

ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОТВОРНОЙ СПОСОБНОСТИ ТБО ОТ ИХ ВЛАЖНОСТИ

Березюк О. В., к.т.н., доцент

Винницкий национальный технический университет, г. Винница

В населенных пунктах Украины ежегодно образуется более 54 млн. м³ твердых бытовых отходов (ТБО). Из них 93,8% захороняется на 4530 полигонах и свалках площадью почти 7700 гектаров и только 2% сжигается на мусоросжигательных заводах, а 4,2% ТБО попадает на заготовительные пункты вторичного сырья, мусороперерабатывающие заводы [1, 2]. Только в течение 1999-2014 гг. общая площадь полигонов и свалок в Украине увеличилась в 3 раза. Также почти в 2 раза выросла площадь перегруженных и более чем в 3,1 раза тех полигонов и свалок, не отвечающих нормам экологической безопасности, в том числе и загрязнение почв фильтратом, который может попадать в подземные воды, загрязняя их. Использование ТБО для производства энергии активно развивается во многих странах мира. Например, в 2014 г. в странах ЕС работало 483 ТЭЦ на ТБО, на которых было сожжено 88,5 млн. ТБО. Целесообразность сжигания ТБО в ТЭЦ зависит от теплотворной способности компонентов и влажности смешанных ТБО [3]. Поэтому определение зависимости теплотворной способности ТБО от их влажности, является актуальной научно-технической задачей как одной из составляющих для решения проблемы обращения с твердыми бытовыми отходами.

В отличие от твердых промышленных отходов [4-7], как правило, являющихся однородными, ТБО имеют характеристики, изменяющиеся в широком диапазоне значений. В статье [8] приведен диапазон значений влажности смешанных ТБО 39...53%. Согласно данным, приведенным в работе [9], в весенне-летний период влажность пищевой фракции ТБО составляет 60...64 %, а в осенний – 75...92 %.

Снижение влажности сахарного тростника с 42% до 10% во время сжигания в печи с неподвижным слоем позволяет сократить продолжительность сжигания в 3,4...6 раз [10]. В работе [3] доказана невозможность самостоятельного горения ТБО при влажности, с которой они попадают из мусоровозов в мусоросжигательный завод, что указывает на необходимость их обезвоживания перед сжиганием. Уменьшение влажности ТБО на 25...40% приводит к увеличению их удельной теплоты сгорания в 1,6...2,2 раза [3]. В работе [11] рассмотрена возможность утилизации ТБО на существующих коммунальных ТЭЦ с генерирующей мощностью 12 МВт, что могут работать на энергетическом топливе (смеси ТБО, обезвоженных до 20% влажности и каменного угля с массовой долей 16%) с расчетной низшей теплотой сгорания 10,99 МДж/кг.

По мнению авторов работы [12] необходимо обезвоживать биомассу, поскольку системы пиролиза могут обрабатывать биомассу, содержащую, как правило, меньше 30% влаги. Очень высокое содержание влаги в биомассе замедляет скорость нагрева биомассы. Для начала реакции пиролиза биомасса с начальным содержанием влаги в 40% нуждалась в дополнительной энергии 1120 кДж/кг по сравнению с образцом сухого вещества [12].

В работах [13, 14] рассмотрено оборудование для вибрационного и виброударного обезвоживания отходов пищевых производств, которое реализовано в технологических машинах, не имеющих таких ограничений по массогабаритными характеристиками, как мобильные машины. Поэтому в работе [15] предложена схема гидропривода обезвоживания и уплотнения ТБО в мусоровозе при их загрузке. В статьях [16, 17] установлено, что обезвоживание ТБО позволяет уменьшить их объем и массу, подлежащей перевозке, непосредственно в местах сбора, осуществить предварительную переработку отходов путем их обезвоживания и частично измельчения, а также существенно сократить прирост

площади земель, отведених под полигони и свалки, что приведет, в свою очередь, к снижению темпов ухудшения экологической ситуации. В работе [18] с помощью предлагаемого влагомера [19] проведено исследование процессов обезвоживания ТБО шнековым прессом с помощью планирования эксперимента второго порядка, что позволило определить адекватные квадратичные регрессионные модели показателей обезвоживания от основных параметров воздействия. Полученные зависимости использованы при построении математической модели работы привода обезвоживания ТБО в мусоровозе, позволяющей исследовать динамику указанного поводу и получить уравнения, необходимые для разработки методики инженерных расчетов параметров оборудования для обезвоживания ТБО в мусоровозе [20].

В таблице 1 приведены статистические данные относительно зависимости теплотворной способности ТБО от их влажности [3, 11].

Таблица 1 – Зависимость теплотворной способности ТБО от их влажности [3, 11]

Влажность ТБО, %	20	27,4	28,6	33,6	57,4	58,3	67,3
Теплотворная способность ТБО, МДж/кг	9,140	7,362	7,144	6,290	4,324	4,345	3,316

Приведенные в таблице 1 данные могут быть обработаны для определения парной регрессионной зависимости теплотворной способности ТБО от их влажности с помощью разработанной компьютерной программы "RegAnaliz", защищенной свидетельством о регистрации авторского права на произведение [21] и подробно описаной в работе [22].

