

умов експлуатації та технічного стану підшипників колінчастого валу доцільно проводити за допомогою програмного комплексу GT-SUITE.

### Література

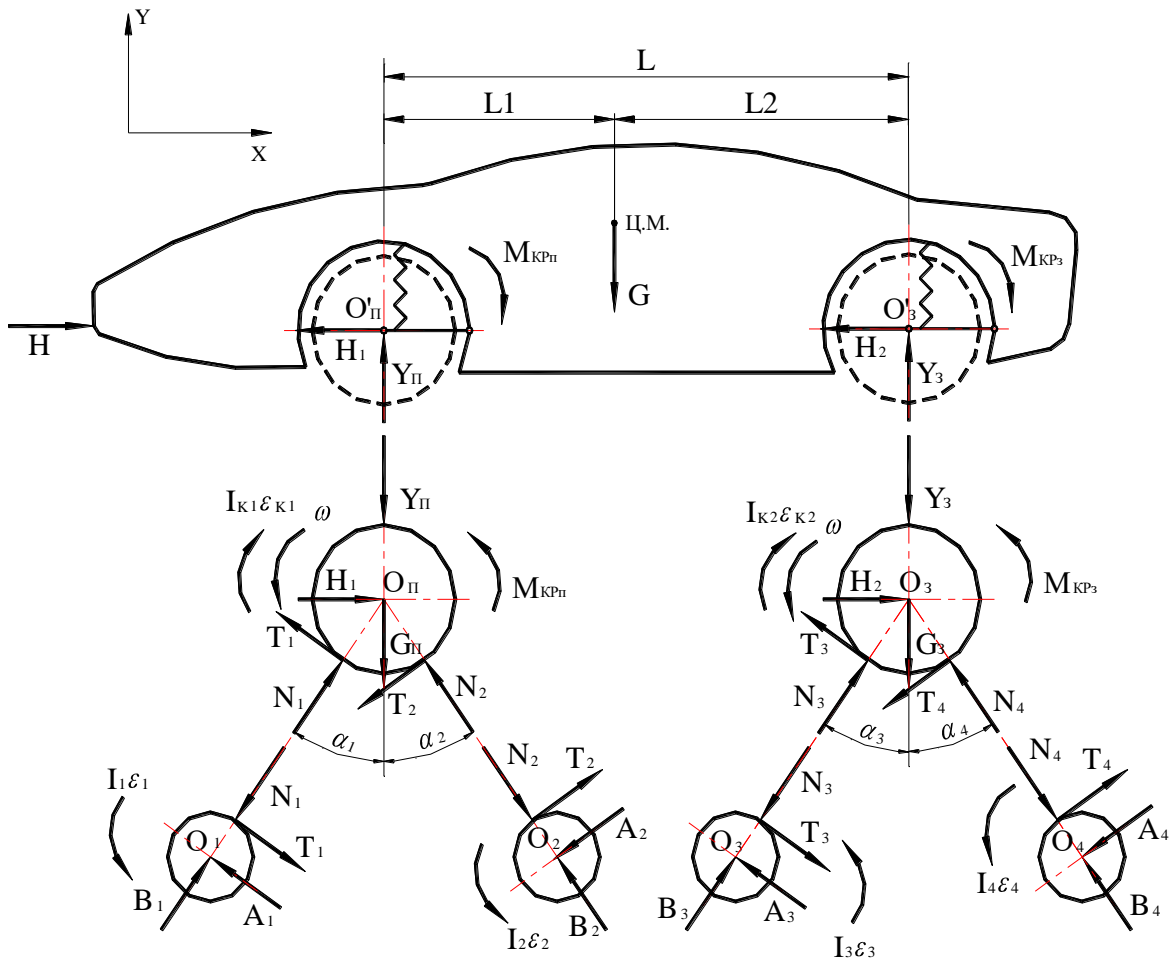
1. Гриценко, А. В. Диагностирование подшипников кривошипно-шатунного механизма двигателя внутреннего сгорания по параметрам пульсации давления в центральной масляной магистрали [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / А. В. Гриценко. — Челябинск: ЧГАУ, 2009.
2. Автомобильные двигатели под ред. М.С. Ховаха. М.: Машиностроение. 1977.- 591 с.
3. Manring, N.D. and Kasaragadda, S.B. The Theoretical Flow Ripple of an External Gear Pump, Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, Transactions of the ASME, vol. 125, 2003, 396-404.

