

УДК 621.3.076

**НАДЕЖНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННОГО КАНАЛА  
В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ, СОДЕРЖАЩИХ ДАТЧИКИ  
С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ  
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*А. Д. ЕПИФАНОВ, А. Б. КОЗЛОВ, В. Н. ШАХНИН*

(Московская государственная текстильная академия им. А. Н. Косыгина)

Информацию о физико-механических параметрах текстильных материалов, например, перекосе уточных нитей в тканях, прохождении швов ткани, сообщают распределенные по ширине ткани чувствительные элементы. Надежность информации в подобных случаях значительно зависит не только от надежности технических средств информационного канала, но и от качественных показателей текстильного материала.

Для чувствительных элементов, как и для системы управления в целом, характерны два случайных состояния (события), то есть два

типа отказа: выдача ложного сигнала (ложное срабатывание) и не выдача сигнала о состоянии текстильного материала. В большинстве случаев причиной выдачи ложного сигнала являются пороки текстильного материала, например, случайные утолщения или дыры и т. п. Причиной не выдачи сигнала могут служить отказы технических элементов, а также случаи недостаточной чувствительности измерительного элемента.

В известных устройствах обнаружения шва ткани с учетом превалярующего значения вероятности ложного срабатывания применяется избыточность чувствительных элементов о наличии шва с обработкой избыточной информации согласно логической операции И [1]. При таком подходе использования избыточной информации одновременно с уменьшением вероятности ложного срабатывания увеличивается вероятность не выдачи сигнала о прохождении шва.

Предлагаем общий теоретический подход к оценке надежности избыточной информационной части системы управления, например, пропуска шва ткани с одновременным учетом вероятности выдачи ложного сигнала. При этом задачу выбора способа обработки избыточной информации при фиксированном числе избыточных элементов  $m$  и пороговом значении  $l$ , то есть числе чувствительных элементов, при котором датчик пропуска шва выдает сигнал на срабатывание исполнительного элемента, решаем на основе допущений о том, что вероятности  $q_l$  выдачи ложного сигнала и  $q_0$  не выдачи сигнала о прохождении шва одним чувствительным элементом независимы, что позволяет отдельно определить соответствующие надежности; при переходе к приближенным формулам расчета  $q_l \ll 1$ ,  $q_0 \ll 1$ , в общем случае из возможных пороговых значений  $l=1$  и  $l=m$  исключаются, как не обеспечивающие одновременное повышение надежности по ложному сигналу и не выдаче сигнала.

С учетом этих допущений приводим основные соотношения для оценки надежности [2]. Вероятность выдачи ложного сигнала о прохождении шва избыточной системой

$$Q_l = \sum_{i=0}^{m-l} C_m^{l+i} q_l^{l+i} (1-q_l)^{m-l-i},$$

где  $C_m^{l+i}$  — число сочетаний;

$q_l$  — вероятность выдачи ложного сигнала одним чувствительным элементом.

Надежность по ложному срабатыванию как противоположное событие имеет вид

$$P_l = \sum_{i=0}^{l-1} C_m^{m-l+1+i} p_l^{m-l+1+i} (1-p_l)^{l-1-i},$$

где  $p_l$  — надежность одного чувствительного элемента,  $p_l = 1 - q_l$ .

Вероятность не выдачи сигнала избыточной системой о прохождении шва

$$Q_0 = \sum_{i=0}^{l-1} C_m^{m-l+1+i} q_0^{m-l+1+i} (1-q_0)^{l-1-i},$$

где  $q_0$  — вероятность не выдачи сигнала о прохождении шва одним чувствительным элементом.

Надежность, связанная с не выдачей сигнала о прохождении шва, как противоположное событие имеет вид

$$P_0 = \sum_{i=0}^{m-l} C_m^{l+i} p_0^{l+i} (1-p_0)^{m-l-i},$$

где  $p_0$  — надежность одного чувствительного элемента,  $p_0 = 1 - q_0$ .

Суммарная надежность информационной части системы управления  $P = P_0 P_{\text{л}}$ .

На практике при оценке надежности удобно пользоваться приближенными формулами для вероятностей отказа

$$Q_{\text{л}} \approx C_m^l q_{\text{л}}^l (1 - q_{\text{л}})^{m-l} \approx C_m^l q_{\text{л}}^l;$$

$$Q_0 \approx C_m^{m-l+1} q_0^{m-l+1} (1 - q_0)^{l-1} \approx C_m^{m-l+1} q_0^{m-l+1}.$$

Суммарная вероятность отказа информационной части системы

$$Q = Q_0 + Q_{\text{л}} \approx C_m^l q_{\text{л}}^l + C_m^{m-l+1} q_0^{m-l+1}.$$

В приведенном соотношении первое слагаемое с увеличением  $l$  убывает, а второе слагаемое возрастает, свидетельствуя о наличии  $l_{\text{опт}}$  — оптимального значения, обеспечивающего экстремум (минимум)  $Q_{\text{мин}}$ . Значение  $l_{\text{опт}}$  определяется с помощью общих известных методов нахождения экстремума функции.

Практически удобным может быть графоаналитический метод: при известном  $m$  строятся зависимости  $Q_0(l)$ ,  $Q_{\text{л}}(l)$ ,  $Q(l)$  и затем определяется  $l_{\text{опт}}$ . На рис. 1 приведены результаты расчета вероятностей отказов при  $m=5$  и различных значениях  $q_0$  (1, 2, 3 — соответственно 0,05; 0,2; 0,2) и  $q_{\text{л}}$  (1, 2, 3 — 0,2; 0,2; 0,05). Пороговое значение  $l$  при его малой величине должно быть скорректировано с учетом возможных сложных профилей швов.

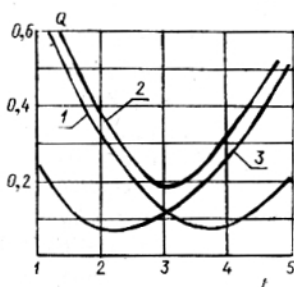


Рис. 1.

## ВЫВОДЫ

Предлагаемый метод позволяет выбрать оптимальное пороговое значение и число чувствительных элементов в датчике, например, обнаружения шва ткани, обеспечивающие минимальную вероятность отказа устройства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Рассторгуев А. К.* Системы автоматического управления машинами при отделке ткани. — М.: Легкая индустрия, 1977.
2. *Епифанов А. Д.* Надежность автоматических систем. М.: Машиностроение, 1964.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 02.12.96