

УДК 504.05

М.І.АДАМЕНКО, канд. техн. наук
Харківська державна академія фізичної культури

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Розглядаються основи розрахунку необхідної кількості персоналу для обслуговування автоматичних систем екологічного моніторингу та метод пошуку несправностей в цих системах.

Рассматриваются основы расчета необходимого количества обслуживающего персонала и метод поиска неисправностей в автоматических системах экологического мониторинга.

The bases of calculation of necessary quantity of attendants and the method of search of malfunctions in automatic systems of ecological monitoring are considered in the article.

Ключові слова: екологічний моніторинг, автоматичні системи, ліквідація відмов.

Масштаб змін, що вносяться людиною в складні процеси живого і неживого світу на поверхні Землі, виріс настільки, що відновлення втраченої екологічної рівноваги, яке раніше здійснювалося в природі без участі людини, на даний час стає неможливим. Саме тому встановлення екологічної рівноваги є надто актуальним на теперішній час.

Проблема забезпечення екологічної безпеки функціонування потенційно небезпечних підприємств є однією з важливіших для вчених відповідних галузей.

Ця проблема знайшла відображення у багатьох нормативних документах і законодавчих актах і широко обговорюється в науковій та науково-практичній літературі [1-3].

При цьому важливою і досить складною науковою задачею є створення надійних систем екологічного моніторингу та забезпечення їх безаварійної роботи.

Для безперервної роботи автоматичної системи екологічного моніторингу необхідно провести розрахунок кількості працівників, які мають її обслуговувати. Аналогічні задачі розглядаються в класичній теорії ймовірностей [4].

Розглянемо автоматичний пристрій екологічного моніторингу, який за нормальних умов роботи не потребує втручання людини, однак будь-якої миті може вийти з ладу та потребувати обслуговування або заміни. Час, який необхідно витратити на це, будемо розглядати як випадкову величину з показовим розподілом. Іншими словами, пристрій екологічного моніторингу (ПЕМ) може бути охарактеризовано двома постійними величинами η та μ , які будуть визначатися наступним чином. Якщо в момент t ПЕМ працює, то ймовірність того, що він

буде потребувати обслуговування раніше моменту $t+h$, дорівнює ηh плюс доданки, якими можна нехтувати в межі при $h \rightarrow 0$. Навпаки, якщо в момент t ПЕМ обслуговується, то ймовірність того, що обслуговування закінчиться раніше, ніж в момент $t+h$, і ПЕМ почне працювати, дорівнює $\mu h + O(h)$. Для надійного ПЕМ η буде відносно мале, а μ відносно велике. Співвідношення η/μ є коефіцієнтом обслуговування.

Припустимо, що m ПЕМ з однаковими параметрами η та μ обслуговуються одним працівником. Якщо ПЕМ вийшов з ладу, він обслуговується негайно, якщо тільки працівник не ремонтує в цей час інший ПЕМ. У цьому випадку утворюється черга. Ми говоритимемо, що система знаходиться у стані E_n , якщо не працюють n ПЕМ. При $1 \leq n \leq m$ це означатиме, що один ПЕМ обслуговується, а $n-1$ стоять в черзі; у стані E_0 всі ПЕМ працюють, і працівник, який проводить обслуговування, відпочиває. Всі m ПЕМ припускаються такими, що працюють незалежно один від одного.

Перехід $E_n \rightarrow E_{n+1}$ виникає при наявності поломки одного з $m - n$ ПЕМ, які працюють, тоді як перехід $E_n \rightarrow E_{n-1}$ здійснюється, якщо один з ПЕМ, що розладналися, повернувся в робочий стан. Отже, маємо типовий процес розмноження і загибелі [5] з коефіцієнтами:

$$\begin{aligned}\eta_0 &= m\eta, \\ \eta_n &= (m - n)\eta, \\ \mu_0 &= 0, \\ \mu_n &= \mu, \quad (0 < n < m).\end{aligned}\tag{1}$$

Розв'язавши задачу з даними умовами ми отримаємо необхідну кількість персоналу, який має обслуговувати ПЕМ для безперервної роботи системи в цілому.

Враховуючи можливі певні труднощі діагностики контурів системи екологічного моніторингу (надалі – системи), а також те, що усунення відмови повинно виконуватись у найкоротший термін, у даній статті також запропоновано математичне обґрунтування оптимальних дій для ліквідації відмов у системі.

Ліквідація відмов одиничних елементів системи на об'єктах з підвищеним рівнем небезпеки виконується так званим „блочним” способом. Елемент, який вийшов з ладу, не ремонтують, а підключають замість нього інший – працездатний. Але, навіть при такому спрощенні, процедура стає досить важкою при наявності великої кількості дублюючих елементів з різним ступенем досяжності та різною ймовірністю відмови.

Таким чином, при виявленні відмови вузла системи, який вклю-

час n елементів, виникає задача про виявлення саме того елемента, який привів до відмови, з мінімальними витратами часу. В систему можуть входити елементи різних типів: відкритого розміщення, з утрудненої досяжності та важко досяжні.

Для розв'язання поставленої задачі необхідно для кожного i -го елемента вузла системи ($I=1,2,3,\dots,n$) знати величини наступних двох основних параметрів: витрати часу t_i на його заміну та ймовірність P_i його відмови.

Величини зазначених двох параметрів залежать від цілого ряду факторів: від конструкції елемента, ступеня його зносу, матеріалів і т.д.

На перший погляд здається очевидним, що вибір елемента, з якого необхідно починати обстеження, визначається зіставленням відносин t_i/t_j з P_i/P_j ($I, j=1,2,3,\dots,n$). Однак, як буде показано нижче, такий спрощений підхід припустимий тільки для випадку, коли всі $P_i \ll 1$.

