

ным сцепным весом, приходящимся на задние колеса трактора для того, чтобы колеса тормозились на пределе блокировки.

Для прицепа 2-ПТС-4 был произведен расчет на ЦВМ. На рис. 2, 3, 4 приведены диаграммы зависимостей тормозных моментов на передней и задней осях прицепа от изменения удельного веса груза, смещения центра тяжести в продольной плоскости и весовой нагрузки. Изменение удельного веса груза и смещение центра тяжести в продольной плоскости не оказывает значительного влияния на перераспределение тормозных моментов.

Более существенно влияет изменение весовой нагрузки. Поэтому чтобы эффективные тормозные моменты на осях прицепа были достаточными, необходимо наличие торможения прицепа с интенсивностью, соответствующей нагрузке на затормаживаемые колеса. На диаграмме (рис. 4) видно, что на передней оси изменение тормозного момента от нагрузки значительно. Это предполагает применение регуляторов тормозных моментов в зависимости от нагрузки, определяемой изменением прогиба рессоры, так как рессора имеет прямолинейную характеристику. Применение регуляторов тормозных моментов позволяет обеспечить торможение на грани блокировки колес. Они повышают правильность распределения тормозных моментов между осями при относительно небольших затратах. На задней оси прицепа изменение тормозного момента от нагрузки незначительно. Поэтому его можно ограничить 220 кгн.

В.А. Ким

УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЕГО ДВИЖЕНИЯ ПО ТРАЕКТОРИИ

В данной работе получены уравнения, описывающие движение тракторного поезда в составе колесного трактора, одноосного прицепа и прицепа в предположении, что кузова данных систем, дышла сцепки абсолютно жесткие.

Введены относительные координаты ξ, η и ξ', η' , которые позволяют исследовать поведение механической системы с учетом зазора в сцепном устройстве.

Движение заданной механической системы характеризует десять обобщенных координат $x_c, y_c, \varphi_0, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \xi, \eta, \xi', \eta'$.

Для вывода уравнений воспользуемся уравнениями Лагранжа 2-го рода.

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} = Q_i,$$

где \dot{q}_i — обобщенные скорости; $i = (1, 2, \dots, 10)$; q_i — обобщенная координата; Q_i — обобщенные силы; T — кинетическая энергия; Π — потенциальная энергия.

Если же коэффициенты встречаются с единичными номерами и обозначениями в других уравнениях, то эти коэффициенты равны.

Причем приведенная масса трактора учитывает инерционные характеристики задних колес, их буксование и геометрические параметры шин.

