

Л и т е р а т у р а

1. Ким В.А. Уравнения движения тракторного поезда для исследования устойчивости его движения по траектории. - В сб.: Автотракторостроение. - Минск, 1975, вып. 7. 2. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля. - М., 1971.

УДК 629.114.2.017

Н.В.Богдан, Г.П.Грибко, А.М.Расолько

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СООТНОШЕНИЯ МАСС ЗВЕНЬЕВ ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА НА КАЧЕСТВО ТОРМОЖЕНИЯ

Торможение колесных тракторов класса 9 . . . 14 кН прицепами, вес которых достигает до 120 кН, сопровождается взаимодействием звеньев поезда, вследствие чего в тягово-сцепных устройствах возникают знакопеременные силы. Взаимодействие звеньев тракторного поезда происходит по ряду причин, основные из которых: асинхронное торможение трактора и прицепов; отсутствие тормозных механизмов на передней оси трактора.

Результаты исследований показывают [1], что колебания усилий в тягово-сцепных устройствах наблюдаются только в начальный период торможения, а затем затухают и движение звеньев тракторного поезда приближается к стационарному. В этом случае усилия в тягово-сцепных устройствах трактора F_T и прицепов F_n равны

$$F_T = \frac{m_1 m_2 (\ddot{x}_2 - \ddot{x}_1) + m_1 m_3 (\ddot{x}_3 - \ddot{x}_1)}{m_1 + m_2 + m_3}; \quad (1)$$

$$F_n = \frac{m_1 m_3 (\ddot{x}_3 - \ddot{x}_1) + m_2 m_3 (\ddot{x}_3 - \ddot{x}_2)}{m_1 + m_2 + m_3},$$

где m_1 , m_2 , m_3 - приведенные массы трактора, первого и второго прицепов; \ddot{x}_1 , \ddot{x}_2 и \ddot{x}_3 - парциальные замедления трактора, первого и второго прицепов.

Если трактор агрегируется с прицепами, имеющими одинаковые конструктивные и весовые параметры, то при установившемся режиме торможения справедливы равенства $\ddot{x}_2 =$

$= \ddot{x}_3$; $m_2 = m_3$. Усилия в тягово-сцепных устройствах в этом случае имеют вид

$$F_T = \frac{2 \Delta \ddot{x} m_1 m_2}{m_1 + 2 m_2}; \quad F_{\Pi} = \frac{\Delta \ddot{x} m_1 m_2}{m_1 + 2 m_2}, \quad (2)$$

где $\Delta \ddot{x} = \ddot{x}_2 - \ddot{x}_1$ - разница парциальных замедлений прицепа и трактора.

Приведенные на рис. 1 графические зависимости усилий в тягово-сцепных устройствах от $\Delta \ddot{x}$ применительно к тракторному поезду, состоящему из трактора МТЗ-80 и двух прицепов 2ПТС-4, показывают, что разница парциальных замедлений звеньев тракторного поезда существенно влияет на величину усилий в тягово-сцепных устройствах. Так, при $\Delta \ddot{x} = 5 \text{ м/с}^2$, что соответствует торможению тракторного поезда только тормозами прицепов, усилие растяжения может достигнуть 14 кН, а прицепов - 7 кН.

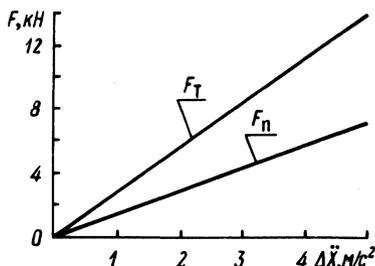


Рис. 1. Зависимость усилий в сцепках тракторного поезда от разности парциальных замедлений.

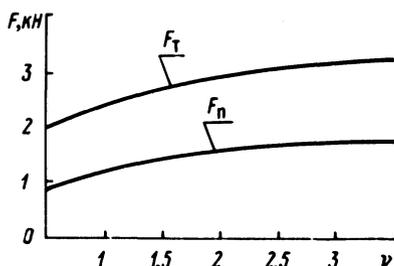


Рис. 2. Зависимость усилий в сцепках от соотношения масс трактора и прицепа.

При торможении поезда только трактором ($\Delta \ddot{x}$ находится в пределах $3 \dots 4 \text{ м/с}^2$) усилие сжатия в сцепных устройствах трактора будет 10 кН, а прицепов - 5 кН.

