

ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ОЦІНКА СТАНУ ОБЛАДНАННЯ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

Рамш В. Ю., Потапенко М. В., Семенова Н. П., Шаршонь В. Л.

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

Обґрунтовано методикою прогнозування стану обладнання потокових ліній біогазових установок. Запропоновано застосувати комплексний експлуатаційний показник працездатності, який поєднує технічні і економічні дані, які характеризують зміну технічного стану обладнання з врахуванням термінів його експлуатації.

Постановка проблеми. В Україні щорічно накопичується велика кількість органічних відходів, що потребують ефективної та екологічно безпечної утилізації. Найбільш ефективним способом переробки відходів та перетворення його у стабільний прибуток є виробництво електричної та теплової енергії з біогазу.

Біогаз утворюється в результаті природного процесу мікробіологічного розкладання органічної маси у вологому середовищі в анаеробних умовах.

Анаеробна переробка органічної маси відбувається у спеціальних комплексах, які називаються біогазовими установками.

Привабливість застосування біогазових установок обумовлена широкою різноманітністю 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 [6].

В свою чергу, внаслідок невеликої кількості біогазових установок, які в даний час застосовуються в Україні, практично відсутня технічна інформація про їх експлуатаційні характеристики. Вже на перших етапах проектування біогазових установок необхідно мати нормативно-методичні матеріали по вибору параметрів, які забезпечать їх виробництво і експлуатацію з мінімальними затратами коштів і часу [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні більшість технологічних процесів здійснюється за допомогою потокових виробничих ліній. Взаємодіючими елементами потокових ліній є різні види технологічного та електротехнічного обладнання та різні види сировини й енергоносіїв, багато видів різноманітних інформаційних матеріалів, які використовуються під час експлуатації та ремонту обладнання.

Потокові лінії приготування рослинних продуктів метаногенезу повинні забезпечити необхідний дисперсний склад сировини. Для подрібнення сировини доцільно використовувати технологічне обладнання, асортимент якого виготовляється вітчизняними підприємствами.

Потоково-виробнича лінія приготування продуктів метаногенезу для біогазових установок малої і середньої потужності складається в основному з трьох – чотирьох складових: живильний транспортер, дозатор та подрібнювач – змішувач,

оснащених електродвигунами і апаратурою керування і автоматизації.

Технічний стан машин і електрообладнання потокових ліній детально характеризується через показники надійності. Для його оцінки використовуються одиничні і комплексні показники. Одиничними показниками є ймовірність безвідмовної роботи, напрацювання на відмову, ремонтоздатність, довговічність [1, 2, 5]. Комплексний показник – коефіцієнт готовності є відносною мірою втрати працездатності [4]. Але для економічної характеристики машин потоково-виробничих ліній доцільно застосовувати експлуатаційний показник технічного стану через затрати і втрати від зниження працездатності із збільшенням термінів експлуатації.

Мета статті. Розробка методики визначення експлуатаційних показників обладнання потоково-виробничих ліній біогазових установок.

Основні матеріали досліджень. Ефективність роботи біогазових установок багато в чому залежить від надійної роботи обладнання, яка в свою чергу визначається стратегією його обслуговування і ремонтів. До найважливіших характеристик ефективності процесів технічної експлуатації машин та електрообладнання належать характеристики його експлуатаційної надійності. Висока надійність обладнання є основною умовою його готовності та ефективності використання. Одним з найбільш важливих показників, який враховує як економічні міркування так і можливість виробництва є коефіцієнт готовності. Його можна інтерпретувати як коефіцієнт довговічності обладнання, якщо час роботи замінити середнім часом напрацювання на відмову, а час простою – середнім часом відновлення [4].

$$K_q = \frac{t_{cep}}{t_{cep} + T_г}, \quad (1)$$

де t_{cep} - середній час напрацювання на відмову;

$T_г$ - час відновлення працездатності.

Тоді коефіцієнт довговічності обладнання як ймовірнісний показник надійності можна описати наступним рівнянням [9]:

$$K_q = 1 - e^{-\mu t} (1 - e^{-\lambda T}), \quad (2)$$

де μ - інтенсивність відновлення несправного обладнання;

λ - середня інтенсивність відмов обладнання на одну годину роботи;

t - гранично допустимий час обслуговування з відновлення працездатності обладнання;

T - час, що пройшов з моменту початку роботи.