Мармут Ігор Арнольдович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, [mia2005.62@ukr.net](mailto:mia2005.62@ukr.net)

### **СИЛОВА ВЗАЄМОДІЯ АВТОМОБІЛЯ З ПОВНООПОРНИМ СТЕНДОМ ПРИ ПЕРЕВІРЦІ В ТЯГОВОМУ РЕЖИМІ**

Найбільш підходящим засобом рішення завдання діагностування повнопривідних автомобілів є застосування модульного повноопорного інерційного роликового стенда [1].

Для визначення коефіцієнта використання навантаження при тягових випробуваннях автомобіля 4x4 необхідно зробити силовий аналіз системи «автомобіль-стенд». Розрахункова схема системи небагато відрізняється від схеми для гальмових випробувань і представлена на рисунку 1.



$M_{KP\Pi}$ ,  $M_{KP3}$  – крутні моменти на переднім і заднім колесах;  $G$ ,  $G_{\Pi}$ ,  $G_3$  – ваги кузова без переднього і заднього мостів і коліс, переднього і заднього мостів з колісми;  $H_1$ ,  $Y_{\Pi}$  – складові зусилля в передній підвісці;  $H_2$ ,  $Y_3$  – складові зусилля в задній підвісці;  $H$  – зусилля в кріпильному з'єднанні

Рисунок 1 – Схема сил у системі автомобіль-стенд при тягових випробуваннях автомобіля 4x4 на інерційному стенді зі зв'язком між роликами

Силова модель розглянутої системи, як і для гальмівних випробувань, повинна містити в собі рівняння рівноваги кузова і двох мостів і рівняння руху роликів і коліс [2].

Рівновага переднього колеса:

$$\Sigma X = -T_1 \cdot \cos \alpha_1 - T_2 \cdot \cos \alpha_2 + N_1 \cdot \sin \alpha_1 - N_2 \cdot \sin \alpha_2 + H_1 = 0, \quad (1)$$

$$\Sigma Y = T_1 \cdot \sin \alpha_1 - T_2 \cdot \sin \alpha_2 + N_1 \cdot \cos \alpha_1 + N_2 \cdot \cos \alpha_2 - (Y_{\Pi} + G_{\Pi}) = 0. \quad (2)$$

Рівновага заднього колеса:

$$\Sigma X = -T_3 \cdot \cos \alpha_3 - T_4 \cdot \cos \alpha_4 + N_3 \cdot \sin \alpha_3 - N_4 \cdot \sin \alpha_4 + H_2 = 0, \quad (3)$$

$$\Sigma Y = T_3 \cdot \sin \alpha_3 - T_4 \cdot \sin \alpha_4 + N_3 \cdot \cos \alpha_3 + N_4 \cdot \cos \alpha_4 - (Y_3 + G_3) = 0. \quad (4)$$

Рівновага кузова:

$$\Sigma X = -H_1 - H_2 + H = 0, \quad \Sigma Y = -G + Y_{\Pi} + Y_3 = 0 \quad (5)$$

$$\Sigma M_{O_3} = M_{KP\Pi} + M_{KP3} + Y_{\Pi} \cdot L - G \cdot L_2 = 0.$$

Рух передніх коліс:

$$-M_{KP\Pi} + I_{K1} \cdot \varepsilon_{K1} + (T_1 + T_2) = 0. \quad (6)$$

Рух задніх коліс:

$$-M_3 + I_{K2} \cdot \varepsilon_{K2} + (T_3 + T_4) = 0. \quad (7)$$

Рух барабанів:

$$\begin{aligned} -I_1 \cdot \varepsilon_1 + T_1 \cdot r &= 0, & -I_2 \cdot \varepsilon_2 + T_2 \cdot r &= 0, \\ -I_3 \cdot \varepsilon_3 + T_3 \cdot r &= 0, & -I_4 \cdot \varepsilon_4 + T_4 \cdot r &= 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Так само, як і при гальмових випробуваннях, система виявляється статично невизначеною через наявність зайвих невідомих – горизонтальних реакцій у підвісках обох осей  $H_1$  і  $H_2$ .

