

В грунтах даже средней прочности вследствие достаточной площади основания наблюдается медленное накопление осадок фундамента. Опасность однако, представляет не величина осадок, а неравномерность их распределения, которая связана с тем, что при существующей форме фундамента АЦ-ЗС происходит его эксцентричное загрузеение, вызывающее крен и ухудшающее качество раскряжевки ("косой рез"). Для устранения наблюдаемых недостатков рационально, на наш взгляд, изменение формы фундамента так, чтобы эксцентричные нагрузки были сведены до минимума.

УДК 629.114.2

А.Х.ЛЕФАРОВ, докт.техн.наук,
С.И.СТРИГУНОВ, инженер
(БПИ)

ПОТЕРИ МОЩНОСТИ ТРАКТОРА ТИПА 4x4 ПРИ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ СИЛОЙ ТЯГИ И БУКСОВАНИЕМ

При движении машины имеют место затраты мощности на преодоление сопротивления дороги (силовые потери) и на тангенциальную деформацию шин и грунта (скоростные потери). Силовые потери мощности при определенных условиях работы (постоянные эксплуатационный вес и скорость движения) можно считать постоянными и не зависящими от распределения тяговой нагрузки по ведущим мостам. Скоростные же потери мощности, оцениваемые кпд η_{δ} , зависят не только от тяговой нагрузки машины, но и от ее распределения по ведущим мостам.

Рассмотрим методику определения кпд η_{δ} для трактора с двумя ведущими мостами при нелинейной зависимости между касательной силой тяги и буксованием для каждого моста. Эта зависимость, полученная опытным путем, наилучшим образом аппроксимируется экспоненциальным законом [1]. Для ведения расчетов более удобно пользоваться безразмерной величиной φ_p представляющей собой отношение касательной силы тяги колес к их сцепному весу. Учитывая изложенное, можно записать

$$\varphi_{p1} = \varphi_1 (1 - e^{-K_1 \delta_1}); \quad (1)$$

$$\varphi_{p2} = \varphi_2 (1 - e^{-K_2 \delta_2}),$$

где $\varphi_{p1}, \varphi_{p2}$ — реализуемые коэффициенты использования сцепного веса колес переднего и заднего мостов; δ_1, δ_2 — буксования колес переднего и заднего мостов; $\varphi_1, K_1, \varphi_2, K_2$ — постоянные эмпирические коэффициенты.

Известно, что при наличии кинематического несоответствия m в блокированном межосевом приводе между буксованиями переднего и заднего

мостов δ_1 и δ_2 при забегающих колесах заднего моста существует зависимость [2]:

$$\delta_1 = \frac{\delta_2 - m}{1 - m}; \quad m = \frac{V_{T2} - V_{T1}}{V_{T2}},$$

где V_{T1} , V_{T2} — теоретические расчетные скорости по переднему и заднему мостам.

После этого представляется возможным решить задачу о распределении тяговой нагрузки между мостами с учетом влияния крюковой нагрузки:

$$P_{K1} \approx \varphi_{p1} \left(G_{1 \text{ ст}} - P_{Kc} \frac{h_{Kp}}{L} \right);$$

$$P_{K2} \approx \varphi_{p2} \left(G_{2 \text{ ст}} + P_{Kc} \frac{h_{Kp}}{L} \right); \quad (2)$$

$$P_{Kc} = P_{K1} + P_{K2} = \frac{\varphi_{p1} G_{1 \text{ ст}} + \varphi_{p2} G_{2 \text{ ст}}}{1 - (\varphi_{p2} - \varphi_{p1}) \frac{h_{Kp}}{L}},$$

где P_{K1} , P_{K2} , P_{Kc} — касательные силы тяги переднего и заднего мостов и трактора в целом; $G_{1 \text{ ст}}$, $G_{2 \text{ ст}}$ — статические веса, приходящиеся на передний и задний мосты; h_{Kp} , L — высота приложения крюковой нагрузки и продольная база трактора.

