

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КРУТЯЩИХ МОМЕНТОВ МЕЖДУ МОСТАМИ ПОЛНОПРИВОДНОГО ТРАКТОРА

Распределение крутящих моментов между мостами полноприводного трактора в процессе его движения определяет прочностные возможности привода и тяговые качества трактора.

Рассмотрим, как распределяются крутящие моменты между мостами трактора 4 x 4 с блокированной межосевой связью при работе на деформируемой опорной поверхности. Схема сил и моментов, действующих на движущийся с кривой нагрузкой трактор, приведена на рис. 1.

Для анализа распределения крутящих моментов по осям воспользуемся приведенными радиусами качения мостов в ведомом режиме и приведенными коэффициентами тангенциальной жесткости шин мостов [1].

Движение трактора принимаем установившимся.

Рассматривая баланс сил, действующих на трактор при его движении, можно записать

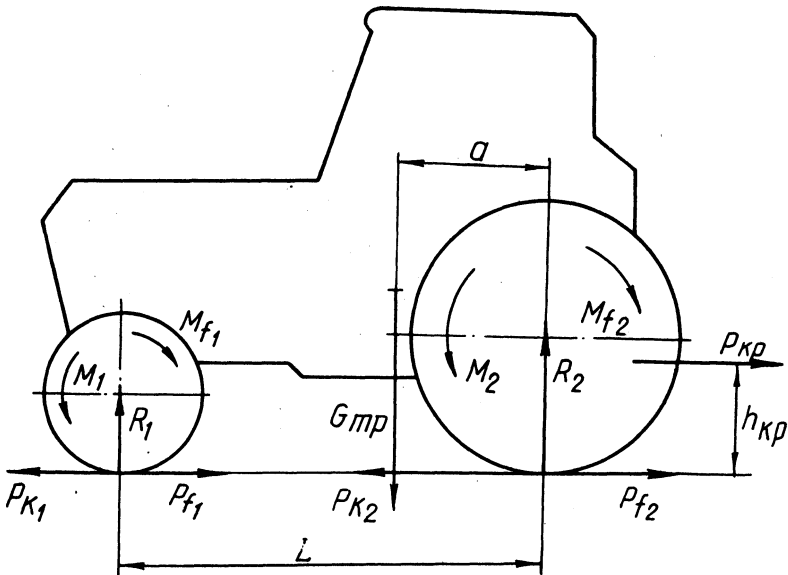


Рис. 1. Схема сил и моментов, действующих на движущийся полноприводный трактор.

$$P_{к_1} + P_{к_2} = P_f + P_{кр}, \quad (1)$$

где $P_{к_1}$, $P_{к_2}$ — касательная сила тяги, развиваемая колесами передней и задней ведущих осей; $P_{кр}$ — крюковая нагрузка; $P_f = P_{f_1} + P_{f_2}$ — сила сопротивления перекачиванию трактора.

В выражении (1) силы $P_{к_1}$ и $P_{к_2}$ можно выразить, как

$$P_{к_1} = \frac{M_1}{r_1^0}; \quad P_{к_2} = \frac{M_2}{r_2^0}, \quad (2)$$

где M_1 , M_2 — крутящие моменты, развиваемые колесами передней и задней ведущих осей; r_1^0 , r_2^0 — приведенные радиусы качения в ведомом режиме колес переднего и заднего мостов.

Тогда

$$\frac{M_1}{r_1^0} + \frac{M_2}{r_2^0} = P_f + P_{кр}. \quad (3)$$

Так как действительная скорость движения обеих осей одинакова, то можно записать условие равенства действительных скоростей переднего и заднего мостов: $v_1 = v_2$.

Действительные скорости движения можно выразить через угловые скорости вращения колес ω , текущие значения радиусов качения колес r и буксование мостов δ .

$$\omega_1 r_1 (1 - \delta_1) = \omega_2 r_2 (1 - \delta_2). \quad (4)$$

Текущие значения радиусов качения колес моста с учетом их тангенциальной и радиальной деформации можно выразить, как

$$\begin{aligned} r_1 &= r_1^0 - \lambda_1 M_1 + \xi_1 \Delta G; \\ r_2 &= r_2^0 - \lambda_2 M_2 - \xi_2 \Delta G, \end{aligned} \quad (5)$$

где λ_1 , λ_2 — приведенные коэффициенты тангенциальной жесткости шин переднего и заднего мостов; ξ_1 , ξ_2 —

приведенные коэффициенты радиальной жесткости шин переднего и заднего мостов; ΔG — величина разгрузки переднего и догрузки заднего мостов, возникающая при приложении кривоковой нагрузки.

