

ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

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

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

Запропоновано методику визначення основних параметрів надійності електрообладнання біогазових установок з використанням апріорної інформації. Даний метод забезпечує підвищення точності результатів досліджень, скорочує об'єми вибірок і тривалості спостережень.

Постановка проблеми. Сьогодні взаємозв'язок енергетики та економіки вимагає, насамперед, економії енергії на всіх рівнях виробництва і споживання в народному господарстві країни. Одним із шляхів доповнення і часткової заміни традиційних видів енергоносіїв є використання біогазу.

Застосування біогазових установок дозволяє вирішити проблеми екологічного, енергетичного та агрохімічного характеру, а тому є базовою основою для створення екологічно чистих технологій переробки органічних відходів.

Привабливість застосування біогазових установок обумовлена широкою різновидністю сировини, яка може застосовуватися для їх роботи. Встановлено, що ресурси біомаси в різних видах є в усіх регіонах, і майже в кожному з них може бути налагоджена їх переробка в енергію й паливо.

Технічних варіантів реалізації метагенезу біомаси розроблено багато, починаючи з простих і закінчуючи складними, технологічно досконалими установками довготривалої неперервної дії з використанням мікропроцесорних засобів. Але внаслідок малої кількості біогазових установок, які в даний час застосовуються в Україні, практично відсутня технічна інформація про їх експлуатаційні характеристики.

А вже на перших етапах проектування необхідно мати нормативно-методичні матеріали по вибору параметрів, які забезпечать їх виробництво і експлуатацію з мінімальними затратами коштів і часу [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для оцінювання показників надійності електрообладнання технологічних систем використовують лише ту інформацію, яка отримана в результаті випробувань і не враховують апріорну інформацію, котра для біогазових установок фактично відсутня [3].

Для попередньої оцінки надійності електрообладнання в технічній літературі можна знайти показники надійності майже всіх елементів. Проте використання апріорної інформації забезпечує підвищення точності результатів скорочує об'єми вибірок і тривалості спостережень.

Мета статті. Теоретично проаналізувати та експериментально визначити основні параметри надійності електрообладнання біогазових установок.

Основні матеріали досліджень. На основі розрахунків апріорної інформації із застосуванням формули Байєса [6], визначають характеристику надійності і відносно неї пропонуються гіпотези, густини ймовірності кожної гіпотези $f_{amp}(t)$.

Густину ймовірності кожної гіпотези, маючи п даних спостережень, при яких отримано m відмов, можна визначити за формулою:

$$\gamma(t) = \frac{f_{\text{аіо}}(t) \cdot P_{nm}(t)}{\int_0^1 f_{\text{аіо}}(t) \cdot P_{nm} dt}, \quad (1)$$

де $P_{nm}(t)$ - ймовірність події, яка визначена при умові справедливості гіпотези, яка розглядається.

При дослідженні систем електрообладнання на надійність необхідно отримати достовірні дані параметра потоку відмов λ і параметрів функції розподілу часу відновлення системи μ .

Якщо за час t_i , для n_i систем електрообладнання, одержимо m відмов, то апріорною інформацією будуть верхня λ_e і нижня λ_n значення λ , а також припущення про рівномірний розподіл λ в інтервалі (λ_e, λ_n) .

Потік відмов електрообладнання реальних технологічних систем близький до пуассонівського [6]. В цьому випадку ймовірність появи m відмов в n_i систем за час t_i буде дорівнювати:

$$P(m) = \frac{(n_i \cdot \lambda \cdot t_i)^m}{m!} e^{-n_i \lambda t_i}; \quad (2)$$

$$f_{\text{аіо}} = \frac{1}{\lambda_e - \lambda_n}; \quad (3)$$

$$f_{\text{аііо}}(\lambda) = \frac{(n_i \cdot \lambda \cdot t_i)^m e^{-n_i \lambda t_i}}{\int_{\lambda_n}^{\lambda_e} (n_i \cdot \lambda \cdot t_i)^m e^{-n_i \lambda t_i} d\lambda}. \quad (4)$$

Звідси математичне сподівання $M(\lambda)$ і дисперсія $D(\lambda)$:

$$M(\lambda) = \frac{\int_{\lambda_n}^{\lambda_e} \lambda^{m+1} e^{-n_i \lambda t_i} \cdot d\lambda}{\int_{\lambda_n}^{\lambda_e} \lambda^m e^{-n_i \lambda t_i} \cdot d\lambda}; \quad (5)$$

$$D(\lambda) = \frac{\int_{\lambda_i}^{\lambda_i} \lambda^{m+2} e^{-n_i \cdot \lambda \cdot t_i} \cdot d\lambda}{\int_{\lambda_i}^{\lambda_i} \lambda^m e^{-n_i \cdot \lambda \cdot t_i} \cdot d\lambda} - [M(\lambda)]^2 \quad (6)$$

Формули (5), (6) можна спростити апроксимуючи розподіл Пуассона розподілом "χ – квадрат".