В выражениях для P_{K1} и P_{K2} в поправочном слагаемом проставлено значение P_{Kc} вместо P_{Kp} . Это значительно упрощает расчеты, а ошибки при определении P_{Kc} по формуле (2) не превышает 1–2%.

Кпд η_δ можно представить как:

$$\eta_\delta = \frac{N_K - N_{\delta_1} - N_{\delta_2}}{N_K} = 1 - \frac{N_{\delta_1} + N_{\delta_2}}{N_K} = 1 - \delta_N, \quad (3)$$

где N_K — мощность, подводимая к колесам; N_{δ_1} , N_{δ_2} — мощность, теряемая на буксование переднего и заднего мостов; δ_N — условный коэффициент, отражающий фактические потери мощности на буксование трактора.

Подставив в (3) значения входящих в него величин, можно получить выражение для определения кпд η_δ в общем случае, т.е. когда не равны буксования δ_1 и δ_2 и неодинаковы сцепные условия мостов:

$$\eta_\delta = 1 - \frac{(1-m)\delta_1 P_{K1} + \delta_2 P_{K2}}{(1-\delta_2)P_{Kc} + (1-m)\delta_1 P_{K1} + \delta_2 P_{K2}} = 1 - \delta_N. \quad (4)$$

Как известно, для тракторов с одним или с двумя ведущими мостами при отсутствии кинематического несоответствия величина δ отражает одно-

временно потери мощности и величину снижения скорости. В тракторах типа 4х4 при наличии кинематического несоответствия между мостами величина δ_N в уравнении (4) отражает потери мощности, но не отражает величину снижения скорости, так как для такого трактора неприменимо понятие теоретическая скорость.

Потери скорости от буксования можно оценить коэффициентом изменения скорости η_v :

$$\eta_v = \frac{V}{V_T}$$

где V — фактическая скорость движения трактора; V_T — теоретическая скорость движения забегающего моста.

Подставляя в уравнение (2) значения φ_{p1} и φ_{p2} из (1) и имея в виду зависимости между буксованиями и скоростями движения, можно получить формулу зависимости между η_v и $P_{кc}$:

$$P_{кc} = \frac{\varphi_1 G_1 c_T [1 - e^{k_1 (\frac{\eta_v}{1-m} - 1)}] + \varphi_2 G_2 c_T [1 - e^{K_2 [\eta_v - 1]}]}{1 - \{ \varphi_2 [1 - e^{K_2 (\eta_v - 1)}] - \varphi_1 [1 - e^{K_1 (\frac{\eta_v}{1-m} - 1)}] \} \frac{h_{кp}}{L}} \quad (5)$$

После установления этой зависимости становится известной и фактическая скорость движения трактора V .

Абсолютное значение мощности N_δ можно определить следующим образом:

$$N_\delta = \frac{V_T^2}{270} (P_{кc} \delta_2 - P_{к1} m). \quad (6)$$

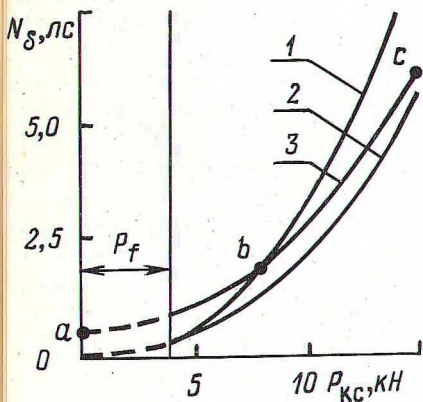


Рис. 1. График изменения потерь мощности N_δ .

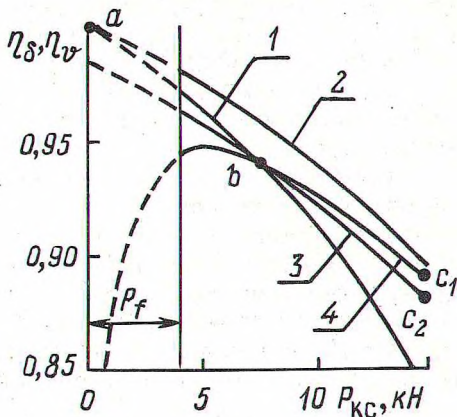


Рис. 2. График изменения КПД буксования η_δ и коэффициента изменения скорости η_v .