Зниження працездатності від початкового значення із зростанням терміну експлуатації можна визначити через зниження безвідмовності роботи. Поряд з цим втрати від зниження працездатності можна розглядати через зростання ймовірності відмов.

Підвищення безвідмовності і довговічності обладнання пов'язане з додатковими матеріальними затратами, але це сприяє підвищенню ефективності капітальних вкладень, зменшенню затрат праці на ремонт і технічне обслуговування техніки та втрат від простоїв машин у ремонті. Тому економічні показники при оцінці працездатності обладнання в будь-який період експлуатації дозволяють визначити термін доцільного використання обладнання.

Критерієм працездатності через показники надійності може бути сума витрат пов'язаних з вартістю нового обладнання і витрат на експлуатацію віднесених до доцільного терміну експлуатації.

$$K_e = \frac{B_n + B_e}{T_e}, \quad (3)$$

де K_e - економічний показник працездатності;

B_n - вартість нового обладнання;

B_e - сумарні витрати на обслуговування і ремонт;

T_e - період доцільної експлуатації.

Для проектних і практичних робіт доцільно використовувати експлуатаційний показник працездатності, тому що він поєднує технічні і економічні дані, які характеризують зміну технічного стану обладнання з врахуванням термінів його експлуатації. Тобто питомі витрати на забезпечення працездатності через вартість одиниці виробленої продукції протягом терміну експлуатації до граничного стану.

Затрати на технічне обслуговування і ремонт інтегрують всі показники технічного стану обладнання, а також залежать від оснащеності ремонтно-обслуговуючої бази. Тому необхідно враховувати не лише початкову вартість обладнання і витрати на технічне обслуговування, а й витрати на утримання ремонтно-обслуговуючої бази.

Зношування і старіння обладнання поточкових ліній із збільшенням термінів експлуатації виражається через зміну показників технічного стану, зниження продуктивності та зміну економічних показників: зростання витрат на одиницю виконаної

роботи і додаткові витрати на утримання ремонтно-обслуговуючої бази.

Приріст приведених витрат на одиницю відпрацювання і резервування обладнання в порівнянні з відпрацюванням наступного року експлуатації, приймається як міра втрат від зниження продуктивності, можна записати виразом:

$$B_n = B_p + \Delta B, \quad (4)$$

де B_p - витрати на обслуговування і амортизацію ремонтно-обслуговуючої бази;

ΔB - витрати на придбання резервного обладнання.

$$\Delta B = B_i(Q_2 - Q_i), \quad (5)$$

де B_i - вартість одиниці виробленої продукції;

Q_2 - продуктивність на другому році експлуатації;

Q_i - продуктивність на i -тому році експлуатації.

Оскільки показники працездатності є змінними величинами, то економічний показник можна виразити змінною величиною у виді функції тривалості експлуатації:

$$V(t) = \frac{B_p(t) + B_Q(t)}{t}, \quad (6)$$

де B_p - сумарні витрати на обслуговування і ремонт;

B_Q - сумарні втрати від зниження продуктивності;

t - тривалість експлуатації.

Комплексний експлуатаційний показник працездатності можна визначити в будь-який момент часу:

$$V(t) = \int_{t_1}^t \frac{[B_p(t) + B_Q(t)] \cdot dt}{t_2 - t_1}. \quad (7)$$

Зношуваність обладнання в загальному випадку описується степеневу залежністю від тривалості експлуатації [1]:

$$D = k \cdot t^m. \quad (8)$$

Тому степеневу залежністю можна описати процес зниження працездатності і втрат від зниження продуктивності:

$$B_p(t) = \alpha \cdot t^b, \quad B_Q(t) = \beta \cdot t^a. \quad (9)$$

Комплексний показник працездатності обладнання можна виразити як суму цих показників:

$$V(t) = \alpha \cdot t^b + \beta \cdot t^a = \gamma \cdot t^c, \quad (10)$$

де γ - собівартість години роботи обладнання з врахуванням амортизаційних відрахувань;
 t - рік експлуатації обладнання;
 c - відсоток відрахувань на обслуговування і ремонт в поточному році від вартості нового обладнання.

