

казывают, что при равенстве этих коэффициентов суммарный разворачивающий момент равен нулю. Трактор при торможении будет двигаться устойчиво, так как тормозные силы на правом и левом колесах будут равны, причем при полном использовании сцепного веса блокирование колес будет происходить одновременно.

Резюме. При неравномерной работе тормозных механизмов задней оси трактора необходимо блокирование ее дифференциала. Это повышает устойчивость движения трактора вследствие выравнивания тормозных моментов путем их перераспределения с отстающего колеса на забегающее.

УДК 629.113 - 592

Н.В. Богдан, канд.техн.наук,
Г. П. Грибко, канд.техн.наук,
И.С. Рахлей (Белорусский
политехнический институт)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИНАМИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТОРМОЗНЫХ СИЛ НА ОСЯХ ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА

Оптимальное распределение тормозных сил и рациональное использование сцепного веса по осям тракторного поезда требуют переменного соотношения тормозных сил в зависимости от величин нормальных реакций, приходящихся на тормозные оси, и дорожных условий, оцениваемых коэффициентом сцепления φ .

Для оценки эффективности торможения тракторного поезда используется [1] понятие удельной тормозной силы $\gamma_{тп}$, представляющей собой отношение суммарной тормозной силы $\sum T_i$, к полному весу поезда $\gamma_{тп} = \frac{\sum T_i}{G_{тп}}$.

Удельная тормозная сила тракторного поезда зависит от нагрузки прицепа, положения центра тяжести трактора и прицепа, соотношения осевых тормозных сил, коэффициента сцепления колес с дорогой и характеризуется изменением эффективности торможения при изменении этих параметров. Однако, являясь суммарным показателем, коэффициент удельной тормозной силы тракторного поезда не может характеризовать удельных тормозных сил каждого звена и каждой тормозной

оси. С этой целью введем понятие удельных тормозных сил звеньев и тормозных осей тракторного поезда:

- для трактора

$$\gamma_T = \frac{2k_1 p_{\text{пед}}}{R_k G_T};$$

- для прицепа

$$\gamma_{\text{п}} = \frac{2p_1(k_2 + k_3)}{r_k G_{\text{п}}};$$

- для передней оси прицепа

$$\gamma_{\text{п1}} = \frac{2k_2 p_1 L_{\text{п}}}{r_k \left[G_{\text{п}} (l_4 + \gamma_{\text{п}} h_{\text{пр}}) + P_{\text{сц}} (h_{\text{сц}} - h_{\text{пр}}) \right]};$$

- для задней оси прицепа

$$\gamma_{\text{п2}} = \frac{2k_3 p_1 L_{\text{п}}}{r_k \left[G_{\text{п}} (l_3 - \gamma_{\text{п}} h_{\text{п}}) - P_{\text{сц}} (h_{\text{сц}} - h_{\text{п}}) \right]};$$

где k_1, k_2, k_3 - коэффициенты пропорциональности тормозных механизмов трактора, передней и задней осей прицепа; $P_{\text{пед}}$ - усилие на тормозной педали трактора; p_1 - давление воздуха в тормозных камерах прицепа; $G_T, G_{\text{п}}$ - вес трактора и прицепа; R_k, r_k - радиусы задних колес трактора и прицепа; $h_{\text{п}}$ - высота центра тяжести прицепа; $P_{\text{сц}}$ - усилие в сцепке между трактором и прицепом; $L_{\text{п}}$ - база прицепа; l_3, l_4 - координаты центра тяжести до передней и задней осей прицепа; $h_{\text{сц}}$ - высота сцепного устройства.

Оптимальное регулирование тормозных сил по осям предполагает такое распределение, при котором в любых дорожных условиях соблюдается равенство тормозных сил $\gamma_{\text{п1}} = \gamma_{\text{п2}} = \gamma_{\text{п}} = \gamma_T = \gamma_{\text{тп}}$.

