

ЕНЕРГООЩАДНА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

М. В. Потапенко, В. Ю. Рамш, В. Л. Шаршонь

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

В сучасних біогазових установках для підтримання температурного режиму в допустимих межах у зимовий період затрачається майже 70 % виробленого біогазу. У системі постачання теплової енергії для біогазової установки джерело первинної енергії – біогаз доцільно замінити електричною енергією з підсистемою теплоакumuлюючих установок.

Розрахунки показують, що застосування теплоакumuлюючих установок дозволить на 20–25 % зменшити вартість енергії, яка витрачається на власні потреби біогазової установки.

Щоб підвищити ефективність установок необхідно регулювати кількість накопиченої теплоти в залежності від температури зовнішнього повітря, що дозволить зменшити коефіцієнт одночасності зарядки нагрівачів та знизити середню температуру блоків, а також змінювати тепловий потік електричними тепловими акумулюючими нагрівачами у залежності від температури продуктів зброджування метантенка.

Залежність необхідного теплового потоку для метантенка від температури зовнішнього повітря є прямолінійною:

$$P = P_p - r(\theta_1 - \theta_{1p}), \quad (1)$$

де P – тепловий потік, який необхідний для створення потрібної температури, Вт; P_p – розрахунковий тепловий потік, Вт; r – коефіцієнт, який залежить від теплофізичних характеристик метантенка, Вт/°С; θ_1 – температура зовнішнього повітря, °С; θ_{1p} – розрахункова температура зовнішнього повітря в найхолодніший період, °С.

В свою чергу, залежність температури електричними тепловими акумулюючими нагрівачами, яка встановлюється до кінця періоду зарядки, від температури зовнішнього повітря має вид

$$\theta = \frac{\theta_{1p} [P_p - r(\theta_1 - \theta_{1p})] + \theta_1}{V \cdot c \cdot \rho (1 - f) \eta}, \quad (2)$$

де f – постійна величин; $f = (\theta_{0p} - \theta_{1p})(\theta_p - \theta_{1p})$; η – ККД нагрівачів.

Залежність (2) має лінійний характер, що вказує на інерційний об'єкт автоматичного регулювання із запізненням.

Для аналізу і синтезу системи автоматичного регулювання тепловіддачі доцільно використовувати перехідну характеристику, отриману при класичному методі розв'язання диференційного рівняння теплопровідності, а також застосовувати метод суперпозиції. Прийнято, що при зарядці по всьому об'єму теплового акумулюючого моноліту діє рівномірно розміщене джерело тепла, а температура в поперечному перерізі розподіляється за параболічним законом. Тоді рівняння для розрахунку створюваного електричними тепловими акумулюючими нагрівачами нестационарного теплового потоку можна записати:

$$P(\theta) = (F \cdot B_i \cdot \lambda / \delta \sum_{n=1}^{\infty} [(2 / \mu_n^2 - 2 / B_i)(\theta_{\text{ЦО}} - \theta_{\text{ПО}}) - \theta_{\text{ПО}} - t_0] A_n \cdot \cos \mu_n \times \\ \times \exp(-\mu_n^2 \cdot F_0) + F \cdot q \cdot \delta - F \cdot q \cdot \delta \cdot B_i \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A_n}{\mu_n^2}) \cos \mu_n \cdot \exp(-\mu_n^2 \cdot F_0), \quad (3)$$

де F – площа теплообмінної поверхні теплового акумулюючого моноліту, м²; B_i – критерій Біо; λ – теплопровідність матеріалу, Вт/м² · °С; δ – половина ширини пластини, м; μ_n – корені характеристичного рівняння; $\theta_{\text{ЦО}}$, $\theta_{\text{ПО}}$ – початкові температури в центрі та на поверхні блоків, °С; t_0 – початкова температура води, °С; F_0 – число Фур'є; q – інтенсивність внутрішнього джерела тепла, Вт/м³;

$$A_n = \frac{2 \cdot \sin \mu_n}{\mu_n + \sin \mu_n \cdot \cos \mu_n}. \quad (4)$$

Якщо із виразу (3) відняти початковий тепловий потік, то отримаємо аналітичний вираз перехідної характеристики електричними тепловими акумулюючими нагрівачами за каналом регулювання тепловіддачі.

Неодночасна комутація нагрівного пристрою позитивно впливає на режим напруги у споживачах. Для підвищення якості регулювання температурою в об'єктах зі запізненням доцільно вимикати частину секцій за допомогою терморегулятора, який реагує на зовнішню температуру. При низьких температурах він буде підтримувати частину секцій постійно увімкнутими, а при високих – вимкнутими.

Застосування в таких системах трипозиційних терморегуляторів дозволяє зменшити потужність комутації теплоакumuлюючої установки та регулювати цикли її роботи.

Література

1. Адаменко, О. І. Енергоощадне отримання біогазу / О. І. Адаменко, М. К. Лінник, І. М. Голодний // Вісник аграрної науки. – 2005. – № 5. – С. 47–50.
2. Ключев, А. С. Автоматическое регулирование / А. С. Ключев. – М. : Энергия, 1973. – 392 с.
3. Ковалев, А. А. Технологические линии утилизации отходов животноводства в биогаз и удобрения / А. А. Ковалев, А. Н. Кошевикова. – М. : Агропромиздат, 1990. – 241 с.