

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРИВОДА ПРОТИВОБЛОКИРОВОЧНОЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ

Динамическая схема (рис. 1) пневмопривода автоматической противоблокировочной тормозной системы при установке модулятора на каждое колесо для двухосного автомобиля разработана с учетом сосредоточенных параметров. На схеме приняты обозначения: z_{ij} – перемещение штока j -й тормозной камеры i -го моста; p и V – соответственно давление в полости и ее объем (индексы означают: z – защитный клапан; p_i – i -й ресивер; k_i – i -я секция тормозного крана; C и B – полости ускорительного клапана; u_i – узлы разветвления i -го моста; mim – m -й модулятор i -го моста; ij – j -ая тормозная камера i -го моста); μf – эквивалентная пропускная способность участков пневмоцепей (индексы означают: z – магистраль от компрессора до защитного клапана; p_i – магистраль от защитного клапана до i -го ресивера; k_i – магистраль от i -го ресивера до i -й секции тормозного крана и его впускной клапан; uk – магистраль от ресивера до ускорительного клапана и его впускной клапан; B – магистраль от тормозного крана до ускорительного клапана; 1 – магистраль от тормозного крана до разветвления переднего моста; 2 – магистраль от ускорительного клапана до разветвления заднего моста; mim – магистраль от i -го разветвления до m -го модулятора i -го моста и впускной клапан; vim – выпускной клапан m -го модулятора i -го моста; ij – магистраль от модулятора до j -й тормозной камеры i -го моста; Y – узлы пневмоцепей (индексы означают: p_i – на входе в i -й ресивер; C и B – на входе в ускорительный клапан; k_i – на входе в i -ю секцию тормозного крана; u_i – i -е разветвление; mim и vim – соответственно на входе и выходе m -го модулятора i -го моста; ij – на входе в j -ю тормозную камеру i -го моста).

Периодические электрические сигналы u'_{im} и u''_{im} управления соленоидными выпускными (атмосферными) и впускными (воздушными) клапанов m -го модулятора, поступающие от электронно-решающего блока, можно представить в виде прямоугольных импульсов различной частоты f и скважности τ_{im} и определять для четырехфазового регулирования по выражениям, приведенным в работе [1]. Периодические законы перемещения x_{vim} выпускных и x_{mim} впускных клапанов модуляторов определяются согласно этой же работе по аналогии с коэффициентами местных сопротивлений ζ_{vim} и ζ_{mim} .

Дифференциальные уравнения, описывающие динамику рассматриваемого пневмопривода, получаются при составлении уравнения баланса мгновенных массовых расходов в узлах пневмоцепей (рис. 1) и использовании гиперболической функции мгновенного массового расхода через дроссель [2]. При этом учитывается нелинейная зависимость площади диафрагмы