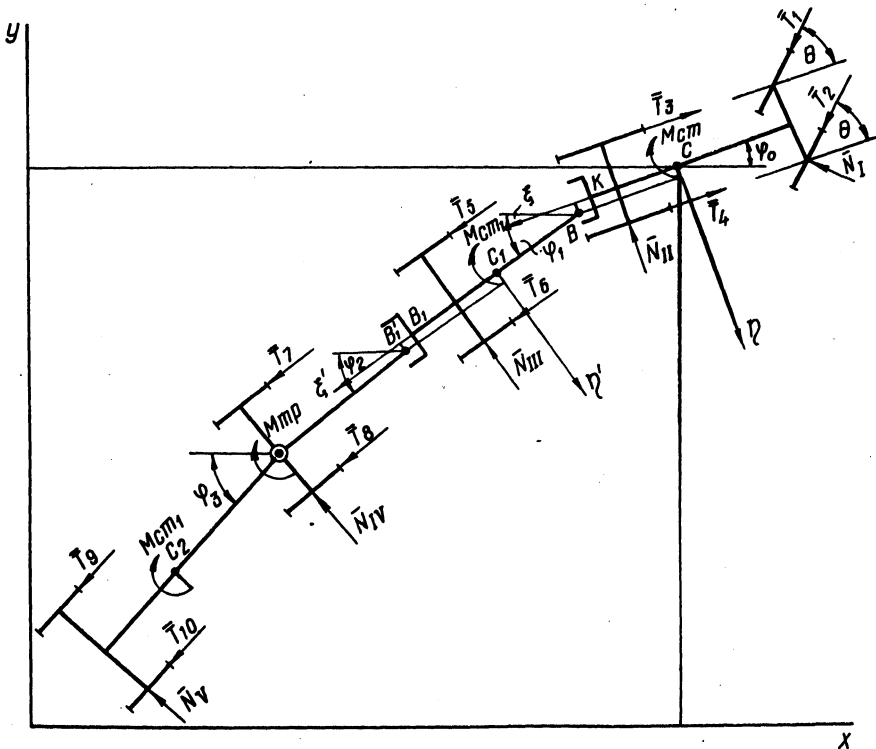


Рис. 1. Расчетная схема поезда.

Обозначение сил, геометрических параметров и обобщенных координат дано на рис. 1. Выражения обобщенных сил выпишем отдельно.

$$Q_{\varphi_0} = \left[\pm P_1 \sin(\theta + \arctg A \sin \omega t - \alpha_1) \pm P_1^* \sin(\theta + \arctg A \times \sin \omega t + \alpha_1) + N_I \cos(\theta + \arctg A \sin \omega t - \alpha_1) + N_1^* \cos(\theta + \arctg A \sin \omega t + \alpha_1) \right] z_1 - N_{II} \sin \alpha_2 z_2 + T_3 a_1 \sin(\varphi_0 - \varphi_1) - N_3 \cos(\varphi_0 - \varphi_1) + T_4 a_1 \sin(\varphi_0 - \varphi_2) - N_{IV} a_1 \cos(\varphi_0 - \varphi_2) + T_5 a_1 \sin(\varphi_0 - \varphi_3) - N_V a_1 \cos(\varphi_0 - \varphi_3) \pm \sum_1^3 M_{CTn};$$

$$Q_{\varphi_1} = T_3 z_3 \sin \alpha_3 - N_{III} z_3 \cos \alpha_3 + T_4 a_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_1) - N_{IV} a_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) - T_5 a_2 \sin(\varphi_3 - \varphi_1) - N_V a_2 \cos(\varphi_3 - \varphi_1) \pm \sum_1^2 M_{CTn-1};$$

$$Q_{\varphi_2} = T_4 z_4 \sin \alpha_4 - N_{IV} z_4 \cos \alpha_4 + T_5 a_3 \sin(\varphi_2 - \varphi_3) - N_V a_3 \cos(\varphi_2 - \varphi_3) \pm M_{CT1};$$

$$Q_{\varphi_3} = T_5 z_5 \sin \alpha_5 - N_V z_5 \cos \alpha_5 - |M_{TP}| \operatorname{sign}(\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_2) + M_{CT1};$$

$$Q_{x_c} = \pm T_1 \cos(\theta + \arctg A \sin \omega t + \varphi_0) + N_I \sin(\theta + \arctg A \times \sin \omega t + \varphi_0) + T_2 \cos \varphi_2 - N_{II} \sin \varphi_0 - T_3 \cos \varphi_1 - N_3 \sin \varphi_1 - N_V \sin \varphi_2 - T_4 \cos \varphi_2 - T_5 \cos \varphi_3 - N_V \sin \varphi_3;$$

$$Q_{y_c} = \pm T_1 \sin(\theta + \arctg A \sin \omega t + \varphi_0) + N_I \cos(\theta + \arctg A \times \sin \omega t + \varphi_0) + T_2 \sin \varphi_2 - N_{II} \cos \varphi_0 - T_3 \sin \varphi_1 - N_3 \cos \varphi_1 - N_V \cos \varphi_2 - T_4 \sin \varphi_2 - T_5 \sin \varphi_3 - N_V \cos \varphi_3;$$