По зависимостям (4), (5), (6) проведен расчет для трактора МТЗ-82 при его работе на слежавшейся пахоте легкого суглинка при следующих исходных данных: $h_{кр} = 0,48$ м; $L = 2,45$ м; $G_{1 ст} = 12,9$ кН; $G_{2 ст} = 24,0$ кН; $K_1 = 6,3$; $K_2 = 9,3$; $\varphi_1 = 0,65$; $\varphi_2 = 0,71$; $V_{T2} = 2,8$ м/с.

На рис. 1 приведен расчетный график потерь мощности на буксование N_{δ} в зависимости от суммарной касательной силы тяги $P_{кc}$ для трех схем межосевого привода; кривая 1 — при работе одного заднего ведущего моста; кривая 2 — при работе двух мостов и $m = 0$; кривая 3 — при работе двух мостов и $m = 0,06$. Из графика следует, что наименьшие затраты мощности на буксование будут соответствовать работе трактора по схеме 4x4 и $m = 0$ (кривая 2). У трактора 4x4 с $m \neq 0$ по сравнению с трактором с одним ведущим мостом величина N_{δ} будет меньше, когда касательные силы тяги мостов одинаковых знаков. (участок bc, кривая 3), и больше, когда эти силы разных знаков (участок ab, кривая 3).

На рис. 2 представлены расчетные графики кпд η_{δ} и коэффициента изменения скорости движения η_v в зависимости от суммарной касательной силы тяги трактора и схемы межосевого привода. Кривые 1 и 2 отражают η_{δ} и η_v для трактора с одним ведущим мостом (кривая 1) и с двумя ведущими мостами при $m = 0$ (кривая 2). Кривая 3 отражает протекание коэффициента η_v , а кривая 4 — кпд η_{δ} для трактора с двумя ведущими мостами и $m = 0,06$. Для этого трактора значения η_v и η_{δ} совпадают только в одной точке b, когда сила тяги переднего моста равна нулю. Правее точки b, когда силы тяги обоих мостов имеют одинаковые знаки, величина η_{δ} превышает величину η_v , что говорит о более благоприятном протекании кпд η_{δ} при повышенных тяговых нагрузках. Левее точки b, когда касательная сила тяги переднего моста отрицательна, величина η_{δ} меньше величины η_v . Такой режим работы можно исключить с помощью межмостовой муфты свободного хода. Тогда значения кпд η_{δ} будут характеризоваться кривой abc₁, а значения коэффициента изменения скорости η_v — кривой abc₂. При работе трактора на твердых почвах точка b смещается вправо по графику, а на мягких почвах влево.

Следует отметить, что графики рис. 1 и 2 отражают теоретические зависимости. Реально, однако, движение трактора будет только в том случае, когда $P_{кc} \geq P_f$

Таким образом, при наличии кинематического несоответствия в блокированном приводе трактора 4x4 затраты мощности на буксование следует оценивать по кпд η_{δ} , а потери скорости — коэффициентом изменения скорости η_v . Затраты мощности N_{δ} в этом случае нельзя определить опытным путем по изменению скорости движения. Однако это можно сделать аналитически по выражению (6), зная закон распределения тяговой нагрузки по мостам. Фактическую скорость движения трактора можно определить экспериментально и аналитически по коэффициенту изменения скорости η_v .

ЛИТЕРАТУРА

1. G u s k o v V.V. Making the 4 w.d. more competetive. — J.Farm machine Engeneering, Dec. England, 1968. 2. Ч у д а к о в Д.А. Тяговая динамика и мощностной баланс тракторов с четырьмя ведущими колесами. — В сб.: науч.трудов БИМСХ. Минск, 1960, вып. 2.