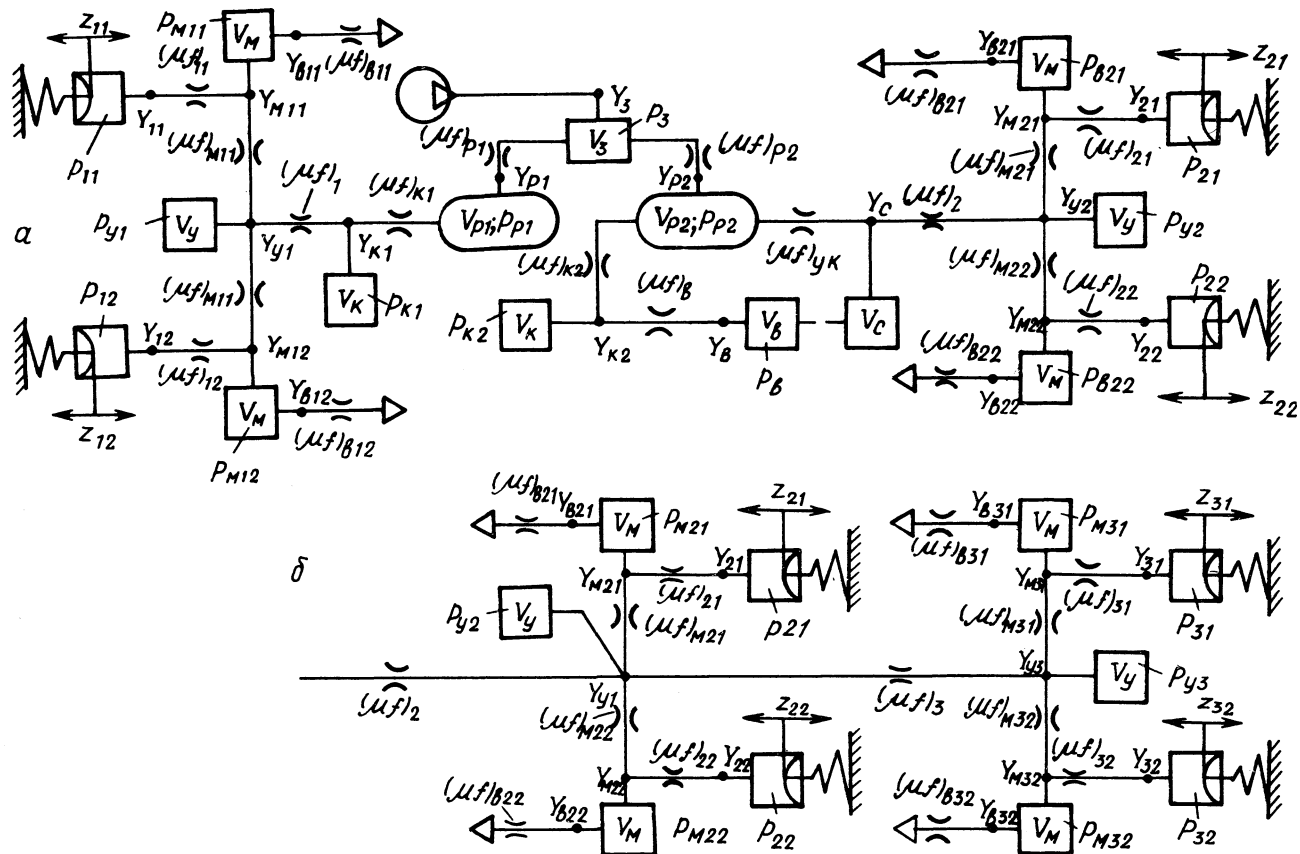


Рис. 1. Динамические схемы пневматического привода противоблокировочной тормозной системы с модуляторами на каждое колесо для двухосного автомобиля (а) и для заднего контура трехосного автомобиля (б).

$F(z_{ij})$ от перемещения штока камеры, нелинейные гистерезисные характеристики перемещения z_{ij} штока камеры и тормозного момента M_{Tij} , развиваемого тормозным механизмом, от давления воздуха в камерах; нелинейная характеристика объемной производительности Q_K компрессора; релейная характеристика регулятора давления; зоны нечувствительности в кране, тормозном механизме и ускорительном клапане. Кроме того, пренебрегаю силами трения в кране и модуляторах, а также массами клапанов.

Динамика пневмопривода в начальной фазе торможения Φ_H , осуществляемой водителем, описывается уравнениями:

$$\frac{dp_3}{dt} = \frac{k p_3 Q_K}{V_3} - \sum_{i=1}^{n_p} [(\mu f)_{pi} N \frac{p_3}{V_3} \cdot \frac{p_3 - p_{pi}}{B p_3 - p_{pi}}] \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{dp_{pi}}{dt} = & (\mu f)_{pi} \frac{N p_3}{V_{pi}} \cdot \frac{p_3 - p_{pi}}{B p_3 - p_{pi}} - (\mu f)_{ki} \frac{N p_{pi}}{V_{pi}} \cdot \frac{p_{pi} - p_{ki}}{B p_{pi} - p_{ki}} - \\ & - (\mu f)_{yk} \frac{N p_{p2}}{V_{p2}} \cdot \frac{p_{p2} - p_c}{B p_{p2} - p_c}; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\frac{dp_{k1}}{dt} = (\mu f)_{k1} \frac{N p_{p1}}{V_k} \cdot \frac{p_{p1} - p_{k1}}{B p_{p1} - p_{k1}} - (\mu f)_1 \frac{N p_{k1}}{V_k} \cdot \frac{p_{k1} - p_{y1}}{B p_{k1} - p_{y1}}; \quad (3)$$

