

ВІСНИК

ВІННИЦЬКОГО
ПОЛІТЕХНІЧНОГО
ІНСТИТУТУ

1 2003

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ
ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВІСНИК ВІННИЦЬКОГО ПОЛІТЕХНІЧНОГО
ІНСТИТУТУ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Заснований у грудні 1993 року

Виходить 6 раз на рік

1 (46) — 2003

ЗМІСТ

БУДІВНИЦТВО

- Моргун А. С.** Визначення несучої спроможності палі та напружено-деформованого стану системи «паля-основа» за МГЕ..... 5
- Сердюк В. Р., Христич О. В.** Сингулярні ефекти в радіаційно-захисних властивостях бетелу-М 8

ЕКОНОМІКА, МЕНЕДЖМЕНТ ТА ЕКОЛОГІЯ

- Мороз О. В., Штефан Л. Б.** Методологічні підходи до визначення ефективності сільськогосподарського виробництва..... 13
- Мороз О. В., Пашенко О. В.** Філософія і методологія наукових пошуків створення ефективної моделі брендингу на регіональних ринках України 17

ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

- Чепурний М. М., Ткаченко С. Й., Степанова Н. Д.** Дотичні напруги в двофазних турбулентних кільцевих потоках 23
- Розводюк М. П.** Математичні моделі для визначення резервів запасних частин основних функціональних систем трамвая..... 25
- Бурбело М. Й., Бабенко О. В.** Вимірювання параметрів триелементних електричних двополюсників в умовах несинусоїдності 28
- Черемисін М. М., Романченко В. І.** Ефективність пошуку оптимальних рішень для повітряних ліній України..... 32
- Лежнюк П. Д., Гайдамака В. М.** Натурно-імітаційне моделювання з використанням критеріального методу в оптимальному керуванні електроенергетичними системами 37
- Карпов Ю. О., Кулик В. В., Бурикін О. Б.** Вплив неоднорідності електроенергетичної системи на процес розрахунку її усталених режимів 43

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНІКА

- Мартинюк Т. Б., Хом'юк В. В., Емін С. А., Расенко Р. А.** Імітаційне моделювання паралельного сортування випадково розподілених даних 48
- Марценюк В. П.** Пристрій каналного кодування в кодах Каутса-Фібоначчі 53
- Азаров О. Д., Черняк О. І.** Метод виділення цілої і дробової частин чисел у кодах золотої пропорції 55

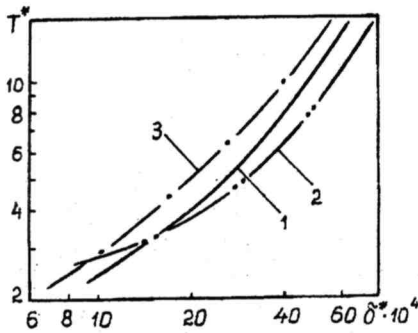


Рис. 3. Залежності $T^* = f(\delta^*)$.
1 — дані авторів; 2 — [5]; 3 — [6]

що наші результати в області $\delta^* < 3 \cdot 10^{-3}$ наближаються до результатів [5], а в області $\delta^* > 5 \cdot 10^{-3}$ — до результатів [6]. Наша залежність з точністю $\pm 3,5\%$ описується співвідношенням

$$T^* = \exp(329 \delta^* + 0,587), \quad (8)$$

яке дає змогу оцінити частку міжфазового тертя в загальному терті кільцевого потоку.

Висновки

1. Отримані співвідношення (3) і (4) дають змогу за вимірними значеннями градієнта тиску і товщини плівки достовірно визначати дотичні напруги на стінці каналу і на поверхні поділу фаз.
2. Отримані зручні експериментальні формули (6) і (7) для визначення зазначених вище величин.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кутателадзе С. С., Стырикович М. А. Гидродинамика газожидкостных систем. — М.: Энергия. — 1976. — 238 с.
2. Хьюитт Д., Холл-Тейлор Н. Кольцевые двухфазные течения. — М.: Энергия. — 1974. — 407 с.
3. Тананайко Ю. М., Воронцов Е. Г. Методы расчета и исследования пленочных процессов. — Киев: Техніка. — 1975. — 311 с.
4. Чепурний М. М., Ткаченко С. Й., Пінчук О. Ю. Гідродинаміка двофазних низхідних кільцевих потоків // Вісник ВПІ. — 1995. — № 3. — С. 50—52.
5. Moeck E.O. The design instrumentation and commissioning of water-air fog experimental rig // Atom. Energy of Canada. — 3656 — 1970. — 34 P.
6. Levy. S. Prediction of two-phase annular flow with liquid entrainment // EPJ. — 1973. — NP — 1409. — 45 P.

