

говічність дизельних двигунів, зменшує витрати на проведення технічного обслуговування і ремонту.

#### ЛІТЕРАТУРА

- [1]. Григорьев М.А., Борисова Г.В. Очистка топлива в двигателях внутреннего сгорания. - М.: Машиностроение, 1991. - 200 с.
- [2]. Кищук А.С., Шеремета В.Н., Молодык Н.В., Годунов И.М. Практикум по техническому обслуживанию тракторов. - Глевах: ИМЭСХ, 2002. - 109 с.
- [3]. Справочник по эксплуатации, ремонту и хранению сельскохозяйственной техники. - М.: Россельхозиздат, 1982. - 318 с.

УДК 621.825

## КІНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАЧЕПЛЕННЯ ПРУЖНОЇ ЗАПОБІЖНО-КОМПЕНСУЮЧОЇ МУФТИ

*І.Б.Гевко,  
Р.В.Комар*

Надлишкові динамічні навантаження, які виникають в приводах сільськогосподарських машин, часто спричиняють поломки найбільш навантажених деталей, що в цілому призводить до припинення функціонування всього механізму. Динамічні навантаження можна зменшити використанням муфт з розширеними функціональними можливостями. Такі муфти мають певні конструктивні особливості і можуть виконувати функції компенсації несіввісності, демпфування пускових та запобігання критичних моментів, як і комплексно, так і будь-яку з цих функцій окремо.

Пружну запобіжно-компенсуючу муфту [1], конструкція якої наведена на рис.1, також можна віднести до класу багатофункціональних, оскільки вона має властивості пружно-запобіжної та компенсуючої.

До переваг даної конструкції також слід віднести велику навантажувальну здатність, при відносно малій масі — реверсивність. З точки зору технологічності, слід відмітити використання значної кількості нормативних деталей та способів їх виготовлення методом пластичної деформації.

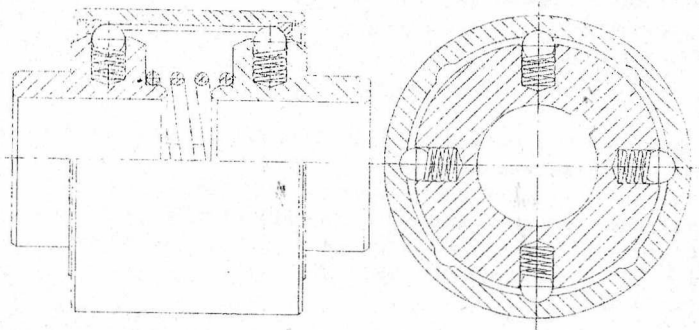


Рис.1 Конструкція пружної запобіжно-компенсуючої муфти

В даному пристрої компенсація неспіввісності відбувається за рахунок повертання півмуфт на кульках і переміщення кульок в пазах півкруглої форми внутрішньої поверхні корпуса пристрою. Функціонування муфти в режимі запобіжної може відбуватися лише при певному співвідношенні конструктивних параметрів елементів зачеплення. Визначення цього співвідношення і є метою кінематостатичного аналізу даного пристрою.

В загальному випадку навантаження в парі контакту кулька-паз визначають за формулою

$$T = P_k R, \quad (1)$$

де  $P_k$  — колове навантаження;

$R$  — плече прикладання навантаження (відстань від центра півмуфти до центра кульки).

Залежність між коловою силою і силою пружини, згідно з [2], для пружинно-кулькових муфт, в яких в процесі спрацювання переміщуються кульки, а не півмуфта, є наступною:

$$P_{пр} = P_k (\operatorname{tg}(\alpha - \rho) - f) \quad (2)$$

де  $\alpha$  — кут між дотичною до точки контакту кульки з поверхнею паза і напрямком дії колової сили;

