

Олександр РИБЯНСЬКИЙ

магістрант

Науковий керівник:

доктор техн. наук, професор Вячеслав СКРИПНИК

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ СУШІННЯ ЗЕРНА

В Україні сільськогосподарське виробництво займає великий сегмент економіки. Одне з основних місць в ньому займає виробництво і зберігання зерна, позаяк Україна є одним із основних світових зернових експортерів. Зерно, що має підвищену вологість, потребує сушіння до заданої вологості, що є необхідною умовою його подальшого тривалого зберігання. У більшості випадків для сушіння зерна застосовують конвективний процес, в якому у якості сушильного агенту застосовують підігріте повітря. Сам процес конвективного сушіння є енерговитратним, а через енергетичну кризу, викликану війною російської федерації проти України, спостерігається дефіцит енергоресурсів. Через дефіцит енергоресурсів їх вартість збільшилася до граничної межі, за якою процес сушіння стає катастрофічно дорогим.

Нами проведено порівняння ефективності застосування різних енергоносіїв для сушіння 40 тис. т кукурудзи від початкової вологості $w_1 = 22\%$ до кінцевої $w_2 = 12\%$ за адаптованою для цього методикою розрахунку [1]. У якості енергоносія для нагрівання повітря порівнювалися: природний газ – $Q_H^p = 32,4$ МДж/м³ вартістю 1 м³ 44,63 грн., електрична енергія вартістю 1 кВт·год. 5,26 грн., пелети з відходів деревини – $Q_H^p = 16,8$ МДж/кг вартістю 1 кг 10,00 грн., агровідходи сояшника – $Q_H^p = 14,5$ МДж/кг вартістю 1 кг 2,00 грн. за стану повітря-теплоносія до калорифера $t_0 = 15$ °С та $\varphi_0 = 40\%$; після сушіння $t_2 = 45$ °С та $\varphi_2 = 30\%$.

Розрахунок проводили в наступній послідовності.

1. Визначали кількість вологи W , що видаляється із зерна в зерносушарці за формулою

$$W = G_1 \cdot (w_1 - w_2) / (100 - w_2), \text{ кг}$$

$$W = 40 \cdot 10^6 \cdot (22 - 12) / (100 - 12) = 4,55 \cdot 10^6 \text{ кг.}$$

2. Визначали витрату повітря на випарування кг вологи із зерна. Для цього за $I-x$ – діаграмою Рамзіна знаходили вологовміст повітря до сушіння x_0 і після нього x_2 : $x_0 = 0,004$ кг/кг сухого повітря; $x_2 = 0,0183$ кг/кг сухого повітря.

3. Визначали витрату повітря на випарування 1 кг вологи за формулою

$$l = L/W = 1/(x_2 - x_1), \text{ кг сухого повітря на кг вологи;}$$

$$l = 1/(0,0183 - 0,004) = 69,93 \text{ кг сухого повітря на кг вологи.}$$

4. Витрата повітря на випарування всієї вологи

$$L = l \cdot W = 69,93 \cdot 4,55 \cdot 10^6 = 318,2 \cdot 10^6 \text{ кг.}$$

5. Визначали питому витрату теплоти в зерносушарці за умови, що уся теплота для процесу сушіння підводиться до повітря в калорифері, за формулою

$$q = l \cdot (I_2 - I_0), \text{ кДж/кг випареної вологи;}$$

де I_0 і I_2 – ентальпія повітря до калорифера і після нього, Дж/кг сухого повітря. За I -х – діаграмою Рамзіна $I_0 = 20$ кДж/кг і $I_2 = 40$ кДж/кг;

$$q = 69,93 \cdot (40 - 20) = 1398,6, \text{ кДж/кг випареної вологи.}$$

6. Визначали витрату теплоти на випарування всієї вологи в зерносушарці

$$Q_B = q \cdot W = 1398,6 \cdot 4,55 \cdot 10^6 = 6363,63 \cdot 10^6 \text{ кДж.}$$

7. Визначали витрату теплоти на нагрівання зерна від початкової температури 15°C до кінцевої 40°C за формулою

$$Q_3 = G_1 \cdot c_3 \cdot (t_1 - t_0) = 40 \cdot 10^6 \cdot 2,6 \cdot (40 - 15) = 2600 \cdot 10^6 \text{ кДж;}$$

де $c_3 = 2,6$ кДж/(кг \cdot °C) – середня теплоємність зерна за процес нагрівання.

