

ОПТИМІЗАЦІЯ ТИПІВ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК ПРИ ПРОЕКТУВАННІ

Подобайло В. Г., Потапенко М. В., Семенова Н. П.

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України "Бережанський агротехнічний інститут"

Для функціонально однорідних груп біогазових установок пропонується методика розрахунку оптимального типу, що дозволить їх виробництво і експлуатацію з мінімальними затратами засобів і часу.

Постановка проблеми. Технічних варіантів реалізації метаногенеза біомаси досить багато, починаючи з простих і закінчуючи технічно досконалими установками тривалої безперервної дії з використанням прогресивних мікропроцесорних засобів автоматизації. Тому при проектуванні необхідно вирішувати цілий комплекс задач пов'язаних з розробкою ідеології нової системи та збиранням вихідної інформації для аналізу і синтезу оптимальних варіантів системи.

Для цього необхідно уже на перших етапах створення біогазових установок розробити нормативно-методичні матеріали по вибору вихідних параметрів, які забезпечать їх виробництво і експлуатацію з мінімальними затратами засобів і часу. В якості такої основи пропонується використовувати побудовані для однорідних груп біогазових установок (БГУ) параметричні типи, тобто упорядковані сукупності числових значень окремих ознак, які характеризують їх конструктивні та експлуатаційні властивості. В першу чергу це відноситься до малогабаритних установок з об'ємом біореактора 3...300 м³. [5]

Аналіз останніх досліджень і публікацій Визначення основних параметрів ряду є лише першим етапом, головне заключається у визначенні оптимальної частоти вихідних ознак, тобто частоти визначених параметрів, які забезпечують мінімальні затрати на заданий об'єм робіт. Це одночасні капітальні вклади і поточні експлуатаційні витрати. Ефективність ряду залежить від великої кількості взаємозапечуючих факторів. Вплив основних факторів на економічну ефективність ряду виражають залежностями, які апроксимують відповідними функціями, задачу необхідно вирішувати як екстремальну і зводити до мінімізації деякого функціоналу.

На початку виділяють основні параметри, які визначають конструктивні або функціональні можливості БГУ. Потім необхідно вяснити тип задачі-статична або динамічна для визначення проміжку часу дії даного типу БГУ. Визначають економічні фактори: потребу в обладнанні, вартість розробки нових зразків і їх експлуатації.

Мета статті. Для функціонально однорідних груп БГУ розробити методику розрахунку оптимального типу, який забезпечить мінімальні затрати на виробництво і експлуатацію БГУ.

Основні матеріали досліджень. Сформулюємо задачу оптимізації однопараметричного ряду. Нехай будуть задані:

$f(x)$ - функція вартості виробництва одиниці БГУ в залежності від параметра x ;

$f_1(x)$ - функція вартості розробки, випробування і транспортування на виробництво нового зразка обладнання;

$f_2(x)$ - вартість експлуатації обладнання за одиницю часу.

Тоді інтегральна функція потреби БГУ буде мати вид [4]:

$$F(x) = \int_0^x \phi(x) dx; \quad (1)$$

де $\phi(x)$ - диференційна функція потреби.

Необхідно відшукати оптимальне число типів БГУ та значення їх аргументів, при яких сумарно затрати на їх виробництво і експлуатацію будуть мінімальними.

Припустимо, що розробляється N типів БГУ, аргументи яких складають ряд $x_1, \dots, x_k, \dots, x_N$. Кожний виріб $(k+1)$ -го типу застосовують в інтервалі від x_k до x_{k+1} . Тоді можна записати наступний вираз для сумарних затрат на щорічне виробництво даного виду обладнання при x_N вибраному ряду типу x_1, \dots, x_N [4]:

$$Z_N = \sum \left\{ [F(x_{k+1}) - F(x_k)] \cdot f(x_{k+1}) : V = \overline{1, N-1} \right\} + \\ + \sum \left\{ f_1(x_{k+1}) : V = \overline{1, N-1} \right\} + \int_0^T \sum \left\{ [F(x_{k+1}) - F(x_k)] \cdot f_2(x_{k+1}) : V = \overline{1, N-1} \right\} dt; \quad (2)$$

де V - показник ступеню збільшення затрат на виробництво партії обладнання, який залежить від числа виготовлених БГУ;

T - розглянутий період часу.

Розв'язанням є ряд значень x_k , при яких функція Z_N має мінімум.

Наведена задача одновимірною, та як маємо лише один аргумент. На практиці приходиться розв'язувати багатомірні задачі. Ці задачі можна розв'язувати методами динамічного програмування на ЕОМ. Тому застосування складних методів для вибору оптимального типу БГУ не завжди доцільно. Більш простими і досить точними є методи, які ґрунтуються на економічному критерії.

