

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

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

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

Розглянуто питання підвищення ефективності ремонтно-обслуговуючих робіт сервісних підприємств на основі інформації про фактичний стан елементів технологічних систем біогазових установок.

Постановка проблеми. Сучасні біогазові установки є складними технологічними системами, які складаються з підсистем основного та допоміжного обладнання, мікропроцесорних систем керування і програмного забезпечення.

Тому значний теоретичний та практичний інтерес викликають питання організації ремонтно-обслуговуючих робіт в діяльності сучасних сервісних підприємств.

З ліквідацією централізованої розподільчої системи матеріально-технічних ресурсів в АПК її може замінити сервіс на основі лізингу. Ця форма збуту продукції сільськогосподарського машинобудування дозволяє підвищити фінансове забезпечення підприємств.

Основною формою існування в подальшому сервісних організацій прогнозується фінансовий лізинг, тобто з повною окупністю орендної техніки. Орендна техніка протягом всього договору знаходиться на балансі підприємства, тому одним з основних завдань технічного сервісу є проведення ремонтно-обслуговуючих робіт технологічних систем, для підтримання їх працездатності, довговічності та надійності.

Прогнозування залишкового ресурсу для обладнання технологічних систем біогазових установок має велике значення, тому що ремонт однієї машини в більшості випадків призводить до зупинки всієї лінії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для підвищення ефективності використання машин та електрообладнання технологічних систем необхідна оптимізація відновлювальних робіт на основі результатів діагностування, що забезпечить високу безвідмовність роботи ПВЛ біогазових установок та довговічність всіх елементів системи.

Вирішення цих проблем зводиться до усунення раптових та поступових відмов.

Раптові відмови можна попередити за допомогою покращення конструктивних рішень, а поступові – проведенням планово-запобіжних заходів технічного обслуговування.

Мета статті. Розробка математичних методів визначення економічної ефективності проведення ремонтно-обслуговуючих робіт потоково-виробничих ліній (ПВЛ) біогазових установок на основі зіставлення інтервалів залишкового ресурсу всіх складових технологічних ліній.

Основні матеріали дослідження. Структурна схема ПВЛ біогазової установки може бути представлена як послідовно з'єднані агрегати.

Якщо розглянути лише раптові відмови, то час їх появи та відновлення можна описати експоненціальним розподілом з параметрами λ , μ [5].

Так як час до відмови і час ремонту являють собою незалежні випадкові величини, то процес можливих прямих і зворотних переходів буде марковським та описується диференціальними рівняннями [10]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dP_0(t)}{dt} &= -\sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot P_0(t) + \sum_{i=1}^n \mu_i \cdot P_i(t) \\ \frac{dP_1(t)}{dt} &= -\mu_1 \cdot P_1(t) + \lambda_1 \cdot P_0(t) \\ \frac{dP_2(t)}{dt} &= -\mu_2 \cdot P_2(t) + \lambda_2 \cdot P_0(t) \\ \frac{dP_n(t)}{dt} &= -\mu_n \cdot P_n(t) + \lambda_n \cdot P_0(t) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

При

$$\sum_{i=1}^n P_i(t) = 1, \quad (2)$$

де λ – інтенсивність раптових відмов;

μ – інтенсивність відновлення працездатності пристрою;

$P_i(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи i -го пристрою.

Розв'язавши рівняння (1) і (2) при початкових умовах $P_0(t)=1$, $P_i(0)=0$, $i=1,2,\dots,n$ можна визначити ймовірність знаходження ПВЛ біогазових установок в різних надійних станах.

Ефективність використання машин і обладнання ґрунтується на порівнянні витрат, які необхідні для підвищення надійності та отриманого економічного ефекту. Оптимізацію ремонтно-відновлювальних робіт доцільно проводити по інформаційному критерію, який передбачає поділ робіт на два види.

До першого виду робіт відносяться ті, в яких відома апріорна інформація про машини ПВЛ, яка представлена як функція розподілу часу безвідмовної роботи $F(t)=P(T < t)$, де T - випадкова величина напруження на відмову.

Цьому видові відповідає стратегія робіт по на-
працюванню, яка передбачає проведення запобіжних
робіт заздалегідь визначеного об'єму через фіксовані,
попередньо розраховані інтервали напрацювання T_n .
Ведення планово-запобіжних робіт оптимізується на
основі критерію мінімуму експлуатаційних витрат
[10].

Ефективність оцінки і прогнозування динаміки
технічного стану ПВЛ в значній мірі визначається
якістю отриманої діагностичної інформації. Змен-
шення трудомісткості технічного діагностування ско-
рочує простої обладнання, а також затрати праці на
його проведення.