$$\begin{aligned}
& x \sin \omega t + \varphi_0) + T_2 \sin \varphi_2 - N_{III} \cos \varphi_0 - T_3 \sin \varphi_1 - N_{III} \cos \varphi_1 - \\
& - N_{IV} \cos \varphi_2 - T_4 \sin \varphi_2 - T_5 \sin \varphi_3 - N_V \cos \varphi_3; \\
Q_{\xi} &= T_3 \cos(\varphi_1 - \varphi_0) + N_{III} \sin(\varphi_1 - \varphi_0) + T_4 \cos(\varphi_2 - \varphi_0) + \\
& + T_5 \cos(\varphi_3 - \varphi_0) - N_V \sin(\varphi_3 - \varphi_0); \\
Q_{\eta} &= T_3 \sin(\varphi_1 - \varphi_0) - N_{III} \cos(\varphi_1 - \varphi_0) + T_4 \sin(\varphi_2 - \varphi_0) - \\
& N_{IV} \cos(\varphi_2 - \varphi_0) + T_5 \sin(\varphi_3 - \varphi_0) - N_V \cos(\varphi_3 - \varphi_0); \\
Q_{\xi_1} &= T_4 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) + N_{IV} \sin(\varphi_2 - \varphi_1) + T_5 \cos(\varphi_3 - \varphi_1) + \\
& + N_{IV} \sin(\varphi_2 - \varphi_1); \\
Q_{\eta_1} &= T_4 \sin(\varphi_2 - \varphi_1) - N_{IV} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) + T_5 \sin(\varphi_3 - \varphi_1) - \\
& - N_V \cos(\varphi_3 - \varphi_1),
\end{aligned}$$

где $M_{ст}$ -- стабилизирующий момент; θ -- угол поворота управляемых колес.

Выпишем отдельно все члены, входящие в уравнения, за исключением членов, которые содержат обобщенные координаты относительно вторых производных, и обозначим их A_j , где $j = (1, 2, \dots, 10)$.