Втрати від інтенсивності старіння обладнання можна виразити через першу похідну від показника працездатності.

$$V'(t) = c \cdot \gamma \cdot t^{c-1}. \quad (11)$$

При середній вартості обладнання лінії приготування продуктів метаногенезу 126,6 тис. грн. за 5 років експлуатації вартість робіт на технічне обслуговування і ремонт становитиме 37,4% від вартості нового обладнання, тобто 47373 грн. Прогнозуємо, що за цей період обладнання відпрацює 5000 годин.

Тоді вартість однієї години роботи через затрати на обслуговування і ремонт буде дорівнювати:

$$\gamma = \frac{B_p}{t_p} = \frac{47373}{5000} = 9,474 \text{ грн/год.}$$

Значення економічного показника на першому році експлуатації:

$$V = \gamma \cdot t^c = 9,474 \cdot 1^{0,02} = 9,474 \text{ грн/год.},$$

а значення показника втрат від зниження працездатності протягом першого року експлуатації:

$$V' = c \cdot \gamma \cdot t^{c-1} = 0,02 \cdot 9,474 \cdot 1^{0,02-1} = 0,0038 \text{ грн/год.}$$

Висновок. Експлуатація обладнання біогазових установок за мірою відпрацювання призначеного ресурсу супроводжується зниженням показників надійності і економічності.

Для прогнозування технічного стану машин і електрообладнання потокових ліній біогазових установок доцільно застосовувати комплексний експлуатаційний показник, що враховує одночасно його технічні і економічні характеристики протягом періоду експлуатації.

Список використаних джерел

1. Байхельт Ф. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход / Ф. Байхельт, П. Франкен – М.: Радио и связь, 1988. – 391 с.
2. Гнеденко Б. В. Математические методы в теории надежности / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. – М.: Наука, 1965. – 523 с.
3. Енергоефективність та відновлювальні джерела енергії / Під заг. ред. А.К. Шидловського. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2007. – 560 с.

4. Ермолин Н. П. Надежность электрических машин / Н. П. Ермолин, И. П. Жирихин И. П. – Л.: Энергия, 1976. – 247 с.

5. Козлов Б. А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики / Б. А. Козлов, И. А. Ушаков – М.: Советское радио, 1975. – 470 с.

6. Корчемний М. О. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / М. О. Корчемний, В. С. Федорейко, В. П. Щербань – Тернопіль: "Підручники і посібники", 2001. - 984 с.

7. Подобайло В. Г. Визначення надійності електрообладнання біогазових установок / В. Г. Подобайло, М. В. Потапенко, Н. П. Семенова // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2013. – Вип. 141. – С. 70-71.

8. Подобайло В. Г. Підвищення ефективності технічного сервісу технологічних систем біогазових установок / В. Г. Подобайло, М. В. Потапенко, Н. П. Семенова // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2016. - Вип. 175. - С. 82-84

9. Рипс Я. А. Оптимизация надежности систем электропривода по экономическому критерию / Я. А. Рипс, Б. А. Савельев – М.: Информэлектро, 1970. – 243 с.

Аннотация

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

Рамш В. Ю., Потапенко Н. В., Семенова Н. П., Шаршонь В. Л.

Обоснована методика прогнозирования состояния оборудования поточных линий биогазовых установок. Предложено применить комплексный эксплуатационный показатель работоспособности, который сочетает технические и экономические данные, характеризующие изменение технического состояния оборудования с учетом сроков его эксплуатации.

Abstract

OPERATIONAL ASSESSMENT OF THE CONDITION OF EQUIPMENT OF BIOGAS PLANTS

V. Ramsh, M. Potapenko, N. Semenova, V. Sharshon

The method of predicting the state of equipment of production lines of biogas plants has been substantiated. It is proposed to apply a comprehensive operational performance indicator, which combines technical and economic data characterizing the change in the technical condition of the equipment, taking into account the timing of its operation.