

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
WROCLAW UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ



Національний університет
водного господарства
та природокористування



ІНТЕГРОВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ (ІРТК-2017)

ДЕСЯТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ

16-17 травня 2017 р.
Київ, Україна

ЗБІРКА ТЕЗ

Київ
2017

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

Квасніков В.П. д.т.н., проф., Заслужений метролог України, зав. каф. комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій НАУ, м. Київ.

Члени комітету:

Васильєв А.Й. д.е.н., проф., Президент Інженерної академії України, Заслужений діяч науки і техніки України, академік Міжнародної Інженерної академії, м. Харків.

Власенко В.О. д.т.н., проф., каф. технології університету Ополя, Республіка Польща.

Древецький В.В. д.т.н., проф., зав. каф. автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету водного господарства та природокористування, віце-президент Інженерної академії України, м. Рівне.

Радєв Х.К. д.т.н., проф., Технічний університет, м. Софія, Болгарія.

Черновол М.І. член-кор. Національної аграрної академії України, д.т.н., проф., ректор Центральноукраїнського НТУ, м. Кропивницький.

Хлебус Е. д.т.н., проф., зав. каф. лазерних технологій, автоматизації та організації виробництва, Вроцлавська Політехніка, Республіка Польща.

Острофські К. д.т.н., проф., декан Краківського сільськогосподарського університету, Республіка Польща.

Мічинські Я. д.т.н., проф., зав. каф. Краківського сільськогосподарського університету, Республіка Польща.

Хойніцкі Ю. Ph.D., проф., заст. декана Варшавського університету природничих наук, Республіка Польща.

Serhiy Kovala Ph.D., MBA, CTP Senior Lecturer, Department of Informatics and Operations Management Faculty of Business and Law Kingston University.

Yahya S.H. Khraisat Ph.D., Al_Balda Applied University / Al-Huson University College, Irdan, Jordan.

Відповідальний редактор: Шелуха О.О.

Рекомендовано до друку вченою радою Інституту інформаційно-діагностичних систем НАУ (протокол № 5 від 10 травня 2017 р.)

Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2017).

Десята міжнародна науково-практична конференція 16-17 травня 2017 року, Київ, Україна. – К.: НАУ, 2017. – 314 с. (збірка тез)

Містить результати наукових, експериментальних та теоретичних досліджень вчених та аспірантів.

Матеріали можуть бути корисними науковим співробітникам, інженерно-технічним працівникам, аспірантам та студентам старших курсів вузів, що спеціалізуються в галузі автоматизованих систем управління робототехнічних комплексів та прогресивних інформаційних технологій.

Зайцев Є.О., Левицький А.С., Кромпляс Б.А. Вимірювальні перетворювачі для систем технічної діагностики електрообладнання на основі гібридних волоконно-оптичних сенсорів.	97
Замрій Б.А., Шатний С.В. Розрахунок та дослідження впливу коефіцієнту послаблення синфазних сигналів на електронні кола з операційними підсилювачами.	101
Ігнатенко П.Л. Вибір бази при визначенні відхилень від округлості.	104
Квасніков В.П., Петров Ю.І. Вимірювання шкірно-гальванічної реакції методом Фолля.	107
Марченко Н.Б., Щербак Л.М. Модель послідовності настання відмов обладнання в процесі функціонування.	109
Михайленко В.В., Карпчук Г.Л., Оліфір Р.В., Рокицький Р.О., Тимофєєва І.А. Аналіз електромагнітних процесів у перетворювачі з двадцятитризонним регулюванням напруги.	112
Федоров І.Б., Кузьмич Л.В. Оцінювання вимірювання інтелектуальними приладовими системами в умовах невизначеності.	115
Хриенко Е.С., Бобер А.Ю., Богатырева Г.В. Сравнительный анализ классического и цифрового оптических методов контроля вибраций.	118
Ісаченко А.О. Аналіз кінематичної точності ланцюгів вимірювального робота.	120
Філістєєв Д.А., Кудрявцев В.О., Шуригін О.В. Стан та перспективи розвитку пересувних лабораторій вимірювальної техніки збройних сил України.	122
Редько О.О., Мокійчук В.М. Вимірювання з попереднім градуванням ЗВТ. Оцінювання невизначеності результату.	123
Марченкова С.В. Класифікація датчиків та перспективи вимірювання механічних величин мобільного робота.	125
СЕКЦІЯ 4. Енергетика, електротехнічні системи, світлотехніка	127
Ведміцький Ю. Г. Топологічна структура та рівняння руху гіперзв'язного узагальненого електричного кола.	128
Волянский Р.С., Садовой А.В., Волянская Н.В. Двухканальная интервальная система управления скоростью двигателя постоянного тока.	131
Данченков Я.В., Герус Л.П. Розробка та дослідження САР співвідношення газ-повітря парового котла з корекцією по якості вихідних газів.	134
Квасніков В.П., Галицький В.А. Схематичний опис та принцип роботи волоконного гіроскопа.	136

