

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЦЕСУ ЗНЕВОДНЕННЯ ТПВ ШНЕКОВИМ ПРЕСОМ

к.т.н. *Березюк О. В.*, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

DETERMINATION OF TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF THE MSW DEHYDRATION PROCESS BY SCREW PRESS

Ph.D. Bereziuk O. V., Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Вступ. Сьогодні важливим питанням є управління твердими побутовими відходами (ТПВ), які, на відміну від твердих промислових відходів [1, 2], характеризуються розосередженістю та неоднорідністю складу. Тому отримання залежностей для визначення оптимальних значень основних параметрів процесу зневоднення ТПВ шнековим пресом від їхніх властивостей є актуальною науково-технічною задачею як однієї із складових для вирішення проблеми створення науково-технічних основ проектування високоефективних робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів.

Виклад матеріалу. В роботі [3] розглянуто можливість утилізації ТПВ на наявних комунальних ТЕЦ з генеруючою потужністю 12 МВт, що можуть працювати на енергетичному паливі (суміші ТПВ, зневоднених до 20 % відносної вологості та кам'яного вугілля з масовою часткою 16 %) із розрахунковою нижчою теплотою згорання 10,99 МДж/кг. Це дозволить суттєво скоротити витрати місцевих бюджетів на опалення будівель та споруд, а також на підігрівання води.

Початкова відносна вологість змішаних ТПВ знаходиться в межах 39...53 %, харчової фракції ТПВ у весняно-літній період – 60...64 %, а в осінній – 75...92 % [4]. Тому для визначення можливих шляхів зниження відносної вологості ТПВ до 20 % проведено експериментальне дослідження процесів зневоднення ТПВ шнековим пресом [5, 6], результати якого оброблені за допомогою програми, детально описаної в статті [7].

Для знаходження оптимальних співвідношень факторів прирівняємо до нуля частинні похідні енергоємності зневоднення ТПВ [5] від основних параметрів процесу

$$\frac{\partial \epsilon}{\partial n} = \frac{\partial \epsilon}{\partial (\Delta_{\text{ш}} / D_{\text{мін}})} = \frac{\partial \epsilon}{\partial (d_{\text{мін}} / D_{\text{мін}})} = 0, \quad (1)$$

де ϵ – енергоємність зневоднення ТПВ, кВт·год/т; n – частота обертання шнека, об/хв; $\Delta_{\text{ш}}$ – зазор між шнеком та корпусом, мм; $d_{\text{мін}}$ – діаметр осердя шнека на останньому витку, мм; $D_{\text{мін}}$ – зовнішній діаметр шнека на останньому витку, мм.

В результаті чого отримано вирази для визначення оптимальних значень основних параметрів процесу зневоднення ТПВ шнековим пресом від властивостей ТПВ:

$$n_{\text{онм}} = 64,86 - 0,13w_0 - 0,02664\rho_0 \text{ [об/хв]}; \quad (2)$$

$$(\Delta_{\text{ш}} / D_{\text{мін}})_{\text{онм}} = 9,892 \cdot 10^{-3} - 8,697 \cdot 10^{-5}w_0 + 9,624 \cdot 10^{-6}\rho_0; \quad (3)$$

$$(d_{\text{мін}} / D_{\text{мін}})_{\text{онм}} = 0,7386 + 8,024 \cdot 10^{-4}w_0 - 1,275 \cdot 10^{-4}\rho_0, \quad (4)$$

де w_0 – початкова відносна вологість ТПВ, %; ρ_0 – початкова густина ТПВ, кг/м³.

Проведено оптимізацію цільової функції – енергоємності зневоднення ТПВ ϵ за допомогою виразів (2-4). Встановлено, що мінімальна енергоємність зневоднення змішаних ТПВ складає $\epsilon_{\text{мін}} = 172,3...306,3$ кВт·год/т або 396,1...704,1 грн/т для таких оптимальних значень параметрів технологічного процесу зневоднення: $n_{\text{онм}} = 51,84...54,73$ об/хв; $(\Delta_{\text{ш}}/D_{\text{мін}})_{\text{онм}} = (7,10...8,71) \cdot 10^{-3}$; $(d_{\text{мін}}/D_{\text{мін}})_{\text{онм}} = 0,710...0,765$, а для вологої фракції ТПВ $\epsilon_{\text{мін}} = 30,7...158,5$ кВт·год/т або 70,57...364,4 грн/т для $n_{\text{онм}} = 36,91...47,20$ об/хв; $(\Delta_{\text{ш}}/D_{\text{мін}})_{\text{онм}} = (5,45...10,45) \cdot 10^{-3}$; $(d_{\text{мін}}/D_{\text{мін}})_{\text{онм}} = 0,740...0,757$.