Для тракторного поезда такое равенство получить невозможно, так как у трактора отсутствуют тормозные механизмы на передних колесах. Оптимальное распределение тормозных сил и рациональное использование сцепного веса прицепа при торможении требуют условия оптимального соотношения давлений воздуха в тормозных камерах тормозов прицепа. Давление воздуха в тормозных камерах передней p_1 и задней p_2 осей прицепа находим из выражений

$$p_1 = \frac{\gamma_{\pi 1} r_{\pi} \left[G_{\pi} (1 + \gamma_{\pi} h_{\pi}) + P_{\text{сц}} (h_{\text{сц}} - h_{\pi}) \right]}{2k_2 L_{\pi}} ;$$

$$p_2 = \frac{\gamma_{\pi 2} r_{\text{к}} \left[G_{\pi} (1 - \gamma_{\pi} h_{\pi}) - P_{\text{сц}} (h_{\text{сц}} - h_{\pi}) \right]}{2k_3 L_{\pi}} .$$

При установке регулятора тормозных сил в передний контур тормозного привода прицепа давление воздуха в тормозных камерах передней оси будет выражаться следующей зависимостью

$$p_1' = \frac{2}{\beta(\alpha)} \arcsin = \frac{G_{\pi} (1 + \gamma_{\pi} h_{\pi}) + P_{\text{сц}} (h_{\text{сц}} - h_{\pi}) - m_2 g L_{\pi}}{4L_{\pi} \frac{1}{r_3} c} ,$$

где $\beta(\alpha)$ - статическая характеристика регулятора; l - длина рычага регулятора; c_3 - жесткость рессоры; m_2 - масса неподдрессоренной оси прицепа.

Для оценки распределения тормозных сил по осям прицепа в зависимости от хода тормозной педали построены расчетные зависимости удельных тормозных сил для регулируемого и нерегулируемого переднего контура привода тормозов (рис.1,Г). При нерегулируемом приводе тормозов распределение тормозных сил по осям прицепа постоянное и оптимальное торможение в этом случае будет только на дороге с определенным коэффициентом сцепления. Для груженого прицепа одновременное блокирование колес передней и задней осей происходит при $\gamma_{\pi 1} = 0,32$, что соответствует ходу тормозной педали, равном 0,055 м. Кривая удельной тормозной силы оси прицепа, проходящей выше γ_{π} удельной тормозной силы прицепа, свидетельствует об опережающем блокировании этих колес. Следовательно, у груженого прицепа до хода тормозной педали, равном 0,055 м, первыми будут блокироваться колеса передней оси, а при ходе тормозной педали, большем 0,055 м, - задней. У порожнего прицепа одновременное блокирование колес осей происходит при $\gamma_{\pi 1} = 0,65$, что соответствует ходу тормозной педали 0,046 м. При ходе тормозной педали до 0,046 м первыми блокируются колеса передней оси, а при ходе тормозной педали больше 0,046 м - задней.

Для проверки и уточнения теоретических выводов были проведены лабораторно-полевые исследования тракторного поезда, состоящего из трактора МТЗ-80 и прицепа 2ПТС-4 модели

887Б. В процессе испытаний замерялись тормозные моменты на колесах трактора и прицепа, путь торможения, замедление тракторного поезда, ход тормозной педали, давление воздуха на входе и выходе регулятора тормозных сил, давление воздуха в задней тормозной камере прицепа, вертикальные нагрузки на передней оси трактора и прицепа. Регистрация всех перечисленных параметров осуществлялась на ленту осциллографа при различной эффективности торможения, которая задавалась ходом тормозной педали.