$$\frac{dp_{k2}}{dt} = (\mu f)_{k2} \frac{N p_{p2}}{V_k} \cdot \frac{p_{p2} - p_{k2}}{B p_{p2} - p_{k2}} - (\mu f)_B \frac{N p_{k2}}{V_k} \cdot \frac{p_{k2} - p_B}{B p_{k2} - p_B}; \quad (4)$$

$$\frac{dp_B}{dt} = (\mu f)_B \frac{N p_{k2}}{V_B} \cdot \frac{p_{k2} - p_B}{B p_{k2} - p_B}; \quad (5)$$

$$\frac{dp_c}{dt} = (\mu f)_{yk} \frac{N p_{p2}}{V_c} \cdot \frac{p_{p2} - p_c}{B p_{p2} - p_c} - (\mu f)_2 \frac{N p_c}{V_c} \cdot \frac{p_c - p_{y2}}{B p_c - p_{y2}}; \quad (6)$$

$$\frac{dp_{y1}}{dt} = (\mu f)_1 \frac{N p_{k1}}{V_y} \cdot \frac{p_{k1} - p_{y1}}{B p_{k1} - p_{y1}} - \frac{N p_{y1}}{V_y} \sum_{m=1}^{n_{m1}} [(\mu f)_{m1m} \frac{p_{y1} - p_{m1m}}{B p_{y1} - p_{m1m}}]; \quad (7)$$

$$\frac{dp_{y2}}{dt} = (\mu f)_2 \frac{Np_c}{V_y} \cdot \frac{p_c - p_{y2}}{Bp_c - p_{y2}} - \frac{Np_{y2}}{V_y} \sum_{m=1}^{n_{m2}} [(\mu f)_{m2m} \frac{p_{y2} - p_{M2m}}{Bp_{y2} - p_{M2m}}]; \quad (8)$$

$$\frac{dp_{Mim}}{dt} = (\mu f)_{mim} \frac{Np_{yi}}{V_M} \cdot \frac{p_{yi} - p_{Mim}}{Bp_{yi} - p_{Mim}} - (\mu f)_{ij} \frac{Np_{Mim}}{V_M} \frac{p_{Mim} - p_{ij}}{Bp_{Mim} - p_{ij}}; \quad (9)$$

$$V_{ij} \frac{dp_{ij}}{dt} + kp_{ij} \frac{dV_{ij}}{dt} = (\mu f)_{ij} Np_{Mim} \frac{p_{Mim} - p_{ij}}{Bp_{Mim} - p_{ij}}; \quad (10)$$