Рекомендована кафедрою теплоенергетики

Надійшла до редакції 28.12.99
Рекомендована до опублікування 27.06.00

Чепурний Марко Миколайович — доцент, **Ткаченко Станіслав Йосипович** — завідувач кафедри, **Степанова Наталія Дмитрівна** — аспірантка.

Кафедра теплоенергетики, Вінницький державний технічний університет

УДК 656(1-21):681.5+658.58

М. П. Розводюк, асп.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗЕРВІВ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ОСНОВНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ ТРАМВАЯ

Для забезпечення надійної роботи трамвая необхідно мати відповідний комплект запасних елементів його основних функціональних систем. Відмова будь-якої системи трамвая, коли комплект її запасних елементів вже використано, призводить до вимушеного простоя трамвая, який супроводжується матеріальними збитками. З іншого боку, надлишок запасних елементів призводить до «заморожування» коштів і до невиправданих витрат. Тому задача визначення оптимального резерву запасних елементів на складі є актуальною.

Для розв'язання цієї задачі стосовно визначення резервів запасних елементів основних функціональних систем трамваїв будемо використовувати класифікацію цих систем, здійснену в роботі [1], моделі диференційних законів розподілу несправностей із роботи [2] та моделі оцінок роботоздатності цих систем, запропонованих в роботі [3]. Нагадаємо,

що під час побудови цих моделей були використані експериментальні дані, які отримані в Вінницькому трамвайно-тролейбусному управлінні в 1997 та 1998 роках стосовно трамваїв КТ-4SU.

За критерій оптимізації виберемо техніко-організаційний [4], тобто в нашому випадку задаватимемося імовірністю того, що за деякий термін експлуатації трамвая його функціональна система відмовить не більше разів, ніж маємо запасних елементів в наявності.

Оскільки системи трамвая піддаються ремонтуванню, то будемо їх розглядати як клас відновлюваних елементів, тобто таких, які розраховані на багатократне відновлення робоздатності шляхом заміни або ремонтування елементів, які відмовили, що повністю відповідає реальній ситуації, яка склалась у трамвайному управлінні.

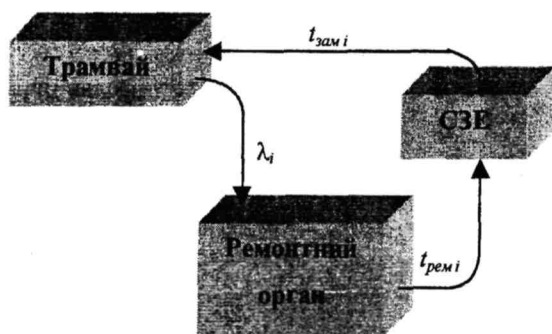


Рис. 1. Схема використання запасних елементів для трамвая

Схема використання запасних елементів для трамвая у випадку відновлення елементів, які відмовили, візьмемо таку ж, яка запропонована в роботі [5] (рис.).

За цією схемою відмова i -го елемента відбувається з інтенсивністю λ_i . Він ремонтується і поступає в склад запасних елементів (СЗЕ) протягом часу $t_{\text{рем } i}$. На його місце встановлюють інший елемент за час $t_{\text{зам } i}$.