Приведенные экспериментальные зависимости удельных тормозных сил на задней оси трактора и на осях прицепа в зависимости от хода тормозной педали (рис. 1, II а) показывают, что удельная тормозная сила трактора начинает нарастать при ходе педали, равном 0,066 м, и достигает максимума при ходе

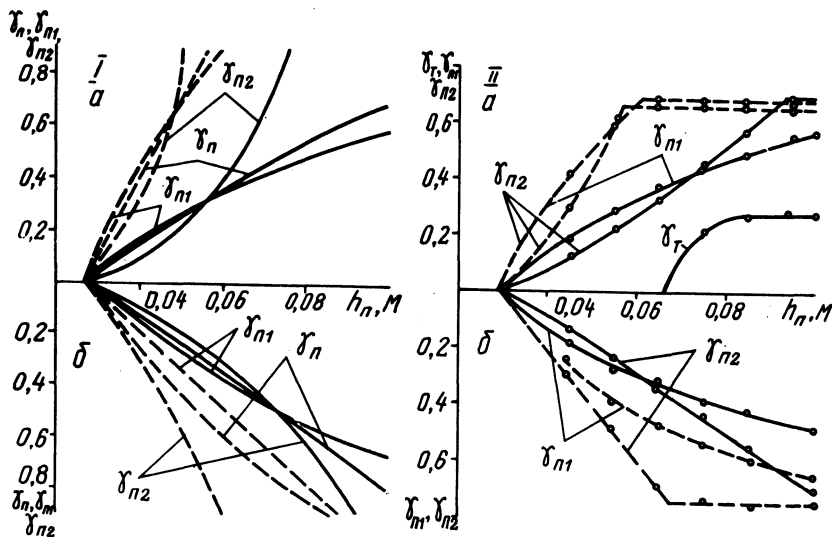


Рис. 1. Характеристики удельных тормозных сил на осях тракторного поезда в зависимости от хода тормозной педали: I - теоретические, II - экспериментальные; а - без регулятора тормозных сил, б - с регулятором тормозных сил; — — — прицеп груженный; - - - - прицеп порожний.

0,085 м. Кривую зависимости удельной тормозной силы трактора можно смещать на графике вправо и влево за счет регулировки тормозов, но характер ее во всех случаях остается прежним. Неодновременное нарастание удельных тормозных сил на осях тракторного поезда затрудняет ориентацию водителя при торможении, так как он не может создавать одинаковые удельные тормозные силы на осях тракторного поезда, что

приводит к возникновению значительных усилий в сцепке, особенно при "служебном" торможении.

На (рис. 1, II, б) приведены зависимости удельных тормозных сил прицепа и его осей с регулятором, установленным в передний контур тормозного привода прицепа, от хода тормозной педали. В этом случае при торможении с груженым прицепом одновременное блокирование колес передней и задней осей происходит при $\chi_{\text{п}} = 0,45$, что соответствует ходу тормозной педали 0,0735 м. При перемещении тормозной педали до хода, равного 0,0735, первыми будут блокироваться колеса передней оси, а при дальнейшем перемещении педали — колеса задней оси.

При торможении порожнего прицепа с регулируемым приводом характерно то, что всегда будут первыми блокироваться колеса задней оси; причем изменение удельных тормозных сил осуществляется в большом диапазоне перемещения тормозной педали для регулируемого привода по отношению к нерегулируемому. Следовательно, регулятор тормозных сил, установленный в передний контур тормозного привода прицепа, позволяет сблизить характер нарастания удельных тормозных сил на осях груженого и порожнего прицепов, а также расширить диапазон следящего действия.

Резюме. Установка регулятора тормозных сил на переднюю ось прицепа обеспечивает сближение характеристик удельных тормозных сил на осях груженого и порожнего прицепов и расширение диапазона следящего действия привода, что значительно улучшает качество торможения и упрощает работу водителя.

Л и т е р а т у р а

1. Машенко А.Ф., Розанов В.Г. Тормозные системы автотранспортных средств. М., 1972.

УДК 629.114.2.073

Г.А. Молош, канд. техн. наук,
В.В. Гуськов, докт. техн. наук
(Белорусский политехнический институт)

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЛАВНОСТИ ХОДА КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ КЛАССА 14 кН НА ПОЛЕВЫХ РАБОТАХ

При выполнении полевых работ тракторы движутся по естественной поверхности полей, поэтому неудовлетворительная