$$V_{ij} = V_{oi} + b_{oi} z_{ij} + b_{1i} z_{ij}^2; \quad (11)$$

$$Q_{\kappa} = \left\{ \begin{array}{l} V_{\text{PK}}(a_0 + a_1 p_{p1})(a_2 + a_3 \theta) \quad \text{при } p_{p1} < p_{\text{max}} \\ 0 \quad \text{при } p_{p1} \geq p_{\text{max}} \\ 0 \quad \text{при } p_{p1} > p_{\text{min}} \\ V_{\text{PK}}(a_0 + a_1 p_{p1})(a_2 + a_3 \theta) \quad \text{при } p_{p1} \leq p_{\text{min}} \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \frac{dp_{p1}}{dt} > 0 \\ \frac{dp_{p1}}{dt} < 0 \end{array} \right\} p_{p1} < p_{p2}; \quad (12)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{\text{PK}}(a_0 + a_1 p_{p2})(a_2 + a_3 \theta) \quad \text{при } p_{p2} < p_{\text{max}} \\ 0 \quad \text{при } p_{p2} \geq p_{\text{max}} \\ 0 \quad \text{при } p_{p2} > p_{\text{min}} \\ V_{\text{PK}}(a_0 + a_1 p_{p2})(a_2 + a_3 \theta) \quad \text{при } p_{p2} \leq p_{\text{min}} \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \frac{dp_{p2}}{dt} > 0 \\ \frac{dp_{p2}}{dt} < 0 \end{array} \right\} p_{p1} > p_{p2};$$

$$M_{\text{rij}} = \left\{ \begin{array}{l} A_{oi} + A_{1i} p_{ij} + A_{2i} p_{ij}^2 \quad \text{при } \frac{dp_{ij}}{dt} > 0; \\ \frac{k_{Mij}}{k_{pij}} (B_{oi} k_{pij} + B_{1i} p_{ij} + B_{2i} \frac{p_{ij}^2}{k_{pij}}) \quad \text{при } \frac{dp_{ij}}{dt} < 0; \end{array} \right. \quad (13)$$

$$z_{ij} = \left. \begin{cases} 0 & \text{при } 1 \leq p_{ij} \leq p_{oi} \\ \sqrt{c_{oi}(p_{ij} - p_{oi})} & \text{при } p_{ij} > p_{oi} \end{cases} \right\} \frac{dp_{ij}}{dt} > 0; \quad (14)$$

$$\left. \begin{cases} 3\sqrt{c_{li}(p_{ij} - k_{ij}p_{oi})} & \text{при } p_o \leq p_{ij} \leq p_{\max} \\ 0 & \text{при } p_{ij} \leq p_{oi} \end{cases} \right\} \frac{dp_{ij}}{dt} < 0;$$

$$h_i = \begin{cases} 0 & \text{при } 0 < y_i \leq h_o; \\ y_i - h_i - \delta_i & \text{при } y_i > h_o; \end{cases} \quad (15)$$

$$\delta_i = \begin{cases} 0 & \text{при } 0 < p_{ki} \leq p_{ок}; \\ F_k p_{ki} / c_k - \delta_o & \text{при } p_{ок} < p_{ki} \leq p'_{ki}; \\ F_k p'_{ki} / c_k - \delta_o & \text{при } p_{ki} > p'_{ki}; \end{cases} \quad (16)$$

$$y_i = \begin{cases} 0 & \text{при } 0 < t \leq \tau_o; \\ (y_{\max} / t_{\max}) t & \text{при } \tau_o < t \leq t_{\max}; \\ y_{\max} & \text{при } t > t_{\max}, \end{cases} \quad (17)$$

где k — показатель адиабаты; n_p и n_m — число ресиверов и модуляторов на мосту; $N = kv_{кр} A$; A и B — коэффициенты аппроксимации газодинамической функции расхода; $v_{кр}$ — критическая скорость течения воздуха; v_o и v_{ij} — начальный и текущий объемы j -й камеры i -го моста; b_{oi} и b_{li} — коэффициенты аппроксимации зависимости $F(z_{ij})$; c_{oi} и c_{li} — коэффициенты аппроксимации зависимости $z_{ij}(p_{ij})$; p_{oi} — начальная зона нечувствительности зависимости $z_{ij}(p_{ij})$; A_{oi} , A_{li} , A_{2i} , B_{oi} , B_{li} и B_{2i} — коэффициенты аппроксимации зависимости $M_{Tij}(p_{ij})$; k_{rij} и k_{mij} — масштабные коэффициенты для зависимостей $M_{Tij}(p_{ij})$ и $z_{ij}(p_{ij})$ в фазе оттормаживания; $V_{рк}$ — рабочий объем цилиндров компрессора; $a_o - a_3$ — коэффициенты аппроксимации зависимости Q_k ; θ — время работы компрессора; p_{\max} и p_{\min} — верхний и нижний пределы регулирования давления в ресиверах; h_i и y_i — перемещение клапана и штока i -й секции тормозного крана; δ_i и δ_o — соответственно деформация и предварительная деформация уравнивающей пружины; h_o — зазор между штоком и клапаном; F_k — площадь следящего поршня; c_k — жесткость уравнивающей пружины; $p_{ок}$ — зона нечувствительности крана; p'_{ki} — давление, при котором выключается из работы уравнивающая пружина; τ_o —

