

Установить пределы времени включения муфты сцепления, в частности для трактора класса 1,4, можно, проанализировав зависимости на рис. 3, полученные на основании обработки результатов большого объема экспериментальных данных и изображающие изменения работы L и мощности N буксования муфты сцепления и передаваемого ею момента M в функции времени включения. Анализ кривых показывает, что при времени включения, меньшем 0,7—1,2 с, работа муфты сцепления характеризуется резким возрастанием мощности буксования и передаваемого момента. В то же время работа буксования относительно невелика. Включение муфты с временем, большим указанного предела, характеризуется практически неизменными значениями мощности буксования и передаваемого момента. Между тем работа буксования в этом случае интенсивно возрастает.

Таким образом, полученные данные позволяют сделать следующие выводы. Для повышения надежности и долговечности элементов трансмиссии трактора привод муфты сцепления должен обеспечить ее включение за строго определенное время в процессе всего срока эксплуатации трактора.

Для трактора класса 1,4 рациональное время включения муфты сцепления лежит в пределах 0,7—1,2 с.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ксенович И.П., Солонский А.С., Войчинский С.М. Проектирование универсально-пропашных тракторов. — Минск: Наука и техника, 1980. — 320 с. 2. Скуртул А.И. Торможение эластичного колеса на криволинейном участке пути. — В кн.: Автотракторостроение. Автоматические системы управления мобильными машинами. — Минск: Выш. шк., 1979, вып. 12, с. 63—67.

УДК 629.114.2

С.И. СТРИГУНОВ (БПИ)

РАСЧЕТ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАКТОРА 4x4 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ ПРИВОДОМ

Исходным условием при расчетах производительности и мощностного баланса колесного трактора в агрегате с сельскохозяйственной машиной или орудием является установление его действительной скорости движения v . Значение v для трактора с одним ведущим мостом несложно определить по теоретической скорости движения и буксованию этого моста [1]. Для трактора с двумя ведущими мостами действительную скорость движения обычно определяют через теоретическую скорость и буксование одного из ведущих мостов по известному уравнению [2]:

$$v = v_{T1} (1 - \delta_1) = v_{T2} (1 - \delta_2), \quad (1)$$

где v_{T1} , δ_1 и v_{T2} , δ_2 — теоретическая скорость движения и буксования соответственно переднего и заднего ведущих мостов.

Однако при дифференциальном межосевом приводе, в отличие от заблокированного межосевого привода, значения теоретических скоростей ведущих мостов не постоянны и зависят от условий работы трактора. В этом случае определение v по уравнению (1) представляет некоторые неудобства.

Рассмотрим закономерности изменения буксования и действительной скорости движения трактора 4x4 с дифференциальным межосевым приводом в зависимости от двух основных параметров — суммарной касательной силы тяги трактора P_{Kc} и передаточного числа межосевого дифференциала i_d .

Известна связь между угловыми скоростями корпуса ω_0 , переднего ω_1 и заднего ω_2 приводных валов несимметричного межосевого дифференциала [2]:

$$\omega_0 = \frac{\omega_1 + i_d \omega_2}{1 + i_d}. \quad (2)$$

Для трактора 4x4 с различными размерами колес выражения для теоретических скоростей ведущих мостов имеют вид:

$$v_{T1} = \frac{\omega_1 r_{K1}^0}{i_1}; \quad v_{T2} = \frac{\omega_2 r_{K2}^0}{i_2}, \quad (3)$$

где i_1 , i_2 — передаточные числа шестерен трансмиссии, соединяющих приводные валы межосевого дифференциала с колесами переднего и заднего ведущих мостов; r_{K1}^0 и r_{K2}^0 — радиусы качения колес переднего и заднего ведущих мостов в ведомом режиме на твердой опорной поверхности.

При отсутствии дифференциального эффекта $\omega_1 = \omega_2 = \omega_0$. Тогда из выражения (3) можно получить формулу для определения теоретической скорости трактора 4x4, т.е. скорости, при которой отсутствуют буксования ведущих мостов:

$$v_{T0} = \frac{\omega_0 r_{K1}^0}{i_1} = \frac{\omega_0 r_{K2}^0}{i_2}. \quad (4)$$