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

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

Оскільки осьова сила рівна силі пружини  $P_k = P_{пр}$ , то залежність для обчислення крутного моменту набуде вигляду:

$$T = \frac{P_0 R}{\operatorname{tg}(\alpha - \rho) - f} \quad (3)$$

Але через те, що величина  $R$  в процесі спрацювання муфти буде змінною, оскільки при виході з паза кулька, пружно деформуючи пружину, переміщується по посадочному отвору, то доцільно ввести у формулу (3) величину, яка б відображала зміну параметра  $R$ . Цією величиною є поточна деформація пружини  $\Delta_n$ , тоді  $R = R_0 - \Delta$ . Після відповідного вираження осьової сили через параметри пружного елемента, отримуємо наступне рівняння:

$$T = \frac{C(\Delta_0 + \Delta_n)(R_0 - \Delta_n)}{\operatorname{tg}(\alpha - \rho) - f} \quad (4)$$

де  $C$  — жорсткість пружини;

$\Delta_0$  — початкова (монтажна) деформація пружини;

$R_0$  — відстань від центра півмуфти до центра кульки при відсутності навантаження.

Також у процесі функціонування муфти відбувається зміна кута  $\alpha$ . Для отримання аналітичної залежності обчислення цього параметра, виразимо кут  $\alpha$  через конструктивні параметри елементів зачеплення згідно з розрахунковою схемою наведеного на рис.2а.

$$\cos \alpha = \frac{x_0 - x'}{r_k}$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{x_0 - x'}{r_k}\right) \quad (5)$$

де  $x_0$  — величина повороту півмуфти при якому відбудеться повне розімкнення контактуючих елементів;

$x'$  — поточна величина повороту півмуфти;

$r_k$  — радіус кульки.

Згідно з розрахунковою схемою повна величина повороту рівна:

$$x_0^2 + (r_k - h_n)^2 = r_k^2;$$

$$x_0 = \sqrt{h_n(2r_k - h_n)},$$

(6)

де  $h_{II}$  — глибина паза.

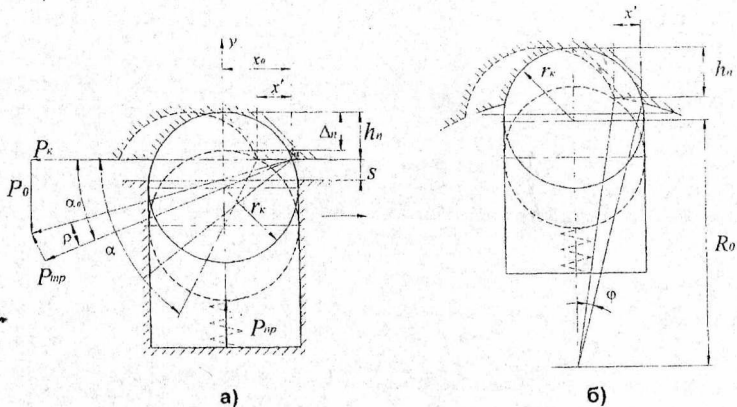


Рис.2 Розрахункова схема для визначення конструктивних параметрів пружної запобіжно-компенсуючої муфти

Величина поточного повороту півмуфти виражена через кут повороту  $\varphi$  згідно з розрахунковою схемою на рис.2б:

$$x' = \frac{\pi\varphi(R_0 + r_k - h_{II})}{180^\circ} \quad (7)$$

Складемо рівняння для визначення величини деформації пружини:

$$\begin{aligned} (x_0 - x')^2 + (r_k - (h_{II} - \Delta_{II}))^2 &= r_k^2, \\ \Delta_{II} &= r_k + h_{II} - \sqrt{r_k^2 - (x_0 - x')^2}. \end{aligned} \quad (8)$$

Шляхом підстановки рівнянь (6), (7) у (8) отримаємо залежність поточної деформації пружини від кута закручування півмуфти:

$$\Delta_{II} = r_k + h_{II} - \sqrt{r_k^2 - \left( \sqrt{h_{II}(2r_k - h_{II})} - \frac{\pi\varphi(R_0 + r_k - h_{II})}{180^\circ} \right)^2} \quad (9)$$

Після заміни відповідних символів в рівнянні (4) їхніми теоретичними залежностями, у зв'язку з громіздкістю кінцевої формули, обчислення доцільно та зручно проводити на ПЕОМ з використанням попередньо складених програм розрахунку.