$$\begin{aligned}
1) \quad & \beta_{12} \dot{\varphi}_0^2 \cos \varphi_0 + \beta_{13} \dot{\varphi}_1^2 \cos \varphi_1 + \beta_{12} \xi_{B_1} \dot{\varphi}_0 + \beta_{14} \xi_{B_1} \ddot{\varphi}_0 \sin \varphi_0 + \\
& + \beta_{15} \dot{\varphi}_2^2 \cos \varphi_2 + \beta_{16} \dot{\varphi}_3^2 \cos \varphi_3 = A_1;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
2) \quad & -\beta_{12} \dot{\varphi}_0^2 \sin \varphi_0 + \beta_{13} \dot{\varphi}_1^2 \sin \varphi_1 - \beta_{12} \eta_{B_1} \dot{\varphi}_0 \cos \varphi_0 - \beta_{14} \eta_{B_1} \ddot{\varphi}_0 \sin \varphi_0 + \\
& + \beta_{15} \dot{\varphi}_2^2 \sin \varphi_2 + \beta_{16} \dot{\varphi}_3^2 \sin \varphi_3 = A_2;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
3) & -\beta_{32} \dot{\xi}_{B'} \dot{x}_c \sin \varphi_0 - \beta_{35} \dot{\xi}_{B'} \dot{\varphi}_1 \sin \varphi_0 \sin \varphi_1 + 0,5 \beta_{32} \dot{\xi}_{B'}^2 x \\
& \times \sin 2 \varphi_0 + 0,5 \beta_{14} \dot{\xi}_{B'} \dot{\xi}_{B_1} \sin 2 \varphi_0 - \beta_{36} \dot{\xi}_{B'} \dot{\varphi}_2^2 \sin \varphi_0 \sin \varphi_1 - \\
& - \beta_{37} \dot{\xi}_{B'} \dot{\varphi}_3 \sin \varphi_0 \sin \varphi_3 + 0,5 \dot{\varphi}_0^2 \sin 2 \varphi_0 + \beta_{33} \dot{\xi}_{B_1} \dot{\varphi}_2^2 \sin \varphi_0 \\
& \times \sin \varphi_2 + \beta_{310} \dot{\varphi}_2^2 \sin(\varphi_0 - \varphi_2) + \beta_{311} \dot{\varphi}_3^2 \sin(\varphi_0 - \varphi_3) + \beta_{32} \dot{\eta}_{B'} x \\
& \times \dot{y}_c \cos \varphi_0 - \beta_{35} \dot{\eta}_{B'} \dot{\varphi}_1 \cos \varphi_0 \cos \varphi_1 - 0,5 \beta_{32} \dot{\eta}_{B'} \sin 2 \varphi_0 - \\
& - \beta_{14} \dot{\eta}_{B'} \dot{\eta}_{B_1} \cos \varphi_0 \sin \varphi_2 - \beta_{36} \dot{\eta}_{B'} \dot{\varphi}_2 \cos \varphi_0 \cos \varphi_2 - \beta_{37} x \\
& \times \dot{\eta}_{B'} \dot{\varphi}_3 \cos \varphi_0 \cos \varphi_3 - \beta_{33} \dot{\eta}_{B_1} \dot{\varphi}_2 \cos \varphi_2 = A_3 ;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
4) & \dot{\varphi}_0 (\beta_{42} + \beta_{46}) \sin(\varphi_1 - \varphi_0) + \dot{\eta}_{B'} \dot{\varphi}_0 (\beta_{41} + \beta_{45}) \cos \varphi_1 \cos \varphi_0 + \\
& + \beta_{45} \dot{\eta}_{B_1} \dot{\varphi}_2 \cos \varphi_2 \cos \varphi_1 + \beta_{45} \dot{\xi}_{B_1} \dot{\varphi}_2 \sin \varphi_2 \sin \varphi_1 + \beta_{48} x \\
& \times \dot{\varphi}_2^2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) + \beta_{49} \dot{\varphi}_3^2 \sin(\varphi_3 - \varphi_1) + \dot{\xi}_{B'} \dot{\varphi}_0 (\beta_{45} + \beta_{41}) \sin \varphi_1 x \\