8. Загальні витрати теплоти на нагрівання зерна і випарування вологи

$$Q = Q_B + Q_3 = 6363,63 \cdot 10^6 + 2600 \cdot 10^6 = 8963,63 \cdot 10^6 \text{ кДж.}$$

9. Визначали витрату палива, необхідного для сушіння зерна:

- природного газу

$$V_G = Q/Q_H^p = 8963,63 \cdot 10^3 / 32,4 = 276,66 \cdot 10^3 \text{ м}^3;$$

- електричної енергії (під час перетворення 1 кВт \cdot год електроенергії виділяється 3,6 МДж теплоти)

$$N_e = Q/Q_e = 8963,63 \cdot 10^3 / 3,6 = 2489,9 \cdot 10^3 \text{ кВт}\cdot\text{год;}$$

- пелетів з відходів деревини

$$B_{\Pi} = Q/Q_H^p = 8963,63 \cdot 10^3 / 16,8 = 533,5 \cdot 10^3 \text{ кг;}$$

- агровідходів сояшника

$$B_c = Q/Q_H^p = 8963,63 \cdot 10^3 / 14,5 = 618,2 \cdot 10^3 \text{ кг.}$$

10. Визначали вартість палива для сушіння зерна в зерносушарці:

- природного газу

$$\text{Вартість}_G = 276,66 \cdot 10^3 \cdot 44,63 = 12347335,80 \text{ грн.};$$

- електричної енергії

$$\text{Вартість}_e = 2489,9 \cdot 10^3 \cdot 5,26 = 13096874,00 \text{ грн.};$$

- пелетів з відходів деревини

$$\text{Вартість}_{\Pi} = 533,5 \cdot 10^3 \cdot 10,00 = 5335000,00 \text{ грн.};$$

- агровідходів сояшника

$$\text{Вартість}_c = 618,2 \cdot 10^3 \cdot 2,00 = 1236400,00 \text{ грн.}$$

Проведений розрахунок дозволяє зробити висновок, що з економічної точки зору для сушіння зерна в зерносушарці за заданими параметрами найбільш вигідно використовувати агровідходи сояшника, витрати на які в 10,6 разів менше за витрати на електроенергію; в 9,98 рази менше за витрати на природний газ та 4,3 рази менше за витрати на пелети з відходів деревини.

В умовах реального підприємства до вказаної вартості необхідно додати вартість транспортування, зберігання, спалювання пелетів та агровідходів та вивезення золи.

Список використаних джерел

1. В. И. Баранцев. Сборник задач по процессам и аппаратам пищевых производств : Учеб. пособ. для техн. пищ. пром. – М. : Агропромиздат, 1985. – 136 с.

Антон СВИДЕРСЬКИЙ

магістрант

Науковий керівник:

канд. техн. наук, доцент Віктор ДУБІК

канд. техн. наук, доцент Олександр КОЗАК
ЗВО «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

СУЧАСНІ ВИКЛИКИ В ЕНЕРГЕТИЦІ І МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Кожен історичний етап розвитку науки і техніки ставить перед ученими й інженерами безліч питань. Проте серед них можна виокремити лише кілька фундаментальних, без розв'язання яких неможливий подальший розвиток цивілізації, підвищення життєвого рівня людства. З цього погляду, однією з головних проблем сьогодення і найближчого майбутнього, поза сумнівом, є забезпечення достатньої кількості енергії. Проблема ця досить гостра тому, що має не тільки суто технічний характер.

На сучасному етапі розвитку людства проблема взаємодії енергетики і довкілля набуває нових ознак, впливаючи на величезні території, більшість річок і озер, на атмосферу й гідросферу Землі. Ще більші масштаби розвитку енергопостачання й енергоспоживання в недалекому майбутньому зумовляють подальше інтенсивне зростання їхніх різноманітних дій на всі компоненти природного довкілля в глобальному масштабі.

Проте, останнім часом ця взаємодія набула загрозливого характеру. Науково-технічна революція уможливила великі відкриття у біології, хімії, фізиці й багатьох інших науках, значно розширила можливості інтенсивного використання природних ресурсів. Водночас вона ускладнила взаємодію