Выводы

Определена зависимость теплотворной способности ТБО от их влажности, что может быть обработана для определения парной регрессионной зависимости теплотворной способности ТБО от их влажности с помощью разработанной компьютерной программы "RegAnaliz".

Источники информации

1. Попович В. В. Еколого-техногенна небезпека сміттєзвалищ та наукові основи фіто-меліоративних заходів їх виведення з експлуатації : дис. на здоб. наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 21.06.01 "Екологічна безпека" / В. В. Попович. – Львів, 2017. – 530 с.
2. Попович В. В. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто-сміттєзвалище" / В. В. Попович, О. В. Придатко, М. І. Сичевський, Н. П. Попович, М. А. Панасюк // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. – Т. 27. – № 10. – С. 111-116.
3. Сігал О. І. Дослідження кількості теплоти, що виділяється при спалюванні змішаних твердих побутових відходів м. Києва / О. І. Сігал, С. С. Крикун, Н. Ю. Павлюк, І. В. Сатін, С. В. Плашихін, Д. А. Кіржнер, М. В. Семенюк, Г. Б. Каменьков // Промышленная теплотехника. – 2017. – Т. 39. – № 3. – С. 78-84.
4. Ковальський В. П. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. С. Лемешев, А. В. Бондар // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне : Видавництво НУВГіП, 2013. – Випуск 26. – С. 186-193.
5. Лемешев М. С. Ресурсозберігаюча технологія виробництва будівельних матеріалів з використанням техногенних відходів / М. С. Лемешев, О. В. Христин, С. Ю. Зузяк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2018. – № 1. – С. 18-23.
6. Ковальський В. П. Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2014. – № 1 (16). – С. 35-40.
7. Сердюк В. Р. Комплексне в'язуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О. В. Христин // Будівельні матеріали, виробі та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Вип. 33. – С. 57-62.

8. Масленников А. Ю. Характеристика твердых бытовых отходов [Электронный ресурс] / А. Ю. Масленников // Отраслевой портал. Вторичное сырье. – Режим доступа : <http://www.recyclers.ru>
9. Варнавская И. В. Анализ условий образования и состава сточных вод полигонов твердых бытовых отходов / И. В. Варнавская // Экология и промышленность. – 2008. – № 1. – С. 39-43.
10. Sánchez C. Z. Effect of particle size and humidity on sugarcane bagasse combustion in a fixed bed furnace / C. Z. Sánchez, P. Gauthier-Maradei, H. H. Escalante // Revista ION. – 2013. – V. 26. – No. 2. – P. 73-85.
11. Рижий В. К. Утилізація твердих побутових відходів на наявних комунальних ТЕЦ / В. К. Рижий, Т. І. Римар, І. Л. Тимофеев // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2011. – № 712 : Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація. – С. 17-22.
12. Akhtar J. A review on operating parameters for optimum liquid oil yield in biomass pyrolysis / J. Akhtar, N. A. S. Amin // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – Elsevier, 2012. – V. 16. – No. 7. – P. 5101-5109. – <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.05.033>
13. Севостьянов І. В. Теоретичні основи процесів та обладнання для віброударного зневоднення відходів харчових виробництв : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.18.12 “Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв” / І. В. Севостьянов. – К., 2013. – 43 с.
14. Іскович-Лотоцький Р. Д. Гідроімпульсний привод установки для вібраційного зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, О. В. Поліщук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2010. – № 2. – С. 71-75.
15. Березюк О. В. Гідропривід зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттевозі. Патент України № 109036 U, МПК(2016.01) B65F 3/00 / О. В. Березюк. – u201601154; Заявл. 11.02.2016. Одерж. 10.08.2016, Бюл. № 15.
16. Березюк О. В. Шляхи підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів у сміттевозах / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – № 1 (6). – С. 111-114.
17. Березюк О. В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттевозі / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 14-18.
18. Березюк О. В. Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2018. – № 5. – С. 18-24. – <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2018-140-5-18-24>
19. Bereziuk O. V. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3 / O. V. Bereziuk, M. S. Lemeshev, V. V. Bohachuk, M. Duk // Proc. SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2018. – 2018. – Vol. 10808. – No. 108083G. – <https://doi.org/10.1117/12.2501557>
20. Березюк О. В. Методика інженерних розрахунків параметрів обладнання для зневоднення твердих побутових відходів у сміттевозі / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2020. – № 2. – С. 73-81. – <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2020-149-2-73-81>
21. Березюк О.В. Комп'ютерна програма "Регресійний аналіз" ("RegAnaliz") / О. В. Березюк // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 49486. К.: Державна служба інтелектуальної власності України. Дата реєстрації: 03.06.2013.
22. Березюк О. В. Встановлення регресій параметрів захоронення відходів та потреби в ущільнювальних машинах на основі комп'ютерної програми "RegAnaliz" / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 1. – С. 40-45.