

УДК 621.825.5

Р. Комар, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАПОБІЖНО-КОМПЕНСУЮЧОЇ МУФТИ

R. Komar

### OPTIMIZATION OF STRUCTURAL PARAMETERS SAFETY-COMPENSATING CLUTCH

При проектуванні нових конструкцій будь-яких машин чи механізмів завжди виникає проблема вибору їх оптимальних параметрів, оскільки розроблені пристрої будуть зазнавати впливу цілого ряду експлуатаційно-технологічних, фізико-механічних та інших факторів, які суттєво ускладнюють їх розрахунок. Зокрема при розробці нових муфт, в залежності від умов їх експлуатації, бажаних функціональних характеристик, властивостей матеріалу та багатьох інших факторів, методика розрахунку їх оптимальних конструктивних параметрів може суттєво змінюватись. Тому комплексне врахування усіх передуючих факторів можливе лише в рамках розв'язку певної оптимізаційної задачі [1].

Мета даної задачі полягає в знаходженні мінімуму цільової функції від матеріаломісткості конструкції запобіжно-компенсуючої муфти [2], що дозволяє зменшити її питому масу і встановити діапазон оптимальних значень параметрів елементів зачеплення, тобто забезпечити функціональну здатність пристрою при зменшенні його металомісткості.

Основними вихідними даними, які потрібно враховувати при оптимізації є номінальний обертальний момент  $T$ , на передавання якого розраховується муфта; кут  $\alpha'_{max}$ , що характеризує величину можливого кутового зміщення валів; фізико-механічні властивості матеріалу елементів пристрою.

Оскільки компенсаційну і навантажувальну здатність характеризують параметри елементів зачеплення муфти, а саме радіально розміщеної пари контакту пружина-кулька-паз то за незалежні змінні, що підлягають оптимізації приймаються наступні параметри муфти: глибина паза обойми  $h_n$ ; діаметр кульки  $d_k$ ; радіус кульки  $r_k$ ; кількість кулок  $z$ ; радіус (діаметр) описаного кола по вершинах півмуфти  $r_{21}$  ( $D_{21}$ ); кількість пазів  $n$ ; радіус поперечного перерізу підтискної пружини  $r_n$ ; кут підйому гвинтової лінії підтискної пружини  $\alpha_5$ ; діаметр підтискної пружини  $D_{52}$ .

На зміну параметрів запобіжно-компенсуючої муфти накладаються відповідні технологічні та експлуатаційні обмеження, а саме:

а) умова забезпечення необхідної чутливості спрацювання в режимі запобіжної

$$h_n - \frac{d_k}{2} \leq 0; \quad (1)$$

б) при неспіввісності з'єднуваних валів для нормальної роботи пристрою повинна справджуватися умова

$$\arcsin\left(\frac{r_k + r_{21}}{2r_k + r_{21} + h_n}\right) - \alpha'_{max} \leq 0; \quad (2)$$

в) умова забезпечення стійкості стінок пазів обойми

$$\frac{T}{\pi r_k^2 D_{21}} - [\sigma_k] \leq 0, \quad (3)$$

де  $[\sigma_k]$  – допустиме контактне напруження на стінках пазів.

г) умова забезпечення необхідної кількості кульок

$$\frac{\cos \rho}{(\cos \alpha - \rho)(\operatorname{tg}(\alpha - \rho) - f)} - z \leq 0, \quad (4)$$

де  $\alpha$  – кут між напрямком дії колової сили і нормаллю від точки контакту кульки з поверхнею паза;

$\rho$  – зведений кут тертя в парі контакту кулька-паз;

$f$  – коефіцієнт тертя між кулькою та стінками посадочного отвору.

д) умова забезпечення необхідної кількості пазів

$$2mz - n \leq 0, \quad m = 1, 2, \dots; \quad (5)$$

е) забезпечення стабільної роботи муфти

$$\frac{2T}{zD_{21}} (\operatorname{tg}(\alpha - \rho) - f) - P_{\text{дон}} \leq 0, \quad (6)$$

де  $P_{\text{дон}}$  – допустима сила тиску кульки на поверхню паза.

є) дотримання міцності пружного елемента при динамічних ударних навантаженнях (у випадку спрацювання муфти у запобіжному режимі):

$$T = \frac{\pi(2r_n)^3 [\sigma]_{\max}}{16 \operatorname{tg} \alpha_5 \left(1 + \frac{1}{2D_{52}}\right) z}, \quad (7)$$

де  $[\sigma]_{\max}$  – максимальне дотичне напруження у пружному елементі.

Відповідно умови обмеження

$$\frac{2T \operatorname{tg} \alpha_5 \left(1 + \frac{1}{2D_{52}}\right) z}{\pi(2r_n)^3} \leq [\sigma]_{\max}. \quad (8)$$

$$x_3 = z = \frac{T(\operatorname{tg}(\alpha - \rho) - f)}{P_{\text{дон}} r_{21}}. \quad (9)$$

Дана методика визначення оптимальних значень елементів зачеплення запобіжно-компенсуючої муфти може бути базовим етапом проектування багатофункціональних пристроїв аналогічної конструкції. Методика проектування ґрунтується на аналізі можливих розв'язків поставленої задачі нелінійного програмування з використанням умови Куна-Таккера і дозволяє під час проектування по отриманих номограмах приймати оптимальні конструктивні параметри муфти без проведення детальних розрахунків. Використання даної методики також дозволяє зменшити матеріаломісткість муфт аналогічної конструкції на 5...12% без погіршення їх функціональних характеристик.

### Література

1. Гевко, І. Б. Оптимізація конструкції запобіжно-компенсуючої муфти [Текст] / І. Б. Гевко, Р. В. Комар // Вісник Харк. держ. техн. ун-ту сільськ. госп-ва. – 2003. – Вип. 14: Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. – С. 217-221.
2. Пат. 43244А Україна, МПК F16D3/22. Запобіжно-компенсуюча муфта / Гупка Б.В., Комар Р.В.; заявник і власник патенту Терноп. державн. техн. ун-тет ім. І.Пулюя. – №2001042849; заявл. 25.04.01; опубл. 15.11.01, Бюл. №10.