Продуктивність зневоднення ТПВ шнековим пресом визначається за виразом [8]

$$Q = \pi(D_{\min}^2 - d_{\min}^2)(T_{\min} - h)n_{\text{онм}}\rho_0 / 240 \text{ [кг/с]}, \quad (5)$$

де $T_{\min}$ – крок витків шнека на останньому витку, м; h – товщина витка, м.

На рис. 1 показано залежності параметрів оптимізації технологічного процесу зневоднення шнековим пресом від властивостей ТПВ: початкових відносної вологості w_0 та густини ρ_0 , які дозволяють наглядно проілюструвати вказані залежності.

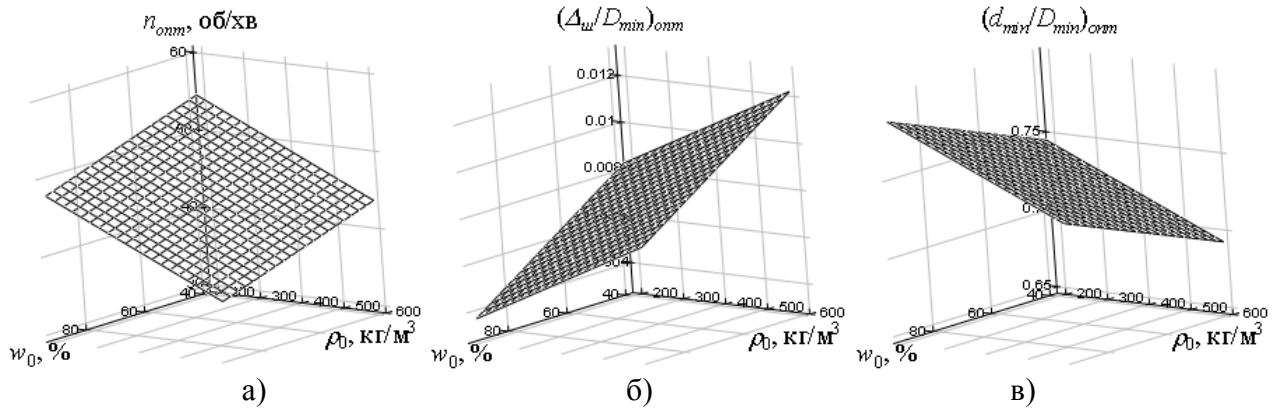


Рисунок 1 – Залежності параметрів оптимізації технологічного процесу зневоднення шнековим пресом від властивостей ТПВ: початкових відносної вологості w_0 та густини ρ_0 :

а) $n_{\text{онм}} = f(w_0, \rho_0)$; б) $(\Delta_u / D_{\min})_{\text{онм}} = f(w_0, \rho_0)$; в) $(d_{\min} / D_{\min})_{\text{онм}} = f(w_0, \rho_0)$

Висновки. Отримано залежності для визначення оптимальних значень основних параметрів процесу зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом від їхніх властивостей: початкових відносної вологості та густини, що можуть бути використані під час створення методики інженерних розрахунків параметрів машин та механізмів для зневоднення твердих побутових відходів. Встановлено, що мінімальна вартість зневоднення змішаних ТПВ складає 396,1...704,1 грн/т, а для їхньої вологої фракції 70,57...364,4 грн/т, що підтверджує необхідність їхнього диференціального (роздільного) збирання.

Список посилань.

1. Ковальський В.П. Передумови активації золи-винесення відходами глиноземного виробництва // Наука і освіта : матеріали VIII міжнар. наук.-практ. конф., 7-21 лют. 2005 р. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2005. – С. 31-32.
2. Лемешев М.С., Христич О.В., Зузяк С.Ю. Ресурсозберігаюча технологія виробництва будівельних матеріалів з використанням техногенних відходів // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2018. – № 1. – С. 18-23.
3. Рижий В.К., Римар Т.І., Тимофєєв І.Л. Утилізація твердих побутових відходів на наявних комунальних ТЕЦ // Вісник НУ "Львівська політехніка". – 2011. – № 712. – С. 17-22.
4. Варнавская И.В. Анализ условий образования и состава сточных вод полигонов твердых бытовых отходов // Экология и промышленность. – 2008. – № 1. – С. 39-43.
5. Березюк О.В. Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом // Вісник ВПІ. – 2018. – № 5. – С. 18-24.
6. 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>.
7. Березюк О.В. Моделювання компресійної характеристики твердих побутових відходів у сміттєвозі на основі комп'ютерної програми "PlanExp" // Вісник ВПІ. – 2016. – № 6. – С. 23-28.
8. Татарьянц М. С., Завинский С. И., Трошин А. Г. Разработка методики расчёта нагрузок на шнек и энергозатрат шнековых прессов // ScienceRise. – 2015. – Т. 6. – № 2 (11). – С. 80-84.