Легко бачити, що із зростанням інтенсивності відмов λ_i і часу відновлення $t_{\text{в } i}$ робоздатності системи зростає і кіль-

кість запасних елементів, необхідних для забезпечення безперебійної експлуатації. Очевидним також є те, що число z запасних елементів використаних із комплекту запасних елементів за час експлуатації T можна покласти рівним числу відмов, які виникли в системі за цей же період. За таких умов імовірність того, що за час T буде потрібно z запасних елементів можна розрахувати за формулою Пуассона [5, 6]

$$R(T) = \frac{(\lambda T)^z}{z!} e^{-\lambda T}, \quad (1)$$

де λ — інтенсивність відмов системи; $z = 0, 1, 2, \dots$, є імовірністю того, що їх потрібно буде не менше z

$$R_z = e^{-\lambda T} \sum_{n=0}^z \frac{(\lambda T)^n}{n!}, \quad (2)$$

де n — кількість відмов за час T .

У виразі (2) прийнято, що ремонтна бригада встигає повністю відновити відмовлену систему за період розгляду.

Середнє значення запасних елементів, які будуть використані за час експлуатації T , як показано в роботі [6], можна визначити з виразу

$$z_{\text{ср}} = \sum_{z=1}^{\infty} z \frac{(\lambda T)^z}{z!} e^{-\lambda T}, \quad (3)$$

який базується на формулі (2).

Очевидно, що в процесі експлуатації трамвая може знадобитись інша кількість запасних елементів, ніж $z_{\text{ср } i}$. Тому для знаходження потрібного значення z запасних елементів необхідно задатися імовірністю R_z того, що за час T станеться не більше n відмов (при цьому ми будемо вважати, що ремонтна бригада відремонтує елементи, які вийшли з ладу ще до того, як закінчиться запас).

Узагальнюючи викладене вище, отримуємо такий алгоритм визначення запасних елементів систем трамваїв, який базується на алгоритмі, отриманому в роботі [5].

1. Задаємося необхідною імовірністю R_{zi}^* безвідмовної роботи i -ої функціональної системи трамвая.
2. Задаючись періодом T поповнення складських запасів, з використанням формули (3), знаходимо прогнозоване середнє значення z_{cp} i запасних елементів для i -ої системи за час T .
3. Підставляючи у формулу (2) замість добутку $\lambda \cdot T$ чисельне значення z_{cp} i , отримаємо ряд R_{zi} ймовірностей i -ої системи, який характеризує з якою ймовірністю протягом часу поповнення T виникне більше відмов, ніж z запасних елементів.
4. Розраховуємо величину допустимої недостатності запасних елементів

$$R_{z_{нед}i} = 1 - R_{zi}, \quad (4)$$

5. З ряду R_{zi} ймовірностей необхідно визначити значення R_z , яке менше допустимої недостатності запасних елементів $R_{z_{нед}i}$ й відповідну цій недостатності кількість запасних елементів i -ої системи.

За допомогою запропонованого алгоритму знайдемо необхідну кількість запасних елементів для гальмівної системи трамваїв.

Задаємося імовірністю безвідмовної роботи гальмівної системи трамвая на рівні $R_z^*(ГС) = 0,995$.

Плануємо поповнювати складські запаси запасних елементів щомісяця, тобто $T = 1$ місяць, що суттєво більше часу відновлення однієї гальмівної системи, але є не більшим організаційно встановленого терміну поповнення запасів.

За формулою (3) знаходимо прогнозоване середнє $z_{cp}(ГС)$ запасних елементів для гальмівної системи трамваїв з інтенсивністю відмов $\lambda = 0,105$ [3]:

$$z_{cp}(ГС) = 0,105 \text{ комплекта.}$$

Хоча кількість комплектів i повинна бути тільки цілим додатним числом, але для точності подальших розрахунків збережемо значення після коми.

Підставляючи у формулу (2) замість добутку $\lambda \cdot T$ чисельне значення $z_{cp}(ГС) = 0,105$, отримаємо ряд ймовірностей $R_z(ГС)$, який для зручності зведемо в табл.

Значення імовірності $R_z(ГС)$ $n \geq z$

z	0	1	2	3	...
$R_z(ГС)$	1	0,09968	0,00514	0,00018	...