Перетворивши формули (8), одержимо:

$$T_1 = \frac{m_1 \cdot M_{KP\Pi}}{m_{C1} \cdot R}, \quad T_2 = \frac{m_2 \cdot M_{KP\Pi}}{m_{C1} \cdot R}, \quad T_3 = \frac{m_3 \cdot M_{KP3}}{m_{C2} \cdot R}, \quad T_4 = \frac{m_4 \cdot M_{KP3}}{m_{C2} \cdot R}. \quad (9)$$

Знаходження горизонтальних реакцій  $H_1$  і  $H_2$  виконується аналогічно гальмівним випробуванням:

$$H_1 = h_1 \cdot M_{KP\Pi}; \quad H_2 = h_2 \cdot M_{KP3}. \quad (10)$$

Вертикальні зусилля в передній і задній підвісках:

$$Y_{\Pi} = \frac{G \cdot L_2 - (M_{KP\Pi} + M_{KP3})}{L}; \quad Y_3 = \frac{G \cdot L_1 + (M_{KP\Pi} + M_{KP3})}{L}. \quad (11)$$

Повні навантаження на колеса:

$$G_{K\Pi} = Y_{\Pi} + G_{\Pi} = G_{\Pi CT} - \frac{M_{KP\Pi} + M_{KP3}}{L}; \quad G_{3\Pi} = Y_3 + G_3 = G_{3CT} + \frac{M_{KP\Pi} + M_{KP3}}{L}. \quad (12)$$

Радіальні реакції  $N_1, N_2, N_3, N_4$  при тягових випробуваннях визначаємо зі спільного рішення пар рівнянь (1) і (2), (3) і (2.4):

$$N_1 = \frac{M_{KP\Pi} \cdot \left[ \frac{-h_1}{\operatorname{tg}\alpha_2} + \frac{m_1 \cdot (\cos\alpha_1 \cdot \cos\alpha_2 - \sin\alpha_1 \cdot \sin\alpha_2) + m_2}{m_{C1} \cdot R \cdot \sin\alpha_2} \right] + G_{\Pi CT} - \frac{M_{KP\Pi} + M_{KP3}}{L}}{\cos\alpha_1 + \sin\alpha_1 \cdot \operatorname{ctg}\alpha_2}; \quad (13)$$

$$N_2 = \frac{M_{KP\Pi} \cdot \left[ \frac{h_1}{\operatorname{tg}\alpha_1} - \frac{m_1 + m_2 \cdot (\cos\alpha_1 \cdot \cos\alpha_2 - \sin\alpha_1 \cdot \sin\alpha_2)}{m_{C1} \cdot R \cdot \sin\alpha_1} \right] + G_{\Pi CT} - \frac{M_{KP\Pi} + M_{KP3}}{L}}{\cos\alpha_2 + \sin\alpha_2 \cdot \operatorname{ctg}\alpha_1}; \quad (14)$$

$$N_3 = \frac{M_{KP3} \cdot \left[ \frac{-h_2}{\operatorname{tg}\alpha_4} + \frac{m_3 \cdot (\cos\alpha_3 \cdot \cos\alpha_4 - \sin\alpha_3 \cdot \sin\alpha_4) + m_4}{m_{C2} \cdot R \cdot \sin\alpha_4} \right] + G_{3CT} + \frac{M_{KP\Pi} + M_{KP3}}{L}}{\cos\alpha_3 + \sin\alpha_3 \cdot \operatorname{ctg}\alpha_4}; \quad (15)$$

$$N_4 = \frac{M_{KP3} \cdot \left[ \frac{h_2}{\operatorname{tg}\alpha_3} - \frac{m_3 + m_4 \cdot (\cos\alpha_3 \cdot \cos\alpha_4 - \sin\alpha_3 \cdot \sin\alpha_4)}{m_{C2} \cdot R \cdot \sin\alpha_3} \right] + G_{3CT} + \frac{M_{KP\Pi} + M_{KP3}}{L}}{\cos\alpha_4 + \sin\alpha_4 \cdot \operatorname{ctg}\alpha_3}. \quad (16)$$

