

РЕЖИМИ РОБОТИ ТРАВМОБЕЗПЕЧНОГО ЕЛЕМЕНТУ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ЙОГО НАДІЙНОСТІ

Оскільки визначено, що з'єднання валів рульової колонки через травмобезпечний (демпфуючий елемент) доцільно розглядати по-перше, при експлуатаційних режимах навантаження (циклічні обертальні навантаження, які обумовлені малоамплітудними і низькочастотними деформаціями крутіння елемента навколо своєї осі), по-друге, при миттєвому руйнуванні при розповсюдженні удару по передній частині кузова автомобіля при ДТП, то в першому випадку мова йде про надійність з'єднання, а в другому – про його ненадійність або про надійність руйнування. Таким чином попередній розрахунок норми надійності необхідно виконати для двох режимів роботи з'єднання, що досліджується:

– режим № 1, при якому з'єднання постійно експлуатується під час використання автомобіля за призначенням і піддається циклічним навантаженням крутіння та поздовжнім навантаженням штовхання. При цьому в тілі матеріалу демпфуючого елемента накопичуються мікропошкодження, які при досягненні визначеної кількості циклів призведуть до зниження опору втомі (втомної довговічності), і, як наслідок, до можливої раптової відмови при здійсненні рулювання автомобілем;

– режим № 2, при якому демпфуючий елемент миттєво руйнується без накопичення мікропошкоджень, а навпаки, повинне створитися макропошкодження, що призведе до повного його руйнування. При цьому час, що відводиться на процес руйнування, повинен бути як найменшим.

Для розрахунку норми надійності розробляють структурну модель, в якій враховують всі елементи, які беруть участь у передачі обертальних рухів з одного боку, і з іншого боку, які приймають на себе реакційні сили та моменти. Виходячи з цього, необхідно задаватися вихідними даними для розрахунків. У розрахунку надійності пропонується здійснити обчислення за теоретично позначеними вихідними даними. При цьому ставиться мета змодельовати характер зміни показників надійності як всього елемента, так і його окремих компонентів (це можуть бути отвори, опуклості різної форми) у відповідності з їх кількістю N та окремим емпіричним одиночним показником, в якості якого розглядається інтенсивність відмов.

Так, наприклад, задається ймовірність безвідмовної роботи $R(t_0) = 0,99$ та інтенсивності відмов (мікропошкоджень) окремого компонента

$\lambda_1(t) = 2,5 \cdot 10^{-9}$ 1/цикл; $\lambda_2(t) = 2,9 \cdot 10^{-9}$ 1/цикл; $\lambda_3(t) = 3,5 \cdot 10^{-9}$ 1/цикл.

Кількість компонентів, наприклад, отворів, може складати $N=18$. При цьому під інтенсивністю відмов розглядається інтенсивність утворення деякої кількості мікропошкоджень, яка починає приводити до початку зниження опору втоми. Оскільки кількість компонентів (отворів) визначено $N=18$ і всі вони рівно надійні, то інтенсивність відмови всього демпфуючого елемента визначиться наступними чином:

$$\lambda(t) = 2,5 \cdot 10^{-9} \cdot 18 = 45 \cdot 10^{-9} \text{ 1/цикл.} \quad (1)$$

Напрацювання на відмову (початок зміни форми отвору) визначиться наступним чином:

$$T_{m1} = \frac{1}{\lambda_f} = \frac{1}{2,5 \cdot 10^{-9}} = 2,5 \cdot 10^9 \text{ циклів.} \quad (2)$$

Уточнений теоретичний ресурс (довговічність) t_0 усього демпфуючого елемента визначиться у відповідності з розрахунком:

$$t_0 = -\ln R(t_0) / \lambda = -\ln 0,99 / 45 \cdot 10^{-9} = 2,22 \cdot 10^5 \text{ циклів.} \quad (3)$$

Ймовірність безвідмовної роботи i -го компонента R_i (початку зміни форми) визначиться у відповідності з розрахунком:

$$R_i = \exp(-\lambda_i t_0) = \exp(-2,5 \cdot 10^{-9} \cdot 2,22 \cdot 10^5) = 1,0. \quad (4)$$

Таким чином, при прогнозованій інтенсивності утворення деякої кількості мікропошкоджень $\lambda_1(t) = 2,5 \cdot 10^{-9}$ 1/цикл, кількість циклів до початку руйнування буде складати $N(t_0) = 2,22 \cdot 10^5$, при цьому ймовірність роботи кожного з отворів до початку зміни форми буде складати $R_i=1,0$.