запаздывание, обусловленное зазорами в механической части привода тормозного крана; t_{\max} — время перемещения педали на величину y_{\max} .

Площади проходных сечений клапанов равны; $f_{ki} = \pi d_{ki}^2 h_i$; $f_{mim} = \pi d_{mim}^2 x_{mim}$; $f_{vim} = \pi d_{vim}^2 x_{vim}$ (d_{ki} , d_{mim} и d_{vim} — диаметры седел клапанов крана и модулятора).

Следует учесть, что при $p_B \ll (P_{тр} + P_{пр} + p_{p2} F_2) / F_1$ $p_C = p_{y2} = p_{m2m} = p_{2j} = 1$ ($P_{тр}$ и $P_{пр}$ — усилие трения и пружины ускорительного клапана; F_1 и F_2 — площади поршней ускорительного клапана).

В случае, когда в схеме привода отсутствует ускорительный клапан, уравнения (5) и (6) исключаются, а в уравнениях (4) и (8) вместо значений p_B и p_C соответственно подставляются значения p_{y2} и p_{k2} .

Динамика пневмопривода в циклическом режиме работы (фазы оттормозивания Φ_0 , выдержки Φ_{B1} и Φ_{B2} , торможения Φ_T) описывается уравнениями (1) — (8), (11) — (14), а также уравнениями:

$$\begin{aligned} \frac{dp_{mim}}{dt} = & \frac{N}{V_M} \left[(\mu f)_{mim} p_{yi} \frac{p_{yi} - p_{mim}}{p_{yi} - p_{mim}} - \frac{(\mu f)_{ij} p_{mim}}{(\mu f)_{mmax}} \times \right. \\ & \times \frac{p_{mim} - p_{ij}}{p_{mim} - p_{ij}} (\mu f)_{mim} + \frac{(\mu f)_{ij} p_{ij}}{(\mu f)_{vmax}} \cdot \frac{p_{ij} - p_{mim}}{p_{ij} - p_{mim}} (\mu f)_{vim} - \\ & \left. - (\mu f)_{vim} p_{mim} \cdot \frac{p_{mim} - p_a}{p_{mim} - p_a} \right]; \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} V_{ij} \frac{dp_{ij}}{dt} + k p_{ij} \frac{dV_{ij}}{dt} = & \frac{N (\mu f)_{ij} p_{mim}}{(\mu f)_{mmax}} \cdot \frac{p_{mim} - p_{ij}}{p_{mim} - p_{ij}} (\mu f)_{mim} - \\ & - \frac{N (\mu f)_{ij} p_{ij}}{(\mu f)_{vmax}} \cdot \frac{p_{ij} - p_{mim}}{p_{ij} - p_{mim}} (\mu f)_{vim}. \end{aligned} \quad (19)$$

При этом следует иметь в виду, что в уравнения (3) и (4) подставляются значения $(\mu f)_{k1}$ и $(\mu f)_{k2}$, соответствующие максимальному открытию клапанов крана.