Методику вибору елемента, який доцільно обстежувати першим, у даній статті буде продемонстровано на прикладі з двома елементами.

Виникнення відмови елемента вузла системи назвемо подією A . З простих міркувань випливає, що подія A є сумою трьох подій:

$$A = C_1 + C_2 + C_3. \quad (2)$$

Події C_k ($k=1,2,3$), які входять у рівняння (2), можна записати у вигляді:

$$C_1 = B_1 \bar{B}_2 \quad (3)$$

– відмова першого елемента (подія B_1) і відсутність відмови другого елемента (подія \bar{B}_2);

$$C_2 = \bar{B}_1 B_2 \quad (4)$$

– відсутність відмови першого елемента (подія \bar{B}_1) і наявність відмови другого елемента (подія B_2);

$$C_3 = B_1 B_2 \quad (5)$$

– наявність відмови обох елементів.

Відповідно до теореми множення ймовірностей $P(AC_k)$ добуток будь-яких двох подій A і C_k маємо

$$P(AC_k) = P(A) P(C_k/A) = P(C_k) P(A/C_k), \quad (6)$$

де $P(A)$ – ймовірність події A , а $P(C_k/A)$ – ймовірність події C_k за умови, що подія A відбулася.

Із співвідношення (6) випливає, що шукані ймовірності

$$P(C_k/A) = \frac{P(C_k)P(A/C_k)}{P(A)}. \quad (7)$$

Відповідно до рівності (2)

$$P(AC_k)=1. \quad (8)$$

З огляду на те, що наявність відмови одного елемента не залежить від стану другого елемента, зі співвідношення (2) одержимо:

$$P(A)=P_1(1-P_2)+(1-P_1) P_2+P_1P_2, \quad (9)$$

де $P_i=P(B_i)$ – відома ймовірність відмови i -го елемента.

Підставляючи (9) у (7), з огляду на (8) та визначення ймовірності добутку двох незалежних подій, одержимо три вирази, необхідні для рішення поставленої задачі.

1. Ймовірність того, що виявлена відмова системи відбулася у зв'язку з нештатною ситуацією у першому елементному блоці:

$$P(C_1/A) = \frac{P_1(1-P_2)}{P_1+P_2-P_1P_2}. \quad (10)$$

2. Ймовірність того, що виявлена відмова системи обумовлена нештатною ситуацією у другому елементному блоці:

$$P(C_2/A) = \frac{P_2(1-P_1)}{P_1+P_2-P_1P_2}. \quad (11)$$

3. Ймовірність того, що виявлена відмова системи відбулася у зв'язку з відмовою в обох елементних блоках:

$$P(C_2/A) = \frac{P_1P_2}{P_1+P_2-P_1P_2}. \quad (12)$$

Оптимальна черговість обстеження елементів визначається зіставленням відношень

$$\frac{P(C_1/A)}{P(C_2/A)} = \frac{P_1(1-P_2)}{P_2(1-P_1)} \quad (13)$$

і відношення t_1/t_2 .

При

$$\frac{P_1(1-P_2)}{P_2(1-P_1)} > \frac{t_1}{t_2} \quad (14)$$

впливає, що в першу чергу необхідно обстежувати перший блок.

При

$$\frac{P_1(1-P_2)}{P_2(1-P_1)} < \frac{t_1}{t_2} \quad (15)$$

обстеження доцільно починати з другого блоку.

Якщо при обстеженні системи буде виявлена відмова елементу, то ймовірність того, що одночасно зазнає нештатної ситуації також інший елемент, визначається за виразом (12). Виходячи з отриманого

за формулою (12) чисельного значення й аналізу існуючого стану вар-то прийняти одне з двох рішень:

1. Після усунення відмови одного елемента стежити за подальшим розвитком подій.

2. Починати обстежувати інші елементи.

Використовуючи поданий вище розрахунок, можна обслуговувати систему оптимально за критерієм витрат часу.

Впровадження наведеної вище методики дозволяє провести розрахунок кількості працівників, які мають обслуговувати автоматичну систему екологічного моніторингу для її безперервної роботи, та при обслуговуванні вибрати з ряду потенційно можливих відмов пріоритетний напрямок для їх ліквідації.

1. Аварии и катастрофы: предупреждение и ликвидация последствий / Под ред. В.А.Котляревского и А.В.Забегаева. – М., 1995. – 320 с.

2. Бертокс П., Радд Д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнений. – М.: Мир, 1980. – 260 с.

3. Биченок М.М. Основи інформатизації управління регіональною безпекою. – К.: РНБО, Ін-т проблем національної безпеки, 2005. – 194 с.

4. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Т.1. – М.: Мир, 1967. – 498 с.

5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1964. – 576 с.

Отримано 30.11.2010

УДК 628.517.2

Ю.В.ЧУБАК, Ю.И.ЖИГЛО, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

БОРЬБА С ШУМОМ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК

Рассмотрен комплекс вопросов, связанных с проблемой борьбы с шумом компрессорных установок. Изложены основные причины возникновения шума в компрессорных установках. Основное внимание уделено шуму аэродинамического происхождения, источникам шума, а также различным видам глушителей шума.

Розглянуто комплекс питань, пов'язаних з проблемою боротьби з шумом компресорних установок. Викладено основні причини виникнення шуму в компресорних установках. Основна увага приділена шуму аеродинамічного походження, джерелам шуму, а також різним видам глушників шуму.

The article deals with the complex issues associated with the problem of noise compressor units. The basic cause of the noise in the compressor. The main attention paid to the noise of aerodynamic origin, sources of noise, as well as different types of silencers.

Ключевые слова: шум, компрессорные установки, глушители шума.

Многие предприятия имеют компрессорные станции большой производительности. В процессе эксплуатации они создают значи-