Буксование в целом трактора 4x4 с дифференциальным межосевым приводом, отражающее одновременно потери мощности на буксование и изменение действительной скорости движения, определяется выражением [3]

$$\delta = \frac{v_{T0} - v}{v_{T0}}. \quad (5)$$

Решив совместно (1)–(4) последовательно относительно ω_1 и ω_2 , получим:

$$\omega_1 = \frac{\omega_0 (1+i_d) (1-\delta_2)}{1+\delta_2+i_d(1-\delta_1)}; \quad \omega_2 = \frac{\omega_0 (1+i_d) (1-\delta_1)}{1+\delta_d+i_d(1-\delta_1)}.$$

Подставив полученные значения ω_1 и ω_2 в выражения (3) и (5), определим взаимосвязь между скоростями движения и буксованиями ведущих мостов:

$$v_{\tau 1} = v_{\tau 0} \frac{(1+i_d) (1-\delta_2)}{1+\delta_2+i_d(1-\delta_1)}; \quad v_{\tau 2} = v_{\tau 0} \frac{(1+i_d) (1-\delta_1)}{1+\delta_d+i_d(1-\delta_1)}; \quad (6)$$

$$v = v_{\tau 0} \frac{(1-\delta_1) (1-\delta_2)}{1 - \frac{\delta_1 + i_d \delta_2}{1+i_d}}. \quad (7)$$

Входящие в выражения (6) и (7) значения буксований ведущих мостов в зависимости от величины $P_{\text{кс}}$ можно представить в виде [3]:

$$\delta_1 = - \frac{1}{\kappa_1} \ln \left[1 - \frac{P_{\text{кс}}}{(1+i_d)G_1\varphi_1} \right]; \quad (8)$$

$$\delta_2 = - \frac{1}{\kappa_2} \ln \left[1 - \frac{i_d P_{\text{кс}}}{(1+i_d)G_1\varphi_1} \right],$$

где κ_1 , φ_1 и κ_2 , φ_2 — коэффициенты аппроксимации кривых буксования переднего и заднего ведущих мостов, зависящие от характеристик шин и грунта; G_1 и G_2 — сцепной вес переднего и заднего ведущих мостов, определяемый из уравнений движения трактора.

По уравнениям (5)–(8) выполнен ряд расчетов применительно к трактору МТЗ-142 с дифференциальным межосевым приводом в процессе его работы на поле под посев с тяговыми нагрузками $P_{\text{кс}} = 6$ кН и $P_{\text{кс}} = 16$ кН. При этом значения передаточных чисел межосевого дифференциала варьировались в интервале $0 < i_d < \infty$. Результаты расчетов буксований и скоростей движения трактора МТЗ-142 в функции i_d приведены на рис. 1 и 2. Для наглядности графиков по оси абсцисс отложен также масштабный коэффициент $\xi = i_d / (1+i_d)$.

Из рис. 1 следует, что с ростом значения i_d , т.е. с увеличением доли тяговой нагрузки заднего ведущего моста в общем тяговом балансе трактора МТЗ-142, буксование δ_2 увеличивается, а буксо-

вание δ_1 уменьшается как при $P_{\text{кc}} = 4$ кН, так и при $P_{\text{кc}} = 16$ кН, причем при большем значении тяговой нагрузки указанные изменения происходят более интенсивно. Буксование в целом трактора МТЗ-142 δ первоначально нелинейно убывает и при определенном $i_{\text{д}}$, соответствующем равенству буксований ведущих мостов, имеет минимальное значение. При дальнейшем увеличении $i_{\text{д}}$ буксование δ нелинейно возрастает. Левые и правые ветви кривых δ несимметричны относительно вертикальных осей, проходящих через их минимальные значения, что объясняется различием в размерах, весовых нагрузках и тяговых свойствах колес переднего и заднего ведущих мостов трактора МТЗ-142.

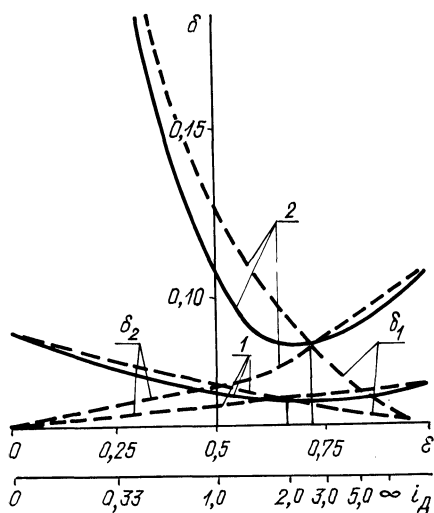


Рис. 1. Буксования ведущих мостов (— — —) и в целом трактора МТЗ-142 (—) в функции $i_{\text{д}}$. Поле под посев. 1 — $P_{\text{кc}} = 6$ кН. 2 — $P_{\text{кc}} = 16$ кН.

