук Валентин Олексійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Академік ІТМ України. Наукові інтереси: наукові основи модернізації будівельних машин.

Даценко Віталій Михайлович – магістр, асистент кафедри підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: сучасні тенденції утилізації твердих побутових відходів.

Пенчук Валентин Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Академик ПТМ Украины. Научные интересы: научные основы модернизации строительных машин.

Даценко Виталий Михайлович – магистр, ассистент кафедры подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: современные тенденции утилизации твердых бытовых отходов.

Penchuk Valentyne – DSc (Eng.), Professor, Head of the Lifting Transport, Building, Road Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Academician of PTM of Ukraine. Scientific interests: scientific bases of modernization of build machines.

Datsenko Vitaliy – a holder of a master's degree, an assistant professor of the Lifting Transport, Building, Road Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: modern tendency recycling in the solid household waste (SHW).