Підвищення точності визначення діагностичних
параметрів призводить до збільшення ймовірності
проведення необхідних операцій технічного обслуго-
вування і ремонту машин та електрообладнання.

Для оптимізації характеристик технологічних си-
стем та засобів діагностики необхідно використовувати
техніко-економічний критерій [10]. При цьому не-
обхідно враховувати особливості елементів системи і
методу діагностування, який впливає на сумарні пи-
тоти витрати.

Відносно діагностування сумарні витрати
пов'язані з використанням засобів діагностування,
витрат на їх виробництво та витрат, які викликані по-
хибкою діагностування. Тому цільова функція сумар-
них витрат на вимірювання i -го структурного параме-
тру буде мати вид:

$$C_{ijkl}(T, \sigma) = [C_{ijk}(T) + B_{ijkl}(T, \sigma)] + \\ + [C_{ijkl}^c(\sigma) + C_{ijkl}^p(\sigma)] \quad (3)$$

де T - оперативна трудоємність діагностування;

σ - середня квадратична похибка вимірювання
структурного параметра стану;

$C_{ijk}(T)$ - питомі витрати, які пов'язані із забезпе-
ченням контролепридатності об'єкта по j -му варіан-
ту при k -му методі діагностування;

$B_{ijkl}(T, \sigma)$ - питомі витрати на безпосереднє ви-
мірювання i -го параметра стану при l -му засобі діа-
гностування;

$[C_{ijkl}^c(\sigma) + C_{ijkl}^p(\sigma)]$ - витрати, які виникають із-
за похибки вимірювання стану та прогнозування тех-
нічного ресурсу машини.

При необхідності оптимізації по всіх структурних
параметрах цільова функція буде мати вид:

$$C_{ijkl}(T, \sigma) = \left\{ \sum_{i=1}^n [C_{ijk}(T) + B_{ijkl}(T, \sigma)] + \sum_i C_{ijkl}^c(\sigma) + \right. \\ \left. + \sum_{i=n+1}^n C_{ijkl}^p(\sigma) \right\} \rightarrow \min \quad (4)$$

де n і n_1 - відповідно число параметрів, які по-
рівнюються з допустимим значенням та число прогно-

зованих параметрів для визначення залишкового ре-
сурсу машини.

Для визначення складових цільової функції необ-
хідно використовувати наступні формули:

$$C(T) = \Delta B (\psi + \mathcal{Z}_{mp}) \frac{t_k}{t_p} \quad (5)$$

де ΔB - приріст балансної вартості обладнання,
який пов'язаний із забезпеченням контролепридатнос-
ті;

ψ, \mathcal{Z}_{mp} - частки балансної вартості, які витрача-
ються на амортизацію і експлуатацію засобів діагнос-
тики;

t_k, t_p - міжконтрольне і середньорічне напрацю-
вання обладнання.

$$B(T, \sigma) = [T(b_1 k + A / n_q) + B(\psi + \mathcal{Z}_{mp}) / Q] \frac{t_k}{t_p} \quad (6)$$

де b_1 - погодинна ставка діагностів;

k - коефіцієнт, який враховує нарахування на за-
робітну плату і загальногосподарські витрати;

A - середні витрати від простою лінії на протязі
години;

n_q - число діагностів;

B - балансна вартість засобів діагностування;

Q - продуктивність засобів діагностування за
рік.

В даний час вкрай необхідні дослідження для
одержання статистичних даних по надійності техно-
логічного обладнання біогазових установок. Але для
більш якісного планування робіт необхідна інформа-
ція про поточний стан агрегатів, який представляється
як функція зміни основного характеризуючого пара-
метра агрегату.

Стратегія проведення ремонтно-
попереджувальних робіт по стану агрегату, внаслідок
складності отримання достовірної інформації про по-
точний стан об'єкту, досліджена не повністю.

В результаті вдосконалення засобів діагностики
з'явилась можливість отримання даних про параметри,
які характеризують стан об'єктів без їх розбирання.

Тому керування технічним станом ПВЛ біогазо-
вих установок на основі визначення оптимального
залишкового ресурсу кожного елемента дозволяє
спланувати ремонтно-попереджувальні роботи з ви-
користанням принципів системного аналізу [6,10].
При цьому доцільним є одночасний ремонт елементів
потокової лінії, а тому витрати будуть розподілені
між ними і тим самим буде знижена вартість ремонту
кожного агрегату.

