

INFLUENCE OF HUMIDITY OF MUNICIPAL SOLID WASTE ON ITS CALORIFIC VALUE

Bereziuk O. V.,

PhD, Associate Professor,
Vinnytsia National Technical University
Vinnytsia, Ukraine

ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА ЇХНЮ ТЕПЛОТВОРНУ ЗДАТНІСТЬ

Березюк О. В.,

к.т.н., доцент,
Вінницький національний технічний університет
Вінниця, Україна

More than 54 million m³ of municipal solid waste (MSW) are generated annually in Ukrainian localities people. Of these, 93.8% is buried in 4,530 landfills and landfills with an area of almost 7,700 hectares, and only 2% is burned in incinerators, and 4.2% of MSW ends up in secondary raw material procurement points and waste processing plants [1, 2]. Only during 1999-2014, the total area of landfills and landfills in Ukraine increased 3 times. Also, the area of overloaded landfills and landfills that do not meet environmental safety standards has increased almost 2 times and more than 3.1 times, including due to soil contamination with filtrate, which can get into underground water, polluting them. The use of MSW for energy production is actively developing in many countries of the world. For example, in 2014, 483 solid waste coal handling and preparation plants (CHPPS) operated in the EU countries, where 88.5 million tons of solid waste were burned. t solid waste. The feasibility of burning solid waste in a CHPP depends on the calorific value of the components and the humidity of mixed MSW [3]. Therefore, determining the dependence of the calorific value of MSW on its humidity is an urgent scientific and technical task as one of the components for solving the problem of solid waste management.

Unlike solid industrial waste [4-7], which is usually homogeneous, MSW has characteristics that vary over a wide range of values. The Article [8] presents a range of humidity values for mixed MSW of 39...53 %. According to the data given in [9], in the spring-summer period, the humidity of the food fraction of MSW is 60...64 %, and in the autumn period – 75.92%.

Reducing the moisture content of sugar cane from 42% to 10% during combustion in a fixed-layer furnace reduces the burning time by 3.4%...6 times [10]. In [3], it is proved that MSW cannot burn independently at the humidity with which they enter the incinerator from garbage trucks, which indicates the need for their dewatering before incineration. Reduction of MSW humidity by 25...40% leads to an increase in their specific calorific value of combustion by 1.6...2.2 times [3]. In [11], the possibility of MSW disposal at existing municipal CHPPS with

a generating capacity of 12 MW, which can run on energy fuel (a mixture of MSW dewatered to 20% humidity and hard coal with a mass fraction of 16%) with an estimated lower calorific value of 10.99 MJ/kg, is considered.

According to the authors of [12], it is necessary to dehydrate biomass, since pyrolysis systems can process biomass containing, as a rule, less than 30% moisture. The initial moisture content affects both the behavior of biomass during pyrolysis and the physico-chemical properties of pyrolysis oil. During pyrolysis, heat is used for endothermic evaporation of the moisture content present in biomass particles and decomposition reactions. The initial moisture content increases the energy costs and temperature of the pyrolysis reaction. The very high moisture content of biomass slows down the heating rate of biomass. For example, to start the pyrolysis reaction, biomass with an initial moisture content of 40% required an additional energy of 1120 KJ/kg compared to the dry matter sample [12]. At the same time, too low biomass humidity during pyrolysis leads to the production of very viscous oil, especially at higher reaction temperatures. The optimal value of biomass moisture for pyrolysis is in the range of 10.5...12% [13].

Reducing the humidity of MSW from 51.7% to 9.2% during pyrolysis and gasification at 650 °C leads to an increase in the lower calorific value of synthetic gas from 3.75 to 4.85 MJ/Nm³, as well as to an increase in energy conversion efficiency from 45% to 69%, and in order to guarantee high gasification performance, MSW should contain moisture of no more than 20...25% [14].

In [15, 16], equipment for vibration and vibration shock dewatering of food waste is considered, which is implemented in technological machines that do not have such restrictions on weight and size characteristics as mobile machines. Therefore, in [17], a scheme of hydraulic drive for dewatering and compaction of MSW in a garbage truck during their loading is proposed. In articles [18, 19] it is established that dewatering of MSW allows to reduce their volume and mass to be transported directly at the collection points, to carry out preliminary processing of waste by dewatering and partially grinding them, as well as to significantly reduce the increase in the area of land allocated for landfills and landfills, which will lead, in turn, to a decrease in the rate of deterioration of the environmental situation. In [20], using the proposed moisture meter [21], the processes of MSW dewatering by a screw press were studied by planning a second-order experiment, which made it possible to determine adequate quadratic regression models of dewatering indicators from the main exposure parameters. The obtained dependences were used in the construction of a mathematical model of the operation of a MSW dewatering drive in a garbage truck, which allowed us to study the dynamics of this drive and obtain the equations necessary for developing a methodology for engineering calculations of parameters of equipment for MSW dewatering in a garbage truck [22].

Table 1 shows statistical data on the dependence of the calorific value of MSW on its humidity [3, 11].