Для трехосного автомобиля с противоблокировочной тормозной системой динамическая схема пневматического привода контура задней тележки приведена на рис. 1, б. Динамика этого привода во всех фазах работы описывается вышеприведенными уравнениями за исключением уравнения (8), которое для данного случая имеет вид:

$$\frac{dp_{y2}}{dt} = (\mu f)_2 \frac{Np_c}{V_y} \cdot \frac{p_c - p_{y2}}{Bp_c - p_{y2}} - (\mu f)_3 \frac{Np_{y2}}{V_y} \cdot \frac{p_{y2} - p_{y3}}{Bp_{y2} - p_{y3}} - \frac{Np_{y2}}{V_y} \sum_{m=1}^{n_{2m}} [(\mu f)_{m2m} \cdot \frac{p_{y2} - p_{m2m}}{Bp_{y2} - p_{m2m}}]. \quad (20)$$

Кроме того, дополнительно появляется уравнение для узла Y_{y3} :

$$\frac{dp_{y3}}{dt} = (\mu f)_3 \frac{Np_{y2}}{V_y} \cdot \frac{p_{y2} - p_{y3}}{Bp_{y2} - p_{y3}} - \frac{Np_{y3}}{V_y} \sum_{m=1}^{n_{3m}} [(\mu f)_{m3m} \times \frac{p_{y3} - p_{m3m}}{Bp_{y3} - p_{m3m}}]. \quad (21)$$

При установке одного модулятора в узле разветвления на два колеса моста (рис. 2) вместо уравнений (7), (8) и (9) записываются два уравнения в виде

$$\frac{dp_{M1}}{dt} = (\mu f)_1 \frac{Np_{k1}}{V_M} \cdot \frac{p_{k1} - p_{M1}}{Bp_{k1} - p_{M1}} - \frac{Np_{M1}}{V_M} \sum_{j=1}^{n_{k1}} [(\mu f)_{1j} \times \frac{p_{M1} - p_{1j}}{Bp_{M1} - p_{1j}}]; \quad (22)$$

$$\frac{dp_{M2}}{dt} = (\mu f)_2 \frac{Np_c}{V_M} \cdot \frac{p_c - p_{M2}}{Bp_c - p_{M2}} - \frac{Np_{M2}}{V_M} \sum_{j=1}^{n_{k2}} [(\mu f)_{2j} \times \frac{p_{M2} - p_{2j}}{Bp_{M2} - p_{2j}}], \quad (23)$$

где n_{k1} и n_{k2} — число тормозных камер, подключенных к переднему и заднему контуру привода; p_{M1} и p_{M2} — давления в модуляторе соответственно переднего и заднего моста.

Циклический режим работы привода в этом случае описывается уравнениями (1) — (6), (11) — (14), (19), а также уравнениями

$$\frac{dp_{M1}}{dt} = \frac{N}{V_M} \left\{ \frac{p_{k1} (\mu f)_{\exists 1}}{(\mu f)_{m\max}} \cdot \frac{p_{k1} - p_{M1}}{Bp_{k1} - p_{M1}} (\mu f)_{M1} - \right.$$

$$\begin{aligned}
& - \frac{P_{M1}(\mu f)_{M1}}{(\mu f)_{\text{mmax}}} \sum_{j=1}^{n_{K1}} [(\mu f)_{ij} \frac{P_{M1} - P_{ij}}{B_{P_{M1}} - P_{ij}}] + \\
& + \frac{(\mu f)_{B1}}{(\mu f)_{\text{вmax}}} \sum_{j=1}^{n_{K1}} [(\mu f)_{1j} P_{1j} \frac{P_{1j} - P_{M1}}{B_{P_{1j}} - P_{M1}}] - (\mu f)_{B1} P_{M1} \frac{P_{M1} - P_a}{B_{P_{M1}} - P_a} \}; \quad (24)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{dp_{M2}}{dt} = & \frac{N}{V_M} \left\{ P_c(\mu f)_{\varepsilon 2} \cdot \frac{P_c - P_{M2}}{B_{P_c} - P_{M2}} (\mu f)_{M2} - \right. \\
& - \frac{P_{M2}(\mu f)_{M2}}{(\mu f)_{\text{mmax}}} \sum_{j=1}^{n_{K2}} [(\mu f)_{2j} \frac{P_{M2} - P_{2j}}{B_{P_{M2}} - P_{2j}}] + \\
& + \left. \frac{(\mu f)_{B2}}{(\mu f)_{\text{вmax}}} \sum_{j=1}^{n_{K2}} [(\mu f)_{2j} P_{2j} \frac{P_{2j} - P_{M2}}{B_{P_{2j}} - P_{M2}}] - (\mu f)_{B2} P_{M2} \frac{P_{M2} - P_a}{B_{P_{M2}} - P_a} \right\}, \quad (25)
\end{aligned}$$