Доцільність одночасного ремонту потрібно ви-
значати на основі техніко-економічного критерію мі-
німуму φ_d питомих витрат по ПВЛ біогазової уста-
новки в цілому.

Функція питомих витрат для елемента потокової лінії буде мати вигляд:

$$\varphi_i(t_{zag,i}) = \frac{\{A_i \cdot Q_i \cdot (t_{zag,i}) + C_i \cdot [1 - Q_i \cdot (t_{zag,i})]\}}{t_\phi \cdot (t_{zag,i})}, \quad (7)$$

де A_i – витрати на аварійний ремонт;

C_i – втрати внаслідок простою обладнання;

Q_i – відносна вартість обмінного фонду запчастин;

$t_{zag,i}$ – вектор i -та координата якого задає залишковий ресурс;

t_ϕ – фактичне напрацювання до моменту контролю.

Необхідно розробити таку організацію попереджувально-ремонтних робіт, щоб:

$$\varphi_L(t_{zag,L}) = \sum_{i=1}^n \varphi_i(t_{zag,i}) \rightarrow \min, \quad (8)$$

де $t_{zag,L}$ – залишковий ресурс i -го агрегату.

При організації сумісного ремонту i -ї складової частини з $k-1$ іншими, величина витрат на аварійний ремонт A_{ki} буде тим менша, чим більше значення елементів k , які одночасно ремонтуються. Знаючи зміну функції $\varphi_i(t_{zag,i})$ при різних значеннях A_{ki} можна визначити $t_{k,zag,\min}$ і $t_{k,zag,\max}$. Якщо $t_{zag,L}$ буде в межах $t_{k,zag,\min}$, $t_{k,zag,\max}$, то при проведенні сумісних ремонтів i -ї складової лінії разом з $k-1$ інших складових, питомі витрати $\varphi_L(t_{zag,L})$ будуть в межах мінімуму.

Для більшості сучасних ПВЛ біогазових установок кількість виробничих агрегатів становить 4-6 одиниць, спрацювання яких визначає об'єм і характер ремонту. Відновлення номінальних значень параметрів агрегатів обумовлює проведення капітального ремонту або його заміну.

Висновки. Проблема розробки математичних методів визначення економічної ефективності організації ремонтно-обслуговуючих робіт стосовно технологічних систем, потребує формулювання загальних принципів визначення фактичного стану ПВЛ біогазових установок в процесі експлуатації.

Тому сумісний ремонт агрегатів, строки і об'єми яких визначаються методом співставлення інтервалів залишкового ресурсу всіх складових технологічної лінії буде економічно ефективнішим від індивідуальних ремонтів окремих машин.

Список використаних джерел

1. Бойлс Д. Биоэнергия: технология, термодинамика, издержки. / Д. Бойлс - М.: Агропромиздат, 1987. – 152 с.

2. Гнеденко Б. В. Математические методы в теории надежности / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев - М.: Наука, 1965. – 524с.

3. Енергоефективність та відновлювальні джерела енергії / Під заг. ред. А. К. Шидловського. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2007. – 560 с.

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

5. Михнин В. М. Прогнозирование технического состояния машин / В. М. Михнин – М.: Колос, 1976-288 с.

6. Мозгалевський А. В. Вопросы проектирования систем диагностирования / А.В. Мозгалевський, А. Н. Койда – Л.: Энергоатомиздат: Ленинградское отделение, 1985. – 112 с.

7. Свешников А. А. Прикладные методы теории случайных функций / А. А. Свешников - М.: Наука, 1968. – 487с.

8. Семененко И. В. Проектирование биогазовых установок / И.В. Семененко – Суми: П "МакДон", ИПП "Мрия-1" ЛТД, 1996. – 347 с.

9. Справочник по теории вероятностей и математической статистике / Ред. В. С. Королюк – К.: Наукова думка, 1978. – 582 с.

10. Телков Ю. К. Системный анализ и методология автоматического проектирования непрерывных технологических производств / Ю. К. Телков – М.: Академия народного хозяйства, 1978. -159с.

Аннотация

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

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

Рассмотрены вопросы повышения эффективности ремонтно-обслуживающих работ сервисных предприятий на основе информации о фактическом состоянии элементов технологических систем биогазовых установок.

Abstract

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE TECHNICAL SERVICE OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS BIOGAS PLANTS

V. Podobaylo, M. Potapenko,
N. Semenova

The problems of improving the efficiency of repair and maintenance work of service companies on the basis of information about the actual state of the elements of technological systems of biogas plants.