Для симетричної схеми ( $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ ,  $\alpha_3 = \alpha_4 = \alpha$ ) ці ж вираження будуть мати вид:

$$N_1 = \frac{M_{KP\Pi} \cdot \left[ \frac{-h_1}{\operatorname{tg}\alpha'} + \frac{m_1 \cdot \cos 2 \cdot \alpha' + m_2}{m_{C1} \cdot R \cdot \sin \alpha'} \right] + G_{\text{ПСТ}} - \frac{M_{KP\Pi} + M_{KP3}}{L}}{2 \cdot \cos \alpha'}; \quad (17)$$

$$N_2 = \frac{M_{KP\Pi} \cdot \left[ \frac{h_1}{\operatorname{tg}\alpha'} - \frac{m_1 + m_2 \cdot \cos 2 \cdot \alpha'}{m_{C1} \cdot R \cdot \sin \alpha'} \right] + G_{\text{ПСТ}} - \frac{M_{KP\Pi} + M_{KP3}}{L}}{2 \cdot \cos \alpha'}; \quad (18)$$

$$N_3 = \frac{M_{KP3} \cdot \left[ \frac{-h_2}{\operatorname{tg}\alpha''} + \frac{m_3 \cdot \cos 2 \cdot \alpha'' + m_4}{m_{C2} \cdot R \cdot \sin \alpha''} \right] + G_{3\text{СТ}} + \frac{M_{KP\Pi} + M_{KP3}}{L}}{2 \cdot \cos \alpha''}; \quad (19)$$

$$N_4 = \frac{M_{KP3} \cdot \left[ \frac{h_2}{\operatorname{tg}\alpha''} - \frac{m_3 + m_4 \cdot \cos 2 \cdot \alpha''}{m_{C2} \cdot R \cdot \sin \alpha''} \right] + G_{3\text{СТ}} + \frac{M_{KP\Pi} + M_{KP3}}{L}}{2 \cdot \cos \alpha''}. \quad (20)$$

## Література

1. Ковинько В.И., Игнатченко К.Е. Компьютерно-экспертный метод диагностирования тормозных АБС // Автомобильный транспорт. – Х.: РИО ХНАДУ / Сб. науч. тр. – 2001. – вып.13. – С. 43-49.

2. Рабинович Э.Х. Исследование и совершенствование методов и средств стендовой проверки автомобильных тормозов: Дис... канд. техн. наук: 05.22.10. – Харьков, 1981. – 229 с.

Мастепан Микола Антонович, к.т.н., доцент, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, [mastepanma@gmail.com](mailto:mastepanma@gmail.com)

Кузьміна Вікторія Павлівна, асистент, Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Максимов Олександр Максимович, магістр, Донбаська національна академія будівництва і архітектури

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ПІДПРИЄМСТВА АВТОСЕРВІСУ ДОСЛІДЖЕННЯМ РИНКУ ПОСЛУГ

Значна конкуренція на ринку послуг автосервісу, низький рівень методичного забезпечення його вивчення обумовили незадовільний стан багатьох підприємств галузі. Оптимальна система управління повинна базуватись на інформації про ринок послуг. Зазначене є запорукою ефективного функціонування і розвитку виробничого процесу підприємства та підвищення якості технічного обслуговування (ТО) і ремонту автомобілів.

Планування підсистем управління процесами ТО та ремонту автомобілів на основі інформації про ринок послуг призведе до суттєвої економії матеріальних і енергетичних ресурсів, підвищення якості виконання робіт на підприємстві.