Для комплексного аналізу впливу конструктивних параметрів еле-

ментів зачеплення на характер зміни крутного моменту  $T$  були побудовані графіки залежностей  $T = f(C, n, h_n, r_k, R)$  (рис.3) в наступних межах змінних параметрів:  $C = (2000 \dots 12000) \text{ Н/м}$ ,  $n = (3 \dots 8) \text{ шт.}$ ,  $h_n = (0,1 \dots 0,4) \text{ м}$ ,  $r_k = (0,004 \dots 0,01) \text{ м}$ ,  $R = (0,05 \dots 0,13) \text{ м}$ .

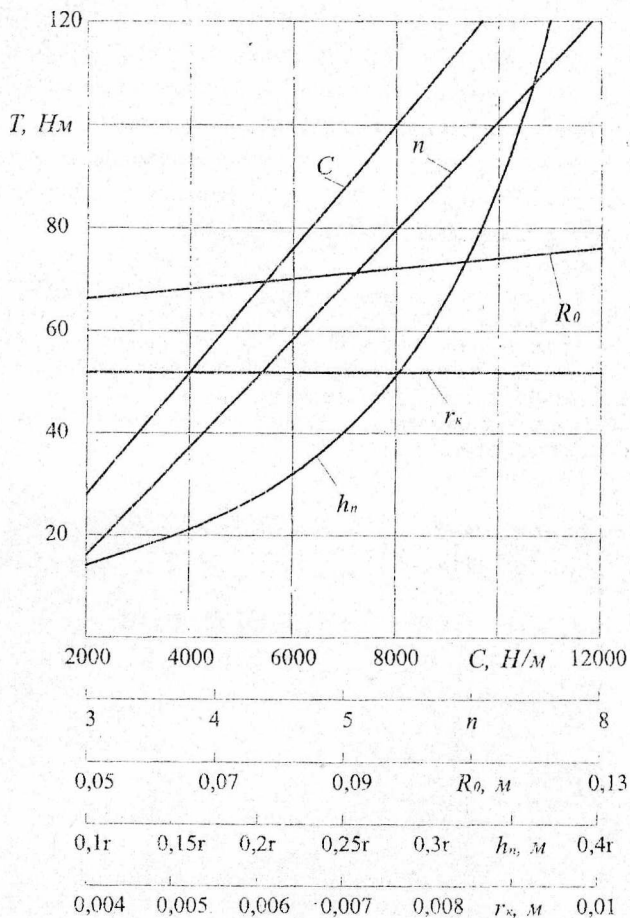


Рис. 3 Залежності зміни крутного моменту від геометричних параметрів муфти

З графічних залежностей видно, що найбільш суттєвий вплив на характер і рівень зростання величини крутного моменту має глибина паза, а збільшення жорсткості пружини прямолінійно впливає на зростання крутного моменту. Згідно з практичними дослідженнями було встановлено, що пристрої аналогічної конструкції нормально функціонують при передачі крутного моменту в межах 20...190 Нм, а дана конструкція пружної запобіжно-компенсуючої муфти була відпрацьована на технологічність, внаслідок чого вона є проста у виготовленні, може сприймати зміни навантаження, забезпечуючи при цьому відносно безшумність роботи і компенсацію можливих осьових, кутових та радіальних зміщень валів, що виникають при монтуванні елементів приводу сільськогосподарських машин.

#### ЛІТЕРАТУРА

- [1]. Пат. 43244А Україна МКИ F16D3/22. Запобіжно-компенсуюча муфта / Гупка Б.В., Комар Р.В.; Заявка - №2001042849; Заявл. 25.04.2001; Опубл. 15.11.2001, Бюл. №10;
- [2]. В.С.Поляков, И.Д.Барбаш, О.А.Ряховский. Справочник по муфтам. - Л.; Машиностроение, 1974 -352с.

УДК 621.9.048

### СТАН ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПРИ ОБРОБЦІ ТИСКОМ

*І.А.Дудніков,  
О.П.Ківшик,  
А.Г.Пасюта,  
О.В.Горбенко,  
А.А.Дудніков*

Структурний стан поверхневого шару в значною мірою визначається взаємодією робочого інструменту (пуансона) з оброблюваною поверхнею відновлюваних деталей. При взаємодії інструменту з оброблюваним матеріалом хвиля пластичного деформування охоплює не тільки контактуючий метал, а й метал, який розміщений