& \sin \varphi_0 = A_4 ;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
5) & \beta_{52} \dot{\varphi}_0^2 \sin(\varphi_2 - \varphi_0) + \beta_{53} \dot{\varphi}_1^2 \sin(\varphi_2 - \varphi_1) + \dot{\xi}_{B'} \dot{\varphi}_0 (\beta_{51} - \beta_{57}) x \\
& \times \sin \varphi_0 \sin \varphi_2 + \beta_{56} \dot{\varphi}_3^2 \sin(\varphi_3 - \varphi_2) - \beta_{57} \dot{\xi}_{B_1} \dot{x}_c \sin \varphi_2 + \beta_{57} x \\
& \times \dot{\xi}_{B_1} \dot{\xi}_{B'} \sin \varphi_2 \cos \varphi_0 + \beta_{57} \dot{\xi}_{B_1} \sin \varphi_2 \cos \varphi_2 - \beta_{59} \dot{\xi}_{B_1} \dot{\varphi}_3 x \\
& \times \sin^2 \varphi_2 + \beta_{52} \dot{\eta}_{B'} \dot{\varphi}_0 \cos \varphi_0 \cos \varphi_2 + \beta_{57} \dot{\eta}_{B_1} \dot{y}_c \cos \varphi_2 - \beta_{58} x \\
& \times \dot{\eta}_{B_1} \dot{\varphi}_1 \cos^2 \varphi_2 - \beta_{57} \dot{\eta}_{B_1} \dot{\eta}_{B'} \sin \varphi_0 \cos \varphi_0 - \beta_{57} \dot{\eta}_{B_1}^2 x \\
& \times \cos \varphi_2 \sin \varphi_2 - \beta_{59} \dot{\eta}_{B_1} \dot{\varphi}_3 \cos \varphi_3 \cos \varphi_2 = A_5 ;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
6) & \beta_{62} \dot{\varphi}_0^2 \sin(\varphi_3 - \varphi_0) + \beta_{63} \dot{\varphi}_1^2 \sin(\varphi_3 - \varphi_1) + \beta_{61} \dot{\xi}_{B'} \dot{\varphi}_0 \sin \varphi_0 x \\
& \times \sin \varphi_3 - \beta_{56} \dot{\varphi}_2^2 \sin(\varphi_3 - \varphi_2) - \beta_{64} \dot{\varphi}_3^2 \sin(\varphi_3 - \varphi_2) + \beta_{61} \dot{\eta}_{B'} x \\
& \times \dot{\varphi}_0 \cos \varphi_0 \cos \varphi_3 + \beta_{61} \dot{\eta}_{B_1} \dot{\varphi}_2 \cos \varphi_2 = A_6 ;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 7) & \beta_{14} \dot{\varphi}_0 \dot{x}_c \sin \varphi_0 + \beta_{57} \dot{\varphi}_1^2 \sin^2 \varphi_0 + \beta_{58} \dot{\varphi}_0 \dot{\varphi}_1 \sin \varphi_0 \sin \varphi_1 - \\
 & - \beta_{14} \dot{\xi}_{B'} \dot{\varphi}_0 \cos 2 \varphi_0 - \beta_{14} \dot{\xi}_{B'} \dot{\varphi}_0 \sin \varphi_0 \cos \varphi_2 + \beta_{51} \dot{\varphi}_0 \dot{\varphi}_2^x \\
 & \sin \varphi_2 \sin \varphi_0 + \beta_{59} \dot{\varphi}_0 \dot{\varphi}_3 \sin \varphi_0 \sin \varphi_3 - \beta_{57} \dot{\varphi}_0^2 \cos^2 \varphi_0 - \beta_{53} \dot{\varphi}_1^2 \\
 & \cos \varphi_0 \cos \varphi_1 - 0,5 \beta_{14} \dot{\xi}_{B'} \dot{\varphi}_0 \sin 2 \varphi_0 - \beta_{14} \dot{\xi}_{B'} \dot{\varphi}_2 \sin \varphi_2^x \\