Визначаємо за формулою (4) допустиму недостатність

$$R_{z_{нед}}(ГС) = 1 - 0,995 = 0,005. \quad (5)$$

З табл. визначаємо значення імовірності, менше допустимої недостатності $R_{z_{нед}}(ГС)$ запасних елементів. Воно дорівнює 0,00018. Йому відповідає z , що дорівнює 3. Тому на складі запасних елементів необхідно мати 3 запасних комплекти гальмівної системи трамваїв. З такою кількістю запасних елементів імовірність того, що за місяць виникне більше 3 відмов, дорівнює 0,00018, що менше допустимої недостатності 0,005.

Висновки

1. Адаптовано алгоритм розрахунку запасних елементів для функціональних систем трамвая.

2. З використанням розробленого алгоритму визначено кількість запасних комплектів для гальмівної системи трамваїв.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мокін Б. І., Бурденюк С. І., Гурильова Н. В. Проблеми та перспективи експлуатації засобів міського електротранспорту в функції їх стану // Вісник ВПІ. — 2000. — № 6. — С. 22—25.
2. Мокін Б. І., Бурденюк С. І., Гурильова Н. В. Математичні моделі емпіричних законів розподілу несправностей функціональних систем трамваїв // Вісник ВПІ. — 2001. — № 1. — С. 13—20.
3. Мокін Б. І., Розводюк М. П. Моделі оцінок роботоздатності функціональних систем трамваїв. Праці шостої міжнародної науково-технічної конференції «Контроль і управління в складних системах (КУСС-2001)», м. Вінниця, 8—13 жовтня 2001 р. // Вісник ВПІ. — 2001. — № 6. — С. 92—98.
4. Ефимов В. В., Наумов В. А., Чурсин А. А. Теория и практические вопросы работоспособности элементов машин, приборов и аппаратуры. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1984. — 220 с., прил.
5. Голинкевич Т. А. Прикладная теория надежности. — М.: «Высшая школа», 1977. — 160 с.
6. Рипс А. Я., Савельев Б. А. Анализ и расчет надежности систем управления электроприводами. — М.: «Энергия», 1974. — 248 с.

Рекомендована кафедрою електромеханічних систем автоматизації

Надійшла до редакції 16.05.02

Рекомендована до опублікування 29.08.02

Розводюк Михайло Петрович – аспірант кафедри електромеханічних систем автоматизації. Вінницький державний технічний університет

УДК 621.317.73

М. Й. Бурбело, к.т.н., доц; О. В. Бабенко, студ.

ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРИЕЛЕМЕНТНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВОПОЛЮСНИКІВ В УМОВАХ НЕСИНУСОЇДНОСТІ

Однією з впливових похибок вимірювання параметрів електричних двополюсників є похибки, що обумовлені спотворенням форми синусоїдних напруг та струмів [1, 2]. Їх компенсація істотно ускладнена тим, що вони залежать від спектрального складу енергетичних величин, характеру частотної залежності самого об'єкта вимірювання та структурної схеми вимірювального кола. Значний інтерес викликає дослідження можливості побудови вимірювальних перетворювачів параметрів багатоелементних двополюсників, які забезпечують інваріантність результатів вимірювання до несинусоїдності усереднених напруг. Потреба у таких вимірювальних засобах швидко зростає у зв'язку з розв'язанням задач контролю та технічної діагностики в електроенергетиці, де все ширше застосовуються напівпровідникові силові перетворювачі в системах електроприводу та електротехнологічних установках.

На рис. 1 зображені найпростіші триелементні індуктивні двополюсники з послідовно-паралельною (а) та паралельно-послідовою (б) схемами заміщення, а на рис. 2 — структурні схеми квазікомпенсаційних вимірювальних перетворювачів параметрів резистивних елементів триелементних двополюсників відповідно з паралельно-послідовою (а) та послідовно-паралельною (б) схемами заміщення.

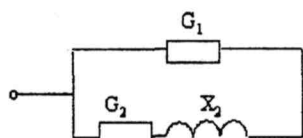
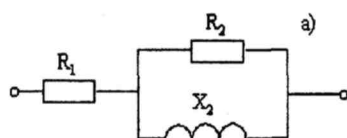


Рис. 1. Триелементні моделі об'єктів