

Тому ця система живлення ІІ, крім більшої надійності в роботі, має ще й меншу масу і менші розміри, ніж система з накопичувальним конденсатором.

Базовий струм i_6 може бути і змінним струмом, але забезпечення стабільності роботи ІІ при цьому дещо ускладнюється.

Подібна система живлення вже добре зарекомендувала себе при імпульсно-дуговому зварюванні, так як має меншу масу, більшу надійність в роботі, менші розміри та кращі регульовальні властивості, ніж зварювальні системи живлення з накопичувальними конденсаторами. Все це дає підстави вважати її досить перспективною для застосування на літальних апаратах.

Список літератури

1. *Справочная книга по светотехнике* / Под ред. Ю.В. Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 528 с.
2. *Основы электрооборудования летательных аппаратов. Ч.2* / Под ред. Д.Э. Брускина. – М.: Высш. шк., 1978. – 280 с.
3. *Оборудование для дуговой сварки: Справочное пособие* / Под ред. В.В. Смирнова. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. – 656 с.

Стаття надійшла до редакції 30.03.02.

УДК 65.012.122:331.45(043.2)

В.В. Матиборський, канд. техн. наук, доц.

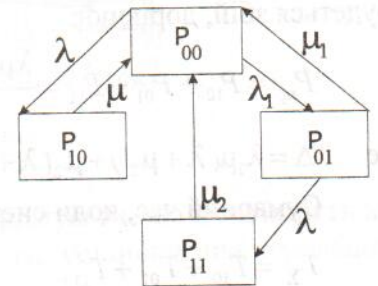
МОДЕЛЬ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ У СТАЦІОНАРНОМУ РЕЖИМІ

Розглянуто модель системи керування охороною праці у стаціонарному режимі з урахуванням наявності в цій системі людини. Модель враховує присутність людини і його помилки як у ланці керування, так і в керованій ланці. Проаналізовано ймовірність відмов у системі при можливих помилках у кожній ланці.

Будь-яка система керування не позбавлена помилок і збоїв, обумовлених наявністю в ній людини. Людський фактор присутній як у керуючій ланці, так і в ланці керування [1]. Одна з можливих схем такої системи зображена на рис. 1, де P_{00} , P_{10} , P_{01} і P_{11} характеризують переходи з якого-небудь стану такої системи в інше.

Рис. 1. Граф можливих станів системи керування:

λ і λ_1 – інтенсивності переходу з одного стану в інший; μ_i – інтенсивності відновлення; P_{00} – система цілком справна (керуючий і керований елементи функціонують без помилок); P_{10} – відмовлення керованого елемента, керуючий справний; P_{01} – відмовлення керуючого елемента, керований справний; P_{11} – відмовлення обох елементів



Як керуючий і керований елементи системи прийнято людину, що знаходиться у системі та об'єкті керування.

Графові станів такої системи буде відповідати система диференціальних рівнянь :

$$\begin{cases} P_{00}^1 = -P_{00}(\lambda + \lambda_1) + P_{10}\mu + P_{01}\mu_1 + P_{11}\mu_2; \\ P_{10}^1 = \lambda P_{00} - \mu P_{10}; \\ P_{01}^1 = -(\lambda + \mu_1)P_{01} + \lambda_1 P_{00}; \\ P_{11}^1 = -\mu_2 P_{11} + \lambda P_{01}. \end{cases} \quad (1)$$

Нормуюча умова для системи (1)

$$\sum_{i=0}^3 P_i(t) = 1; \quad i = \overline{0,3}.$$

Розв'язання системи диференціальних рівнянь (1) не має складностей, тому для стаціонарного режиму ($t \rightarrow \infty$) напишемо отримані значення ймовірностей:

$$P_{00} = \frac{\mu\mu_2(\lambda + \mu_1)}{\lambda_1\mu(\lambda + \mu_2) + \mu_2(\lambda + \mu_1)(\lambda + \mu)}; \quad \mu_2 = \mu + \mu_1;$$

$$P_{10} = \frac{\lambda\mu_2(\lambda + \mu_1)}{\lambda_1\mu(\lambda + \mu_2) + \mu_2(\lambda + \mu_1)(\lambda + \mu)};$$

$$P_{01} = \frac{\lambda_1\mu_2\mu}{\lambda_1\mu(\lambda + \mu_2) + \mu_2(\lambda + \mu_1)(\lambda + \mu)};$$

$$P_{11} = \frac{\lambda\lambda_1\mu}{\lambda_1\mu(\lambda + \mu_2) + \mu_2(\lambda + \mu_1)(\lambda + \mu)}.$$

Середній час перебування системи керування в i -му стані T_i буде визначатися з виразів:

$$T_{00} = \frac{1}{\lambda + \lambda_1};$$

$$T_{10} = \frac{1}{\lambda + \mu_1} + \frac{\lambda}{\mu_2(\lambda + \mu_1)};$$

$$T_{01} = \frac{1}{\mu};$$

$$T_{11} = \frac{1}{\mu_2}.$$

Ймовірність того, що при впливі зовнішнього збурювання в досліджуваній системі не відбудеться збій, дорівнює

$$P_{\text{пр}} = P_{10} + P_{01} + P_{11} = \frac{\lambda\mu_2(\lambda + \mu_1) + \lambda_1\mu_2\mu + \lambda\lambda_1\mu}{\Delta} = \frac{\lambda\mu_2(\lambda + \mu_1) + \lambda_1\mu(\lambda + \mu_2)}{\Delta}; \quad (2)$$

де $\Delta = \lambda_1\mu(\lambda + \mu_2) + \mu_2(\lambda + \mu_1)(\lambda + \mu)$.

