

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ БАРАБАННИХ ПОДРІБНЮВАЧІВ-ЗМІШУВАЧІВ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

Рамш В. Ю., к.т.н., доцент кафедри, e-mail: ramsh_v@ukr.net

Потапенко М. В., к.т.н., доцент кафедри, e-mail: m.potapenko19@gmail.com

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і
природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»

Актуальність дослідження. Використання біологічних відходів (біомаси) в якості енергетичної сировини дозволяє вирішити проблему енергозбереження і, разом з цим, іншу важливу проблему – екологічну [1].

Одним із способів використання біомаси є використання біогазових технологій, які полягають у переробці біологічних відходів в анаеробному реакторі біогазової установки.

Основним елементом технологічного обладнання, який забезпечує кількісний і якісний склад живильних речовин в бункерах накопичувача біогазових установок є барабанні подрібнювачі – змішувачі. При виборі їх конструкції звертають увагу на якість продукції на виході із агрегату, габаритні розміри, енергетичні затрати на одиницю продукції та вартість одиниці об'єму установки.

Мета дослідження. Розробка методики визначення техніко-економічної ефективності барабанних подрібнювачів-змішувачів біогазових установок.

Основні матеріали дослідження. Якщо врахувати, що затрати на приготування компонентів суміші продуктів ферментації постійні і у всіх порівнюваних варіантів змішувальних установок забезпечується задана продуктивність готової продукції та необхідна її однорідність, то в якості цільової функції можна використати показник економічної ефективності [2]:

$$P = K_{num} \cdot E_n + E_e, \quad (1)$$

де K_{num} – питомі капіталовкладення в змішувальну установку, грн./м³ за рік E_n – нормативний коефіцієнт порівняння ефективності; E_e – питомі експлуатаційні витрати, грн/м³.

В рівнянні (1) характер зміни економічної ефективності визначається змінними K_{num} і E_e .

Питомі капіталовкладення установки визначаємо з виразу:

$$K_{num} = \frac{B_n \cdot L}{g \cdot t_p}, \quad (2)$$

де B_n – вартість одиниці об'єму змішувача, грн/м³; L – довжина змішувального барабану, м; g – середня швидкість проходження компонентів через барабан, м/год t_p – тривалість роботи установки, год.

Лінійна швидкість проходження компонентів змішування визначається за формулою:

$$g = \frac{Q}{F}, \quad (3)$$

де Q – об'ємна продуктивність змішувача, м³/год; $F = \varphi \cdot \pi \cdot R^2$ – площа поперечного перерізу сегменту завантаження барабана, м²; φ – коефіцієнт заповнення бункера; R – радіус змішувального барабана, м.

Експлуатаційні витрати складаються з амортизаційних відрахувань та відрахувань на поточний ремонт і обслуговування обладнання. Вони пропорційні капіталовкладенням і на стадії проектування їх можна не враховувати. При експлуатації установки до вище наведених витрат додається заробітна плата обслуговуючого персоналу, вартість електроенергії та паливно-мастильних матеріалів.

Тоді змінні складові експлуатаційних витрат визначимо з виразу:

$$E = \frac{B_1 \cdot K_q \cdot n \cdot N}{Q}, \quad (4)$$

де B_1 – вартість 1 квт·год електроенергії, грн.; K_q – коефіцієнт використання електродвигунів; n – кількість змішувачів однакової конструкції, шт.; N – потужність, яка затрачається для досягнення однорідності продуктів метаногенезу, кВт/м³.

Кількість змішувачів однакової конструкції, які входять в установку:

$$n = \frac{Q \cdot L}{V \cdot g}, \quad (5)$$

де V – об'єм змішувача, м³.

Потужність, яка необхідна для створення гомогенного середовища продуктів зброджування визначаємо:

$$N = \frac{0,34 \cdot D^3 \cdot L \cdot U \cdot \gamma \cdot \varphi}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot Q}, \quad (6)$$

де D – діаметр барабану, м; U – колова швидкість барабана, м/год; γ – густина готової суміші, кг/л.

Між потужністю N і інтенсивністю змішування в барабанних подрібнювачах--змішувачах існує залежність:

$$Z = \alpha \cdot N^S, \quad (7)$$

де α – коефіцієнт пропорційності; S – коефіцієнт, який враховує зміну енергозатрат при зміні розмірів барабану.

Інтенсивність змішування компонентів продуктів зброджування визначаємо за залежністю:

$$Z = \frac{V(C_0) - V(C_\kappa)}{K_u \cdot L}, \quad (8)$$

де $V(C_0)$ – початковий коефіцієнт неоднорідності, який обумовлюється співвідношенням змішуваних компонентів; $V(C_\kappa)$ – кінцеве значення коефіцієнта неоднорідності, задається по технологічному процесу, або визначається експериментально; K_u – кратність циркуляції.

Значення K_u визначаємо з виразу:

$$K_u = \frac{Q}{V_p}, \quad (9)$$

де $V_p = \varphi \cdot \pi \cdot R^2 \cdot L$ – робочий об'єм змішувального барабану.

Довжина змішувального барабану, яка необхідна для забезпечення заданого значення $V(C_\kappa)$:

$$L = g \cdot t, \quad (10)$$

де t – середній час перебування матеріалу в подрібнювачі-змішувачі, який забезпечує досягнення необхідного коефіцієнту неоднорідності.

Існують декілька варіантів підвищення ефективності безперервно діючого барабанного подрібнювача-змішувача, це насамперед:

- збільшення об'ємної продуктивності Q і інтенсивності Z процесу змішування;
- зменшення вартості B_n одиниці об'єму змішувача, або потужності N , необхідної для обертання робочих органів установки.

Висновки. З врахуванням умов екстремальності одержано цільову функцію залежності економічної ефективності подрібнювачів-змішувачів від їх технологічних і технічних показників.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ратушняк Г. С., Анохіна К.В. Енергоефективні технологічні процеси та обладнання біоконверсії: Монографія. Вінниця: ВНТУ, 2013. 148 с.
2. Жалдак М. І., Триус Ю. В. Основи теорії і методів оптимізації: Навчальний посібник. Черкаси: Брама-України, 2005. 608 с.