где $(\mu f)_{\varepsilon 1}$ и $(\mu f)_{\varepsilon 2}$ – эквивалентные пропускные способности участков магистралей от разветвления до модуляторов и его впускных клапанов, определяемые по рекомендациям [2].

При этом следует иметь в виду, что в уравнениях (3) и (6) вместо p_{y1} , p_{y2} нужно подставлять соответственно p_{M1} и p_{M2} , а в уравнении (19) вместо P_{Mim} , P_{Vim} , $(\mu f)_{\text{mim}}$ и $(\mu f)_{\text{vim}}$ – соответственно P_{Mi} , P_{Vi} , $(\mu f)_{Mi}$ и $(\mu f)_{Vi}$.

Если не учитывать емкости крана, ускорительного клапана и модулятора и принять релейное открытие их клапанов, то динамическая схема привода упрощается, как показано на рис.3. Здесь $(\mu f)_{T1}$ и $(\mu f)_{T2}$ представляют собой эквивалентные проходимость параллельных участков магистрали от модулятора до тормозных камер, равные $(\mu f)_{T1} = (\mu f)_{11} + (\mu f)_{12}$, $(\mu f)_{T2} = (\mu f)_{21} + (\mu f)_{22}$. На схеме тормозные камеры каждого моста заменены одной эквивалентной камерой, параметры которой определяются по рекомендациям [3].

Динамика привода во всех фазах работы, согласно такой упрощенной динамической схеме, кроме уравнения (1), описывается уравнениями:

$$\frac{dp_{pi}}{dt} = (\mu f)_{pi} \frac{N_{p3}}{V_{pi}} \cdot \frac{p_3 - p_{pi}}{B_{p3} - p_{pi}} - (\mu f)_{\varepsilon 1} \frac{N_{p_{pi}}}{V_{pi}} \cdot \frac{P_{pi} - p_i}{B_{P_{pi}} - p_i}; \quad (26)$$

$$\begin{aligned}
V_i \frac{dp_i}{dt} + k_{pi} \frac{dV_i}{dt} = & \frac{N_{p_{pi}}(\mu f)_{\varepsilon 1}}{(\mu f)_{\text{mmax}}} \cdot \frac{P_{pi} - p_i}{B_{P_{pi}} - p_i} (\mu f)_{Mi} - \\
& - \frac{N_{p_i}(\mu f)_{\varepsilon i}}{(\mu f)_{\text{вmax}}} \cdot \frac{p_i - P_a}{B_{p_i} - P_a} (\mu f)_{Vi}, \quad (27)
\end{aligned}$$