Сумарний час, коли система керування може знаходитися в такому стані, визначається як

$$T_{\Sigma} = T_{10} + T_{01} + T_{11},$$

де T_{10}, T_{01}, T_{11} визначаються з формули (2).

Тоді

$$T_{\Sigma} = \frac{(\lambda + \mu_2)\lambda\mu + (\lambda + \mu_1)\lambda\mu_2}{\mu_2\mu(\lambda + \lambda_1)(\lambda + \mu_1)}.$$

Розглянемо кілька частинних випадків.

1. Система абсолютно справна і не при будь-яких обставинах не може перейти в інші стани з вини людини ($P_{00} = 1$), тобто $P_{\text{пр}} = 0$ при $\lambda = \lambda_1 = 0$.

2. Керований елемент системи абсолютно надійний ($\lambda = 0$):

$$P_{\text{пр}} = \frac{\lambda\mu\mu_2}{\lambda_1\mu\mu_2 + \mu_2\mu_1\mu} = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \mu_1}.$$

3. Керуючий елемент абсолютно надійний ($\lambda_1 = 0$):

$$P_{\text{пр}} = \frac{\lambda \mu_2 (\lambda + \mu_1)}{\mu_2 (\lambda + \mu_1) (\lambda + \mu)}$$

4. Система після переходу в стан P_{10} миттєво відновлюється ($\mu = \infty$):

$$P_{\text{пр}} = \frac{\lambda_1 (\lambda + \mu_2)}{\lambda_1 (\lambda + \mu_2) + \mu_2 (\lambda + \mu_1)}$$

5. У випадку миттєвого відновлення всієї системи, що мало ймовірно при виході з ладу всіх елементів системи, що миттєво відновлюються ($\mu_2 \rightarrow \infty$):

$$P_{\text{пр}} = \frac{\lambda_1 \mu + \lambda (\lambda + \mu_1)}{\lambda_1 \mu + (\lambda + \lambda_1) (\lambda + \mu)}$$

6. Відновлення системи відбувається з однаковою інтенсивністю ($\mu = \mu_2$):

$$P_{\text{пр}} = \frac{\lambda (\lambda + \lambda_1 + \nu_1) + \lambda_1 \mu_2}{(\lambda + \mu_2) (\lambda + \lambda_1 + \mu_1)}$$

7. У випадку, якщо $\mu_1 \rightarrow \infty$:

$$P_{\text{пр}} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}$$

8. Система не відновлюється, тобто $P_{\text{пр}} = 1$ при $\mu_2 = \mu = 0$.

Аналіз отриманих виразів дозволяє зробити висновок про те, що в сталому режимі ріст інтенсивності відмовлення керованого елемента більш критичний з погляду виникнення в системі позаштатних ситуацій (рис. 2).

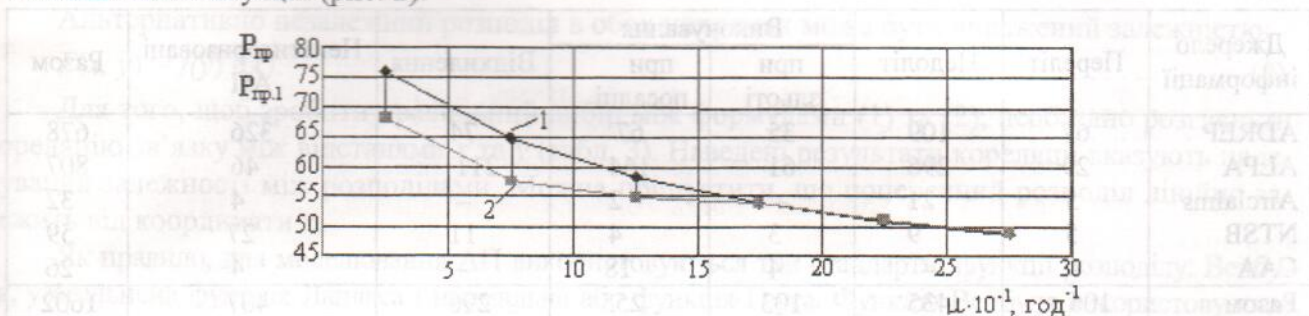


Рис. 2. Залежність $P_{\text{пр}}$ від часу встановлення:
1 - $P_{\text{пр}}$; 2 - $P_{\text{пр1}}$

Аналіз залежностей, які відображені на рис. 2, дозволяє стверджувати, що вірогідність виникнення небажаних випадків у системі тим більше, чим більше час установлення керованого елемента.

Список літератури

1. Матиборский В.В. Математическая модель состояний системы управления охраной труда с учетом человеческого фактора // Сб. тр. МНТК «Авиа-2000». - К.: НАУ, 2000. - С. 65-71.

Стаття надійшла до редакції 24.04.02.