На величину усилий в тягово-сцепных устройствах влияет также соотношение масс трактора и прицепа

$$F_T = \frac{2 \Delta \ddot{x} \nu}{1 - 2 \nu} m_1; \quad F_{\Pi} = \frac{\Delta \ddot{x} \nu}{1 - 2 \nu} m_1, \quad (3)$$

где $\nu = m_2 / m_1$ - коэффициент соотношения масс прицепа и трактора.

На основе расчетов выражений (3) построены графические зависимости (рис. 2), которые показывают, что при $\Delta \ddot{x} = 1 \text{ м/с}^2$ увеличение ν от 0,5 до 3,5, т.е. в пределах, возможных при эксплуатации тракторного поезда, приводит к возрастанию усилий в тягово-сцепных устройствах, причем более интенсивно для трактора. При увеличении разницы парциальных замедлений звеньев поезда $\Delta \ddot{x}$ влияние соотношения масс прицепа и трактора на F_T и F_n повышается.

Определение усилий в тягово-сцепных устройствах через парциальные замедления звеньев тракторного поезда не требует вычисления тормозных сил. Вместе с тем определение тормозных сил на колесах звеньев по известным тормозным моментам имеет свои особенности и при стационарном режиме торможения.

Тормозная сила с учетом углового замедления колеса выражается следующей зависимостью:

$$P_{ji} = \frac{M_{ji}(t)}{r_{ji}} + \frac{J_{ji}}{r_{ji}^2} \frac{1}{\sum_{j=1}^N m_j} \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^n \frac{M_{ji}(t)}{r_{ji}}, \quad (4)$$

где M_{ji} - тормозной момент; r_{ji} - радиус качения колеса; J_{ji} - момент инерции колеса.

В общем случае тормозная сила на колесе тракторного поезда определяется не только тормозным моментом, приложенным к этому колесу, но зависит также от моментов на других колесах. При этом от сочетания величин, входящих в выражение (4), возможны случаи, когда $P_{ji} = 0$ или $P_{ji} > 0$, т.е. несмотря на то, что к колесу приложен тормозной момент, оно может катиться в свободном или даже в ведущем режимах.

Суммарные тормозные силы на колесах трактора P_1 и прицепа P_2 , определяемые через парциальные замедления звеньев трехзвенного тракторного поезда при условии, что $\ddot{x}_2 > \ddot{x}_1$ и $\ddot{x}_2 = \ddot{x}_3$, равны

$$P_1 = -m_1 \ddot{x}_1 + \sum_{i=1}^n \frac{J_{1i}}{r_{1i}^2} \cdot \frac{m_2 + m_3}{m_1 + m_2 + m_3} \Delta \ddot{x};$$

(5)

$$P_2 = -m_2 \ddot{x}_2 - \sum_{i=1}^n \frac{J_{2i}}{r_{2i}^2} \frac{m_1}{m_1 + m_2 + m_3} \Delta \ddot{x}.$$

Из выражений (5) следует, что если $\ddot{x}_2 > \ddot{x}_1$, т.е. при большей эффективности торможения прицепов по сравнению с трактором, суммарная тормозная сила трактора уменьшается, а прицепов увеличивается. При этом величина изменения тормозных сил зависит от соотношения масс трактора и прицепов, с одной стороны, и моментов инерции колес, с другой. Выражения (5) справедливы только в том случае, если все звенья при торможении в составе поезда имеют одинаковое действительное замедление, хотя их парциальные замедления могут быть различными. Следовательно, при строгом подходе в определении тормозных сил на колесах тракторного поезда необходимо рассматривать не абстрактное отдельное колесо, а систему тракторного поезда в целом.

Л и т е р а т у р а

1. Повышение безопасности движения тракторных поездов путем совершенствования тормозных систем / Н.В.Богдан, Г.П.Грибко, А.М.Рассолько, Е.А.Романчик. - Экспресс-информация. Сер. Сельск. хоз-во. - Минск, 1978.

УДК 629.11.073.23

А.В.Войтиков

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАЛЬНЫХ НАГРУЗОК ПО КОЛЕСАМ ТРАКТОРА НА ЕГО КУРСОВУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОПЕРЕК СКЛОНА

Основное влияние на курсовую устойчивость трактора при движении поперек склона оказывает боковой увод шин. Сопротивляемость шины боковому уводу характеризуется коэффициентом k_y , который для каждого типоразмера шин зависит в основном от нормальной нагрузки и давления воздуха в шине. Боковая составляющая веса трактора $G \sin \alpha$ вызывает перераспределение нормальных нагрузок по его колесам, а также смещает точки приложения равнодействующих реакций почвы R_i , действующих в пятне контакта каждого колеса на величину e_i вверх по склону (рис. 1).