МОДЕЛЬ ПОСЛІДОВНОСТІ НАСТАННЯ ВІДМОВ ОБЛАДНАННЯ В ПРОЦЕСІ ФУНКЦІОНУВАННЯ

Марченко Н.Б., доц., к.т.н., НАУ, Україна, м. Київ, nadmar@i.ua
Щербак Л.М., проф., д.т.н, НАУ, Україна, м. Київ, prof_Scherbak@ukr.net.

Розглядається проблема дослідження, обґрунтування моделі послідовні настання відмов обладнання в процесі функціонування.

Нинішній стан справ в економіці вимагає пошуку шляхів зниження матеріальних витрат на утримання складного електротехнічного обладнання в працездатному стані. Один з них полягає в підвищенні надійності, оптимізації системи його планово-попереджувального ремонту або переході на ремонт по фактичному стану об'єкта. Однак, незважаючи на вжиті заходи щодо підвищення експлуатаційної надійності як нового, так і відремонтованого обладнання, їх експлуатація супроводжується, з одного боку, великими простоями через несправності, а з іншого – передчасним ремонтом з повним розбиранням значної кількості, наприклад, тягових електричних двигунів (ТЕД) і інших елементів тягового приводу. Так як в процесі експлуатації на ТЕД впливає безліч випадкових факторів, то процес зміни контрольованого параметра також є випадковим. Тому реалізації контрольованих параметрів однойменного обладнання не збігаються, а отже, вихід їх за встановлений допуск відбувається при різних напрацюваннях, що являють собою випадкові величини [1].

Послідовність настання відмов обладнання в процесі функціонування можна представити у вигляді наступної моделі. Спостереження за новим обладнанням починається в момент часу $t = 0$. Після функціонування протягом часу τ_1 виникає відмова, потім відбувається відновлення або обладнання замінюють новим. Після напрацювання τ_2 обладнання відмовляє і знову його ремонтують або замінюють однотипним працездатним. Оскільки всі відмови виникають під дією одних і тих же факторів, то напрацювання між відмовами $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_i, \dots, \tau_n$ мають один і той же закон розподілу $F(t) = P\{\tau < t\}$ [2]. Моменти відмов $t_1 = \tau_1; t_2 = \tau_1 + \tau_2; \dots; t_n = \sum_1^n \tau_i$ утворюють випадковий потік, так

званий процес відновлення. Процес відновлення обладнання можна оцінювати показниками безвідмовності: ймовірністю безвідмовної роботи, середнім напрацюванням на відмову і параметром потоку відмов. Ймовірність безвідмовної роботи - це ймовірність того, що напрацювання до відмови τ обладнання виявиться не менше заданої t :

$$P(t) = P\{\tau \geq t\}. \quad (1)$$

Ймовірність відмови:

$$Q(t) = F(t) = 1 - P(t). \quad (2)$$

Задаючи деякі значенням напрацювання t , легко знайти $m(t)$ число елементів, які відмовили за час t , і $n(t)$ - число елементів, що зберегли працездатність за час t . Оцінки ймовірності безвідмовної роботи $P^*(t)$ і ймовірності відмови $Q^*(t)$ будуть співвідноситись наступним чином:

$$\begin{cases} P^*(t) = n(t)/N \\ Q^*(t) = m(t)/N \end{cases}$$

Оскільки для будь-якого t сума $m(t) + n(t) = N$, то $P^*(t) + Q^*(t) = 1$.

Встановимо взаємозв'язок між показниками безвідмовності. Припустимо, що з N екземплярів однотипного обладнання, працездатного в момент часу t , на інтервалі напрацювання Δt відмовило Δm екземплярів (рис. 1). Число екземплярів обладнання що відмовило Δm складається з наступних: Δm_1 - жодного разу не відмовили в інтервалі $[0; t]$; Δm_2 - відмовили в інтервалі $[0; t]$:

$$\Delta m = \Delta m_1 + \Delta m_2. \quad (3)$$

Загальна кількість відмов в інтервалі $[t, t + \Delta t]$ знаходиться як

$$\Delta m = N\omega(t)\Delta t. \quad (4)$$

Так як Δm_1 екземплярів обладнання жодного разу не відмовляли протягом напрацювання t , то Δm_1 можна визначити через функцію щільності напрацювання між відмовами: $\Delta m_1 = Nf(t)\Delta t$.

