

Podstawowe struktury niezawodnościowe złożonych obiektów technicznych

cze 12, 2025

Efektywne utrzymanie ruchu w zakładach produkcyjnych związane jest bezpośrednio z niezawodną pracą wielu współpracujących ze sobą obiektów.

Każdy system techniczny stanowi pewną całość zbudowaną z elementów składowych i realizującą założoną funkcję. Aby możliwe jednak było wykonanie zadania przez system, elementy składowe muszą ze sobą współpracować w odpowiedni i zaplanowany sposób.

Relacje między elementami związane z przekazywaniem energii, masy i informacji tworzą tzw. strukturę systemu.

Aby uzyskać ilościowe dane o racjonalnych czasach międzynaprawczych, wymaganej liczbie części zamiennych, poziomie bezpieczeństwa itp., prowadzi się analizy bazujące na strukturze niezawodnościowej systemu. Struktura ta może być przedstawiona z wykorzystaniem wielu różnych sposobów reprezentacji.

Systemy techniczne mają zwykle złożoną i nie w pełni znaną strukturę niezawodnościową. W ocenie niezawodności analityk sprowadza rzeczywistą strukturę niezawodnościową systemu do postaci, które zawierają wyłącznie kombinację struktur podstawowych.

Jednym z najpopularniejszych sposobów odwzorowania struktury niezawodnościowej systemu są blokowe schematy niezawodności (ang. Reliability Block Diagram, RBD).

Najprostszą wieloelementową i nienadmiarową strukturą niezawodnościową jest struktura szeregową (ang. series reliability structure).

Charakteryzuje się ona tym, że uszkodzenie dowolnego elementu systemu powoduje uszkodzenie całego systemu.

Kolejną spośród prostych struktur niezawodnościowych jest struktura równoległa (ang. parallel reliability structure), czyli taka, w której przebywanie dowolnego elementu w stanie zdatności zapewnia zdatność całego systemu. To znaczy układ składa się z więcej niż jednego elementu danego rodzaju, podczas gdy do realizacji określonego zadania przez system wystarcza tylko jeden element.

Struktury złożonych systemów stanowią zwykle kombinację struktury szeregowej i równoległej. Różne części systemu mogą wówczas być rozpatrywane jako podsystemy o szeregowej lub równoległej strukturze niezawodnościowej. Redukowanie kolejnych bloków systemów z wykorzystaniem zastępczych bloków opisujących szeregową lub równoległą strukturę umożliwia uzyskanie struktury prostej w analizie.

Analizę takich struktur realizuje się z wykorzystaniem metody zwanej dekompozycją.

Każda struktura niezawodnościowa może zostać przedstawiona za pomocą pewnych zbiorów elementów systemu określanych jako przekroje niezdatności (analiza zorientowana na uszkodzenie systemu) lub ścieżki zdatności (analiza zorientowana na zdatność systemu).

Przekrojem niezdatności analizowanego systemu nazywa się zbiór elementów, w przypadku których jednoczesne zaistnienie stanu niezdatności powoduje niezdatność systemu. Przekroje zdatności nazywane są również cięciami systemu.

Ścieżką zdatności systemu nazywa się zbiór elementów, których jednoczesne przebywanie w stanie zdatności zapewnia stan zdatności systemu. Ścieżki zdatności nazywane są również drogami zdatności.

Model struktury niezawodnościowej może zostać skonwertowany do innej postaci. System przedstawiony w postaci schematu blokowego można dla przykładu zamodelować równoważnym drzewem niezdatności.

W rzeczywistych obiektach technicznych istnieje wiele struktur nadmiarowych, zarówno znanych, jak i niedających się zidentyfikować.

W praktyce zawsze mamy do czynienia ze strukturą nadmiarową, a stosowanie przedstawionych modeli wynika z założeń upraszczających prowadzoną analizę. a definicje struktur nadmiarowej oraz nienadmiarowej nie są precyzyjne i powinny zostać uszczegółowione w prowadzonej analizie.

Dotyczy to zarówno wielu rodzajów nadmiarów (strukturalny, wytrzymałości, parametryczny, obsługiwanie, użytkowania, elementowy, informacyjny, czasowy itp.), jak i rosnącej złożoności współczesnych systemów (istnienie wielu znanych i nieznanymi sprzężeń zwrotnych).

[Read more](#)