The data shown in Table 1 can be processed to determine the paired regression dependence of the calorific value of MSW on its humidity using the developed computer program "RegAnaliz", which is protected by a copyright registration certificate for the work [23] and described in detail in [24].

Table 1 – dependence of the calorific value of MSW on their humidity [3, 11]

| | | | | | | | |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MSW humidity, % | 20 | 27,4 | 28,6 | 33,6 | 57,4 | 58,3 | 67,3 |
| Calorific value of MSW, MJ/kg | 9,140 | 7,362 | 7,144 | 6,290 | 4,324 | 4,345 | 3,316 |

Conclusions

The dependence of the calorific value of municipal solid waste on their humidity is determined, which can be processed to determine the paired regression dependence of the calorific value of solid waste on their humidity using the developed computer program "RegAnaliz".

References:

1. Попович В. В. Еколого-техногенна небезпека сміттєзвалищ та наукові основи фітомеліоративних заходів їх виведення з експлуатації : дис. на здоб. наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 21.06.01 "Екологічна безпека". Львів, 2017. 530 с.
2. Попович В. В., Придатко О. В., Сичевський М. І., Попович Н. П., Панасюк М. А. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто–сміттєзвалище". Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Т. 27. № 10. С. 111-116.
3. Сігал О. І., Крикун С. С., Павлюк Н. Ю. та ін. Дослідження кількості теплоти, що виділяється при спалюванні змішаних твердих побутових відходів м. Києва. Промышленная теплотехника. 2017. Т. 39. № 3. С. 78-84.
4. Ковальський В. П., Бондарь А. В. Шламосолокарбонатий прес-бетон на основі відходів промисловості. Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. Харків, НТУ «ХПІ», 2015. С. 209.
5. Лемешев М. С. В'язучі з використанням промислових відходів Вінниччини. Тези доповідей XXIV міжнар. наук.-практ. конф. "Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. Харків : НТУ "ХПІ". С. 381.
6. Очеретний В. П., Ковальський В. П., Бондар А. В. Використання відходів вапняку та промислових відходів у виробництві сухих будівельних сумішей. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2009. № 1. С. 36-40.
7. Лемішко К. К., Стаднійчук М. Ю., Лемешев М. С. Використання промислових відходів енергетичної та хімічної галузі в технології виготовлення будівельних виробів. Матеріали науково-практичної конференції "Енергія. Бізнес. Комфорт", 26 грудня 2018 р. Одеса : ОНАХТ, 2019. С. 23-25.
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. Экология и промышленность. 2008. № 1. С. 39-43.
10. Sánchez C. Z., Gauthier-Maradei P., Escalante H. H. Effect of particle size and humidity on sugarcane bagasse combustion in a fixed bed furnace. Revista ION. 2013. V. 26. No. 2. P. 73-85.

11. Рижий В. К., Римар Т. І., Тимофєєв І. Л. Утилізація твердих побутових відходів на наявних комунальних ТЕЦ. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2011. № 712 : Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація. С. 17-22.
12. Akhtar J., Amin N. A. S. A review on operating parameters for optimum liquid oil yield in biomass pyrolysis. *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. Demirbas A. Effect of initial moisture content on the yields of oily products from pyrolysis of biomass. *Journal of analytical and applied pyrolysis*. Elsevier, 2004. V. 71. No. 2. P. 803-815.
14. Dong J., Chi Y., Tang Y., Ni M., Nzihou A., Weiss-Hortala E., Huang Q. Effect of operating parameters and moisture content on municipal solid waste pyrolysis and gasification. *Energy & Fuels*. 2016. V. 30. No. 5. P. 3994-4001.
15. 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”. К., 2013. 43 с.
16. Іскович-Лотоцький Р. Д., Обертюх Р. Р., Поліщук О. В. Гідроімпульсний привод установки для вібраційного зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2010. № 2. С. 71-75.
17. Березюк О. В. Гідропривід зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттевозі. Патент України № 109036 U, МПК(2016.01) B65F 3/00. u201601154; Заявл. 11.02.2016. Одерж. 10.08.2016, Бюл. № 15.
18. Березюк О. В. Шляхи підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів у сміттевозах. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. № 1 (6). С. 111-114.
19. Березюк О. В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттевозі. Вісник машинобудування та транспорту. 2016. № 2. С. 14-18.
20. Березюк О. В. Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом. Вісник ВПІ. 2018. № 5. С. 18-24.
21. Bereziuk O. V., Lemeshev M. S., Bohachuk V. V., Duk M. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3. *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>
22. Березюк О. В. Методика інженерних розрахунків параметрів обладнання для зневоднення твердих побутових відходів у сміттевозі. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2020. № 2. С. 73-81. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2020-149-2-73-81>
23. Березюк О.В. Комп'ютерна програма "Регресійний аналіз" ("RegAnaliz"). Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 49486. К.: Державна служба інтелектуальної власності України. Дата реєстрації: 03.06.2013.
24. Березюк О. В. Встановлення регресій параметрів захоронення відходів та потреби в ущільнювальних машинах на основі комп'ютерної програми "RegAnaliz". Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2014. № 1. С. 40-45.