 & \cos \varphi_0 - \beta_{51} \dot{\varphi}_2^2 \cos \varphi_0 \cos \varphi_2 - \beta_{59} \dot{\varphi}_3^2 \cos \varphi_3 \cos \varphi_0 = A_7;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 8) & - \beta_{14} \dot{\varphi}_0 \dot{y}_c \cos \varphi_0 + \beta_{57} \dot{\varphi}_0^2 \cos 2 \varphi_0 + \beta_{58} \dot{\varphi}_0 \dot{\varphi}_1 \cos \varphi_0^x \\
 & \times \cos \varphi_1 + \beta_{14} \dot{\eta}_{B'} \dot{\varphi}_0 \sin(\varphi_2 - \varphi_0) + \beta_{51} \dot{\varphi}_0 \dot{\varphi}_2 \cos \varphi_0 \cos \varphi_2 + \\
 & + \beta_{14} \dot{\eta}_{B'} \dot{\varphi}_0 \sin 2 \varphi_0 + \beta_{59} \dot{\varphi}_0 \varphi_3 \cos \varphi_0 \cos \varphi_3 - \beta_{58} \dot{\varphi}_2^2 \sin \varphi_0^x \\
 & \times \sin \varphi_1 - \beta_{51} \dot{\varphi}_2^2 \sin \varphi_0 \sin \varphi_2 - \dot{\varphi}_3^2 \beta_{59} \sin \varphi_3 \sin \varphi_0 = A_8;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 9) & \beta_{14} \dot{\varphi}_2 \dot{x}_c \sin \varphi_2 + \beta_{57} \dot{\varphi}_2 \dot{\varphi}_0 + \beta_{58} \dot{\varphi}_2 \dot{\varphi}_1 \sin \varphi_2 \sin \varphi_1 - \beta_{14} \dot{\varphi}_2^x \\
 & \times \dot{\xi}_{B'} \sin \varphi_2 \cos \varphi_0 - \beta_{14} \dot{\varphi}_2 \dot{\xi}_{B'} \sin 2 \varphi_2 - \beta_{51} \dot{\varphi}_2^2 \cos 2 \varphi_2 + \\
 & + \beta_{59} \dot{\varphi}_3 \dot{\varphi}_2 \sin \varphi_2 \sin \varphi_3 - \beta_{57} \dot{\varphi}_0^2 \cos \varphi_0 \cos \varphi_2 - \beta_{14} \dot{\xi}_{B'} \dot{\varphi}_2^x \\
 & \times \dot{\varphi}_0 \sin \varphi_0 \cos \varphi_2 - \beta_{59} \dot{\varphi}_3^2 \cos \varphi_3 \cos \varphi_2 = A_9;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 10) & - \beta_{14} \dot{\varphi}_2^2 \dot{y}_c \cos \varphi_2 + \beta_{57} \dot{\varphi}_2 \dot{\varphi}_0 \cos \varphi_2 \cos \varphi_0 + \beta_{58} \dot{\varphi}_1 \dot{\varphi}_2^x \\
 & \times \cos \varphi_2 \cos \varphi_1 + \beta_{14} \dot{\eta}_{B'} \dot{\varphi}_2 \sin \varphi_0 \cos \varphi_2 + \beta_{51} \dot{\varphi}_2^2 \cos 2 \varphi_2 + \\
 & + \beta_{59} \dot{\varphi}_3 \dot{\varphi}_2 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3 - \beta_{57} \dot{\varphi}_0^2 \sin \varphi_0 \sin \varphi_2 - \beta_{58} \dot{\varphi}_1^2 \times \\
 & \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \beta_{14} \dot{\eta}_{B'} \dot{\varphi}_0 \cos \varphi_0 \sin \varphi_2 - \beta_{59} \dot{\varphi}_3^2 \sin \varphi_3 \times \\
 & \times \sin \varphi_2 = A_{10};
 \end{aligned}$$