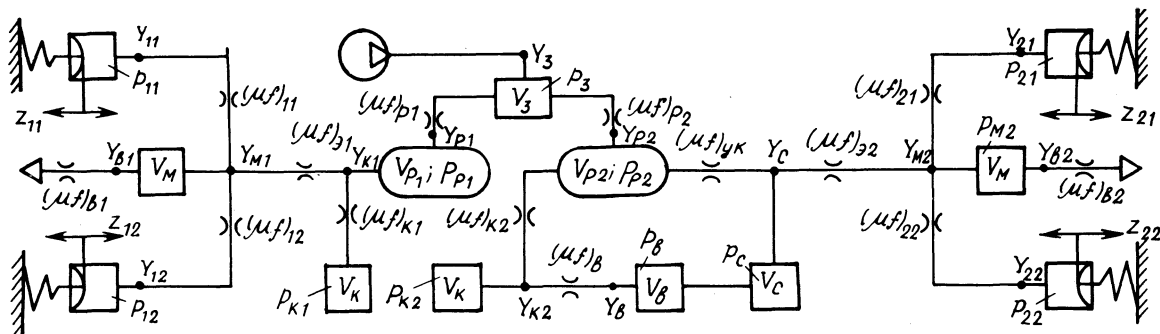


Рис. 2. Динамическая схема пневматического привода противоблокировочной тормозной системы двухосного автомобиля с модуляторами на каждый мост.

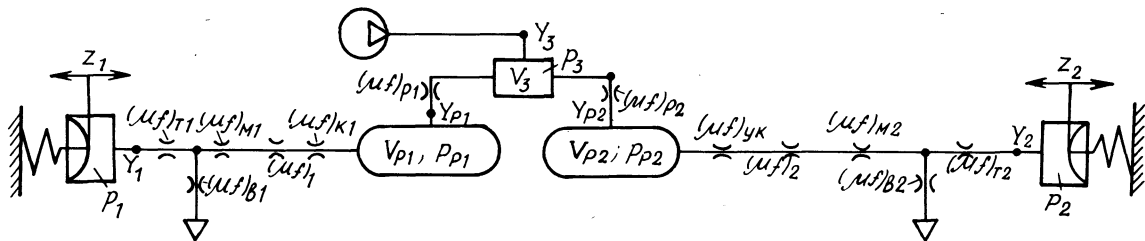


Рис. 3. Упрощенная динамическая схема пневматического привода противоблокировочной тормозной системы двухосного автомобиля.

где $(\mu f)_{z_i}$ и $(\mu f)'_{z_i}$ — эквивалентные пропускные способности пневмоцепи от i -го ресивера до i -й тормозной камеры соответственно при ее наполнении и опорожнении, которые определяются по работе [2].

Значения V_i, z_i, M_{Ti} вычисляются по зависимостям, аналогичным (11) — (13).

Таким образом, разработанная математическая модель пневмопривода протитуприковочной тормозной системы грузового автомобиля позволяет исследовать различные установки модуляторов на автомобиле и различные алгоритмы регулирования давления и тормозного момента, а также оценить влияние параметров пневмопривода на его динамические характеристики. Эта модель является составной частью общей математической модели всей пневматической протитуприковочной тормозной системы грузового автомобиля, которая дополнительно включает модель, описывающую движение автомобиля при торможении, и модель, описывающую логику работы электронно-решающего блока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автупушко В.П. Математическая модель гидропривода протитуприковочной тормозной системы автомобилей особо большой грузоподъемности. — В сб.: Автотракторостроение: Теория и конструирование мобильных машин. Минск, 1980, вып. 15, с. 13—25.
2. Герц Е.В., Крейнин Г.В. Расчет пневмоприводов: Справочное пособие. — М., 1975. — 272 с.
3. Метлюк Н.Ф., Автупушко В.П. Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобилей. — М., 1980, —232 с.

УДК 629.113—585

М.М.Белуос, А.И.Гришкевич

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМОЙ ТОЧНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ

Вопрос о точности работы возникает при создании любой системы управления, так как он связан с размерами ее элементов, требованиями к качеству деталей, с надежностью и стоимостью. Сложность задачи заключается в необходимости получения ответа до начала разработки самой системы.

При определении требуемой точности работы системы центральной синхронизации положение усугубляется еще и тем, что требования к точности системы зависят от конструкции трансмиссии автомобиля, так как динамические нагрузки в трансмиссии при определенном рассогласовании частот вращения ведущих и ведомых частей коробки передач в момент включения передачи зависят от динамической схемы трансмиссии.

Исследования проводились на комплексе, состоящем (рис. 1) из системы управления А и аналоговой вычислительной машины (АВМ) Б. На АВМ