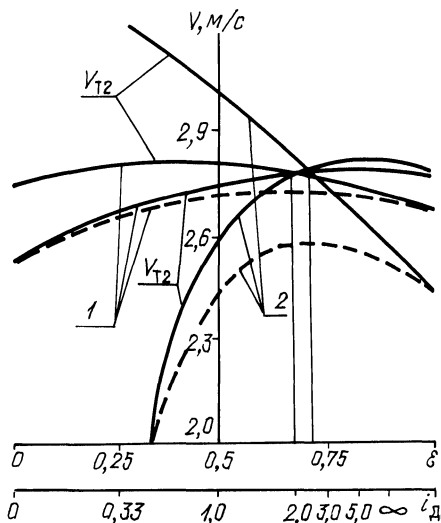


Рис. 2. Теоретические скорости ведущих мостов (—) и действительная скорость движения трактора МТЗ-142 (— — —) в функции $i_{\text{д}}$. Поле под посев. $V_{\text{т0}} = 2,78$ м/с. 1 — $P_{\text{кc}} = 6$ кН. 2 — $P_{\text{кc}} = 16$ кН.

Из рис. 2 следует, что теоретические скорости ведущих мостов рассматриваемого трактора изменяются при различных условиях его работы. Закономерности изменения теоретических скоростей и буксований ведущих мостов противоположны: v_{12} нелинейно увеличивается, а $v_{\text{т1}}$ нелинейно уменьшается в функции $i_{\text{д}}$. Действительная скорость движения с ростом величины $P_{\text{кc}}$ уменьшается, а с ростом $i_{\text{д}}$ первоначально нелинейно возрастает; при определенном (оптимальном) значении $i_{\text{д}}$ имеет максимум, а затем нелинейно

убывает. Оптимальные по критерию максимальной действительной скорости движения значения i_d соответствуют равенству буксовых и равенству теоретических скоростей движения ведущих мостов и увеличиваются с ростом $P_{кc}$. Так, при изменении $P_{кc}$ от 6 кН до 16 кН оптимальные значения i_d изменяются в интервале $2,04 \leq i_d \leq 2,39$.

Таким образом, установлено, что действительная скорость движения трактора 4x4 с дифференциальным межосевым приводом зависит как от суммарной касательной силы тяги трактора, так и от ее распределения по ведущим мостам (значения i_d). Максимальные значения v имеют место при равенстве буксовых и равенстве теоретических скоростей ведущих мостов. С целью обеспечения максимальной действительной скорости движения распределение касательных сил тяги по ведущим мостам трактора 4x4 с дифференциальным межосевым приводом необходимо регулировать в зависимости от тяговой нагрузки. Нами предложен один из возможных путей обеспечения указанного регулирования [4]

ЛИТЕРАТУРА

1. Львов Е.Д. Теория трактора. — М.: Машгиз, 1962. — 183 с. 2. Чудак о в Д.А. Тяговая динамика и мощностной баланс тракторов со всеми ведущими колесами. — В кн.: Сб. науч. тр. БИМСХ. Минск: Гос. изд-во БССР, 1960, вып. 2, с. 77. 3. Стригунов С.И., Лефоров А.Х. Потери на буксование машин типа 4x4 с дифференциальным приводом. — В кн.: Автотракторостроение: Теория и конструирование мобильных машин. Минск: Выш. шк., 1982, вып. 17, с. 73—77. 4. А. с. 901095 (СССР). Привод дополнительного моста транспортного средства/Стригунов С.И., Романчик Е.А., Лефоров А.Х. — Оpubл. в Б.И., 1982, № 4.

УДК 629.113—585.52(088—8)

В.Ф. ЧАБАН, канд.техн.наук (БПИ)

К РАЗРАБОТКЕ МОДЕЛИ ДИЗЕЛЯ С УЧЕТОМ РАСХОДА ТОПЛИВА

При выборе структурных схем и оптимизации параметров автоматических систем управления скоростными и нагрузочными режимами мобильных машин необходимым этапом является исследование их математических моделей на ЭВМ.

Из-за отсутствия до настоящего времени математического описания дизеля как объекта управления частотой вращения, которое бы позволяло моделировать его работу с учетом расхода топлива (удельного, циклового, часового или за время опыта), нельзя использовать в качестве критерия оценки эффективности применения систем управления, особенно в условиях дефицита горюче-смазочных материалов, такой важный параметр, как расход топлива.