Итак система уравнений, описывающих движение тракторного поезда, имеет вид:

- 1) $\beta_{11} \ddot{y}_c - \beta_{12} \ddot{\varphi}_0 \cos \varphi_0 - \beta_{13} \ddot{\varphi}_1 \cos \varphi_0 - \beta_{12} \ddot{\eta}_{B'} \sin \varphi_0 -$
 $-\beta_{14} \ddot{\eta}_{B'} \sin \varphi_2 - \beta_{15} \ddot{\varphi}_2 \cos \varphi_2 - \beta_{16} \ddot{\varphi}_3 - A_2 = Q_{y_c};$
- 2) $\beta_{11} \ddot{x}_c + \beta_{12} \ddot{\varphi}_0 \sin \varphi_0 + \beta_{13} \ddot{\varphi}_1 \sin \varphi_1 - \beta_{12} \ddot{\xi}_{B'} \cos \varphi_0 - \beta_{14} \ddot{\xi}_{B'} \cos \varphi_0 +$
 $\beta_{15} \ddot{\varphi}_2 \sin \varphi_2 + \beta_{15} \ddot{\varphi}_3 \sin \varphi_3 - A_1 = Q_{x_c};$
- 3) $\beta_{31} \ddot{x}_c + \ddot{\varphi}_0 (\beta_{31} + \beta_{39}) + \ddot{\varphi}_1 \beta_{38} \cos(\varphi_1 - \varphi_0) - 0,5 \beta_{34} \ddot{\xi}_{B'}^x$
 $\times \sin 2\varphi_0 - 0,5 \beta_{33} \ddot{\xi}_{B'} \sin 2\varphi_0 - \beta_{310} \ddot{\varphi}_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_0) - \beta_{311} \ddot{x}$
 $\times \ddot{\varphi}_3 \cos(\varphi_0 - \varphi_3) - \beta_{34} \ddot{y}_c \cos \varphi_0 + 0,5 \beta_{34} \ddot{\eta}_{B'} \sin 2\varphi_0 - \beta_{33} \ddot{x}$
 $\times \ddot{\eta}_{B'} \cos \varphi_0 \sin \varphi_2 - A_3 = Q_{\varphi_0},$
- 4) $(\beta_{41} + \beta_{45}) \ddot{x}_c \sin \varphi_1 + \ddot{\varphi}_0 (\beta_{42} + \beta_{46}) \cos(\varphi_1 - \varphi_0) + \ddot{\varphi}_1 \times$
 $\times (\beta_{43} + \beta_{47}) - \ddot{\xi}_{B'} (\beta_{41} + \beta_{45}) \sin \varphi_1 \cos \varphi_0 + \ddot{\eta}_{B'} (\beta_{41} + \beta_{45}) \times$
 $\cos \varphi_1 \sin \varphi_0 + \beta_{45} \ddot{\eta}_{B'} \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 - \ddot{\xi}_{B'} \beta_{45} \cos \varphi_2 \sin \varphi_1 -$
 $-\beta_{48} \ddot{\varphi}_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) - \ddot{y}_c (\beta_{41} + \beta_{45}) \cos \varphi_1 - A_4 = Q_{\varphi_1};$
- 5) $\beta_{51} \ddot{x}_c \sin \varphi_2 + \beta_{52} \ddot{\varphi}_0 \cos(\varphi_2 - \varphi_0) + \beta_{53} \ddot{\varphi}_1 \cos(\varphi_2 - \varphi_0) -$
 $- 0,5 \beta_{51} \ddot{\xi}_{B'} \sin 2\varphi_2 + \beta_{55} \ddot{\varphi}_2 + \beta_{56} \ddot{\varphi}_3 \cos(\varphi_3 - \varphi_2) - \beta_{52} \ddot{x}$
 $\times \ddot{y}_c + \beta_{52} \ddot{\eta}_{B'} \sin \varphi_0 \cos \varphi_0 + \beta_{52} \ddot{\eta}_{B'} \sin \varphi_2 \cos \varphi_2 - A_5 = Q_{\varphi_2};$
- 6) $\beta_{61} \ddot{x}_c \sin \varphi_3 + \beta_{61} \ddot{y}_c \cos \varphi_3 + \beta_{62} \ddot{\varphi}_0 \cos(\varphi_3 - \varphi_0) + \beta_{63} \ddot{x}$
 $\times \ddot{\varphi}_1 \cos(\varphi_3 - \varphi_1) - \ddot{\xi}_{B'} \cos \varphi_2 \sin \varphi_3 + \beta_{64} \ddot{\varphi}_3 + \beta_{56} \ddot{\varphi}_2 \cos(\varphi_3 -$
 $-\varphi_2) - \ddot{\eta}_{B'} \sin \varphi_0 \cos \varphi_3 + \beta_{61} \ddot{\eta}_{B'} \sin \varphi_2 \cos \varphi_3 - A_6 = Q_{\varphi_3};$