Подставляя формулу (5) в выражение (4), получаем

$$\omega_1 (r_1^0 - \lambda_1 M_1 + \xi_1 \Delta G_1) (1 - \delta_1) = \omega_2 (r_2^0 - \lambda_2 M_2 - \xi_2 \Delta G_2) \times (1 - \delta_2). \quad (6)$$

Используя выражение (6) и (3), можно найти значения моментов, развиваемых колесами переднего и заднего ведущих мостов:

$$M_1 = \frac{\omega_1 (1 - \delta_1) (r_1^0 + \xi_1 \Delta G) - \omega_2 (1 - \delta_2) [r_2^0 - \lambda_2 r_2^0 (P_f + P_{kp}) - \xi_2 \Delta G]}{\lambda_1 \omega_1 (1 - \delta_1) + \lambda_2 \omega_2 \frac{r_2^0}{r_1^0} (1 - \delta_2)};$$

$$M_2 = \frac{\omega_2 (1 - \delta_2) (r_2^0 - \xi_2 \Delta G) - \omega_1 (1 - \delta_1) \times \left[r_1^0 - \lambda_1 \frac{r_1^0}{r_2^0} (1 - \delta_1) + \xi_1 \Delta G \right]}{\lambda_1 \omega_1 \frac{r_1^0}{r_2^0} (1 - \delta_1) + \lambda_2 \omega_2 (1 - \delta_2)} \quad (7)$$

В случае блокированной межосевой связи между величинами ω_1 и ω_2 существует следующая зависимость:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{i_2}{i_1}, \quad (8)$$

где i_1, i_2 — передаточные числа силового привода колес переднего и заднего мостов.

Разделив правые части выражений (7) на ω_1 или ω_2 и выразив получившиеся отношения угловых скоростей через отношения передаточных чисел, получаем:

$$M_1 = \frac{(1 - \delta_1) (r_1^0 + \xi_1 \Delta G) - \frac{i_1}{i_2} (1 - \delta_2) [r_2^0 - \lambda_2 r_2^0 (P_f + P_{kp}) - \xi_2 \Delta G]}{\lambda_1 r_1^0 (1 - \delta_1) + \lambda_2 r_2^0 \frac{i_1}{i_2} (1 - \delta_2)} r_1^0,$$

$$M_2 = \frac{(1 - \delta_2)(r_2^0 - \xi_2 \Delta G) - \frac{i_2}{i_1}(1 - \delta_1) \left[r_1^0 - \lambda_1 r_1^0 (P_f + P_{кр}) + \xi_1 \Delta G \right]}{\lambda_2 r_2^0 (1 - \delta_2) + \lambda_1 r_1^0 \frac{i_1}{i_2} (1 - \delta_1)} r_2^0 \quad (9)$$

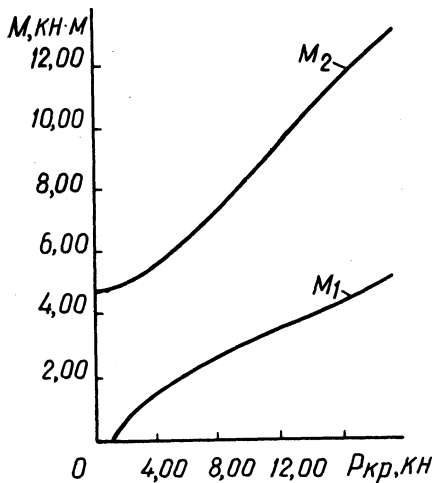


Рис. 2. Распределение крутящих моментов между мостами трактора 4x4 в зависимости от крюковой нагрузки.

Выражения (9) показывают, что момент, развиваемый мостом, определяется конструктивными параметрами машин (i_1 , i_2 , a , h , L , $h_{кр}$ и т.д.), свойствами шины и опорной поверхности (δ_1 , δ_2 , r_1^0 , r_2^0 , λ_1 , λ_2 , ξ_1 , ξ_2 , P_f), величиной крюковой нагрузки и типом межосевого привода (соотношение между δ_1 и δ_2 определяется типом привода).

На рис. 2 представлены графические зависимости величин крутящих моментов на колесах переднего и заднего мостов от крюковой нагрузки, построенные по формулам (9). Расчеты выполнены для трактора со следующими параметрами: $G_{тр} = 37,00$ кН, $R_{1ст} = 14,000$ кН, $L = 2,450$ м, $a = 0,927$ м, $f = 0,1$ (фон стерня), $h_{кр}^0 = 0,450$ м, $r_1^0 = 0,450$ м, $r_2^0 = 0,740$ м. Значения коэффициентов тангенциальной и радиальной жесткости шин взяты по данным испытаний УНИИМЭСХ и БПИ.

Л и т е р а т у р а

1. Бочаров Н.Ф. и др. Распределение крутящих моментов в трансмиссии многоприводных автомобилей на пневмокатках. — "Автомобильная промышленность", 1965, №2.