При цьому для $n_i \cdot \lambda \cdot t_i \geq 1$ похибка визначення $M(\lambda)$ і $D(\lambda)$ не перевищує 2%.

Відповідно [1], та враховуючи, що

$$u_p(m, \lambda) = 3\sqrt{m} - \frac{1}{3\sqrt{m}} - 3\sqrt{m} \cdot \sqrt[3]{\frac{n_i \cdot t_i \cdot \lambda}{m}}, \quad (7)$$

по таблиці значень функції нормального розподілу $F_0(u_p)$ знаходять значення інтегральної функції Пуассона.

Тоді формули (5) і (6) можна записати наступним чином:

$$M(\lambda) = \frac{m+1}{n_i \cdot t_i} \times \frac{F_0[u_p(m+1, \lambda_s)] - F_0[u_p(m+1, \lambda_n)]}{F_0[u_p(m, \lambda_s)] - F_0[u_p(m, \lambda_n)]} \quad (8)$$

$$D(\lambda) = \frac{(m+1)(m+2)}{(n_i \cdot t_i)^2} \times \frac{F_0[u_p(m+2, \lambda_s)] - F_0[u_p(m+2, \lambda_n)]}{F_0[u_p(m, \lambda_s)] - F_0[u_p(m, \lambda_n)]} - [M(\lambda)]^2 \quad (9)$$

Експериментальні дослідження проводились в лабораторії "Біоенергетичних комплексів АПК" інституту.

Електрообладнання дослідної біогазової установки має 4 асинхронних електродвигуни середньої потужності, 8 елементів апаратів керування та 9 елементів регулювання і захисту.

За каталогами були визначені граничні значення показників надійності елементів електрообладнання установки.

Інтенсивність відмов становила: максимальна $\lambda_s = 14,6 \frac{1}{\text{рік}}$, мінімальна $\lambda_n = 1,2 \frac{1}{\text{рік}}$. Коефіцієнт використання системи $k_a = 0,75$, а час спостережень $t_i = 2$ роки.

В результаті комп'ютерної обробки даних в математичному пакеті Matlab за даним методом отримали:

$$M(\lambda) = 8,24 \frac{1}{\text{рік}}, \quad D(\lambda) = 22,14 \left(\frac{1}{\text{рік}} \right)^2,$$

$$\sigma(\lambda) = 4,7 \frac{1}{\text{рік}}.$$

Висновок. Даний метод розрахунку надійності дозволяє більш точно встановити параметри електрообладнання біогазових установок і може бути використаний при проектуванні для прогнозування ресурсу їх роботи.

Список використаних джерел

1. Гнеденко Б. В. Математические методы в теории надежности / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. – М.: Наука, 1965. – 524 с.
2. Енергоефективність та відновлювальні джерела енергії / Під заг. ред. А. К. Шидловського. – Київ.: Українські енциклопедичні знання, 2007. – 560 с.
3. Козлов Б.А., Ушаков И.А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. – М.: Советское радио, 1975. – 470 с.
4. Корчемний М. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / М. Корчемний, В. Федорейко, В. Щербань. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 975 с.
5. Павліський В. М. Удосконалення системи експлуатації електротермічного обладнання біогазових установок / В. М. Павліський, В. Г. Подобайло, М. В. Потапенко. // Вісник Тернопільського державного технічного університету – 2008. – Т.13. – №3. – С. 144 – 148.
6. Рипс Я. А. Оптимизация надежности систем электропривода по экономическому критерию / Я. А. Рипс, Б. А. Савельев. – М.: Информэлектро, 1970. – 243 с.
7. Свешников А. А. Прикладные методы теории случайных функций. – М.: Наука, 1968. – 487 с.
8. Шор Я. Б., Кузьмин Ф. И. Таблицы для анализа и контроля надежности / Я. Б. Шор, Ф. И. Кузьмин. – М.: Советское радио, 1968. – 123 с.

Аннотация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

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

Предложена методика определения основных параметров надежности электрооборудования биогазовых установок с использованием априорной информации. Данный метод обеспечивает повышение точности результатов исследований, сокращает объемы выборки и продолжительности наблюдений.

Abstract

DEFINITION OF RELIABILITY ELECTRICAL BIOGAS PLANTS

V. Podobaylo, M. Potapenko, N. Semenova

The method of determining the basic parameters of the reliability of electric biogas plants using a priori information. This method enhances the accuracy of the research results, reduces the volume of samples and duration of observations.