$$7) \beta_{14} \ddot{\xi}_{B_1} \cos^2 \varphi_0 - \beta_{14} \ddot{x}_c \cos \varphi_0 - 0,5 \beta_{57} \ddot{\varphi}_0 \sin 2 \varphi_0 - \beta_{53} x_1 \ddot{\varphi}_1 \sin \varphi_1 \cos \varphi_0 + \beta_{14} \ddot{\xi}_{B_1} \cos \varphi_2 \cos \varphi_0 - \beta_{51} \ddot{\varphi}_2 \sin \varphi_2 x_1 \sin \varphi_0 - \beta_{59} \ddot{\varphi}_3 \sin \varphi_3 \cos \varphi_0 - A_7 = Q_{\varphi_3};$$

$$8) \beta_{14} \ddot{\eta}_{B_1} \sin^2 \varphi_0 - \beta_{14} \ddot{y}_c \sin \varphi_0 + 0,5 \beta_{57} \ddot{\varphi}_0 \sin 2 \varphi_0 + \beta_{58} x_1 \ddot{\varphi}_1 \sin \varphi_0 \cos \varphi_1 + \beta_{51} \ddot{\varphi}_2 \cos \varphi_2 \sin \varphi_0 + \beta_{59} \ddot{\varphi}_3 \cos \varphi_3 x_1 \sin \varphi_0 + \beta_{14} \ddot{\eta}_{B_1} \sin \varphi_0 \sin \varphi_2 - A_8 = Q_{\eta_{B_1}};$$

$$9) \beta_{14} \ddot{\xi}_{B_1} \cos^2 \varphi_2 - \beta_{14} \ddot{x}_c \cos \varphi_2 - \beta_{57} \ddot{\varphi}_0 \sin \varphi_0 \cos \varphi_2 - \beta_{58} \ddot{\varphi}_1 \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 + \beta_{51} \ddot{\varphi}_2 \sin \varphi_2 \cos \varphi_2 - \beta_{59} \ddot{\varphi}_3 x_1 \sin \varphi_3 \cos \varphi_2 + \beta_{14} \ddot{\xi}_{B_1} \cos \varphi_0 \cos \varphi_2 - A_9 = Q_{\xi_{B_1}};$$

$$10) \beta_{14} \ddot{\eta}_{B_1} \sin^2 \varphi_2 - \beta_{14} \ddot{y}_c \sin \varphi_2 + \beta_{58} \ddot{\varphi}_1 \cos \varphi_1 \sin \varphi_2 + \beta_{14} \ddot{\eta}_{B_1} \sin \varphi_0 \sin \varphi_2 + \beta_{51} \ddot{\varphi}_2 \cos \varphi_2 \sin \varphi_2 + \beta_{59} \ddot{\varphi}_3 x_1 \cos \varphi_3 \sin \varphi_2 - A_{10} = Q_{\eta_{B_1}};$$

где β_{ij} — коэффициенты, которые включают инерционные и геометрические характеристики поезда; i — порядковый номер уравнения; j_1 — порядковый номер коэффициентов уравнения.

Полученные уравнения составлены для произвольного случая движения, что позволяет изучать как прямолинейное, так и криволинейное движение с учетом зазора в сцепке, буксования ведущих колес. Величина к.п.д. буксования входит в величину приведенной массы трактора.

С помощью данных уравнений можно исследовать устойчивость движения тракторного поезда при возмущенном и при невозмущенном движении с учетом корректировки, производимой водителем, которая описывается математически (т.е. действие водителя на трактор) и входит в уравнение движения.

Варьируя значения геометрических параметров, можно выявить те размеры, которые наиболее благоприятны для устойчивости движения тракторного поезда по заданной траектории при заданных значениях параметров движения. При определении боковых составляющих реакций применяется теория бокового увода, что дает возможность изучить поведение поезда в процессе движения при наличии эластичных шин.

Л.В. Баргашевич, А.М. Расолько, К.И. Симоненко

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ КОМБИНИРОВАННЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРИВОДА ТОРМОЗОВ ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА

В связи с возрастанием требований к тормозным системам тракторных поездов ведутся конструкторско-исследовательские работы по созданию высокоэффективных и надежных узлов пневматического привода к тормозам прицепа. Эти работы позволяют обеспечить параметры тормозной системы тракторного поезда, соответствующие "Единым требованиям к конструкции тракторов и сельскохозяйственных машин по безопасности и гигиене труда", "Техническим требованиям к тормозной системе тракторных поездов" и требованиям ГОСТа 4364-67.

Эффективность пневматического привода тормозов тракторного поезда во многом определяется стабильностью давления сжатого воздуха в ресиверах, так как от этого зависит стабильность максимальных тормозных моментов на колесах прицепа. Надежность пневматического привода, долговечность его узлов зависит от содержания в системе влаги и масла.

Для поддержания давления в пневматической системе в оптимальных пределах и очистки сжатого воздуха от влаги и масла применяются комбинированные регуляторы давления, ко-