Економічна доцільність може бути виражена двома критеріями: максимумом прибутку і мінімумом затрат. Постановка задачі за мінімумом затрат рахується доцільною, коли виробництво газу повинно бути виконано незалежно від ціни реалізації. При визначенні максимального прибутку передбачається, що ціна на газ відома і стійка.

Приведений прибуток визначають за формулою [3]:

$$\Pi(x) = B(x) \cdot C - Z(x); \quad (3)$$

де $\Pi(x)$ - функція економічності типу x ;

$B(x)$ - функція валового виробництва біогазу при використанні типу x ;

C - середня ціна реалізації біогазу;

$Z(x)$ - приведені затрати на створення і експлуатацію типу x .

Перший член формули (3) означає прибуток від реалізації біогазу із застосуванням типу x :

$$\Pi = B(x) \cdot C = \int_0^T \sum_{k=1}^K [F(x_{k+1}) - F(x_k)] \cdot C \cdot x_k dt \quad (4)$$

Функція затрат:

$$Z(x) = C_p(x) + C_o(x) \cdot E + C_e(x); \quad (5)$$

де $C_p(x)$ - функція затрат на розробку проектів БГУ;

$C_o(x)$ - функція затрат на виробництво БГУ;

E - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

$C_e(x)$ - функція затрат на експлуатацію БГУ.

Виходячи з цього, функція економічності БГУ буде мати вигляд:

$$\begin{aligned} \Pi(x) = & \int_0^T \sum_{k=1}^K [F(x_{k+1}) - F(x_k)] \cdot C \cdot x_k dt - \sum_{k=1}^K C_p(x_k) - \\ & - \sum_{k=1}^K [F(x_{k+1}) - F(x_k)] \cdot C_o(x_k) \cdot E - \\ & - \int_0^T \sum_{k=1}^K [F(x_{k+1}) - F(x_k)] \cdot C_e(x_k) dt \quad (6) \end{aligned}$$

Обмеження за об'ємом виробництва можна записати так:

$$\Pi^{\max} \leq \int_{x_1}^{x_2} [F(x_{k+1}) - F(x_k)] \cdot dx, \quad (7)$$

а обмеження по затратах на розробку проектів БГУ:

$$\sum_{k=1}^K C_p(x_k) \leq C_p^{\max} \quad (8)$$

Функція потреби установок БГУ добре апроксимується розподілом Пірсона [1]:

$$F(x) = a_0 \left(1 + \frac{x}{d_1}\right)^{m_1} \cdot \left(1 - \frac{x}{d_2}\right)^{m_2} \quad (9)$$

У виразі (9) a_0, d_1, d_2, m_1, m_2 - параметри розподілу.

Функції:

$$C_p(x) = A(x), \quad (A = const); \quad (10)$$

$$C_o(x) = a \cdot x^b e^{cx}; \quad (11)$$

$$C_e(x) = a + \frac{b}{x}. \quad (12)$$

Задача зводиться до визначення максимуму (6) при обмеженнях (7) і (8). Функції (9) – (12) неперервні і диференційовані, тому необхідно використати методи динамічного програмування або випадкового пошуку.

Висновки. Застосування даної методики розрахунку оптимального типу БГУ, значно скоротить терміни при їх проектуванні і забезпечить оптимальні техніко-економічні показники.

Список використаних джерел

1. Бояринов А. И. Методы оптимизации в химической технологии / А. И. Бояринов, В. В. Кафаров – М.: Химия, 1969. – 564 с.
2. Венцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е. С. Венцель – М.: Наука, 1980 – 208 с.
3. Мартиненко І. І. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК: Підручник / [І. І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко та ін.] – К.: НМЦ МінАПК України, 2008 - 330 с.
4. Островський Г. М. Методы оптимизации сложных химико-технологических систем / Г.М. Островский, Ю. М. Волин – М.: Химия, 1970 – 328 с.
5. Семенов І. В. Проектирование биогазовых установок / И.В. Семенов; Сумы, ИПП "Мрия-1" ЛТД. – 1996. – 347 с.

Аннотация

ОПТИМИЗАЦИЯ ТИПОВ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Подобайло В. И., Потапенко Н. В., Семенова Н. П.

Для функционально однородных групп биогазовых установок предлагается методика расчета оптимального типажа, что позволит их производство и эксплуатацию с минимальными затратами средств и времени.

Abstract

TYPES OF OPTIMIZATION IN DESIGN BIOGAS PLANTS

V. Podobaylo, M. Potapenko, N. Semenova

For functionally homogeneous groups biogas plants proposed method of calculating the optimum facial features, allowing their production and operation of facilities at minimal cost and time.