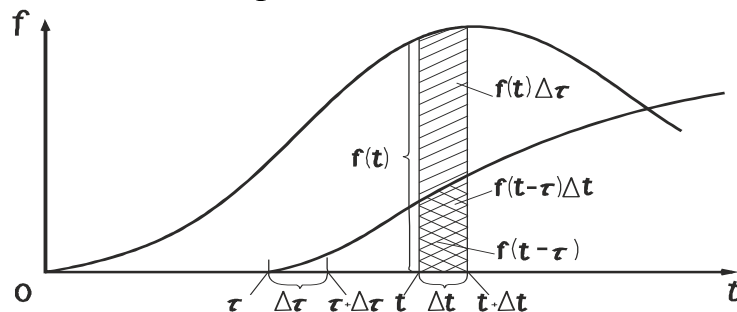


Рисунок 1 – Ймовірність відмови обладнання

Для визначення Δm_2 виберемо інтервал $\Delta\tau$, в якому ймовірність відмови більше одного разу є величиною нескінченно малою. Інтервал $\Delta\tau$ лежить всередині проміжку $[0; t]$. Протягом цього інтервалу відмовило і замінено на нові $Nw(\tau)\Delta\tau$ екземплярів обладнання. З їх числа в інтервалі $[t, t + \Delta t]$ знову відмовляють ΔK екземплярів. Ведучи відлік напрацювання елементів, які відмовили в інтервалі $\Delta\tau$, від моменту τ , знаходимо ймовірність їх повторної відмови в інтервалі $\Delta\tau$ як $f(t - \tau)\Delta t$; отже, $\Delta K(\tau) = Nw(\tau)\Delta\tau f(t - \tau)\Delta t$. Звідси:

$$\Delta m_2 = \sum_{\tau=0}^{\tau=t} \Delta K(\tau) = N\Delta t \int_0^t \omega(\tau) f(t - \tau) dt$$

Підставимо в (3) відповідні вирази для Δm , Δm_1 і Δm_2 та поділимо обидві частин рівності на $N\Delta t$:

$$\omega = f(t) + \int_0^t \omega(\tau) f(t - \tau) dt. \quad (5)$$

Аналітичне рішення рівняння (5) існує для нормального напрацювання між відмовами і розподілом Ерланга. Для інших законів розподілу розв'язок рівняння (5) не записується у явному вигляді розподілу аналітичних виразів. При вирішенні практичних завдань, рівняння (5) доцільно інтегрувати чисельними методами з використанням ЕОМ. Зіставлення результатів розрахунку наведено на рис.2.

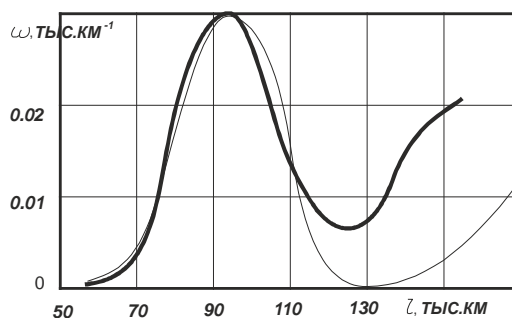


Рисунок 2 – Результати розрахунку параметрів потоку відмов обладнання при $m = 94$ тис. км, $\sigma = 13$ тис км методом кінцевих різниць (жирна лінія) і аналітичним методом (тонка лінія)

Рисунок 2 свідчить про практичний збіг параметрів потоку відмов обладнання аж до другої відмови. Так як завданням планового ремонту є запобігання першої відмови, то точність чисельного методу можна вважати достатньою. Проведений аналіз розвитку системи ремонту ТЕД і впровадження засобів віброакустичного контролю справності основного обладнання, запропонована модель послідовні настання відмов обладнання в процесі функціонування.

Література

1. Бабак С.В., Мыслович М.В., Сысак Р.М. Статистическая диагностика электротехнического оборудования: Монография. – К.:Ин-т электродинамики НАН Украины, 2015. – 456 с.
2. МарченкоН.Б., Нечипорук О.П. Диагностика віброакустичних сигналів електричних машин. Scientific journal of academic research. Economic, management & marketing and engeneering. – 2014. – Volume 9. – P. 72-77.
3. МарченкоН.Б., Нечипорук В.В., Нечипорук О.П., Пепа Ю.В. Методи оцінювання точності інформаційно-вимірювальних систем діагностики: Монографія. – К.: Вид-во ПВП «Задруга», 2014. – 200с.
4. МарченкоН.Б., Нечипорук О.П. Дослідження, класифікація та діагностування станів об'єктів складних систем за віброакустичними сигналами: Black sea. Scientific journal of academic research. Economic, management & marketing and engeneering. – 2014. – Volume 13. – P. 36-41.