

УДК 629.113

**С. Н. ШУКЛИНОВ**, канд. техн. наук, доц. ХНАДУ, Харьков  
**А. А. ВЛАСЕНКО**, студентка ХНАДУ

### ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАКУУМНОГО УСИЛИТЕЛЯ ТОРМОЗНОГО ПРИВОДА

Предложена методика выбора параметров статической характеристики вакуумного усилителя тормозов, согласованной с характеристикой тормозного управления автомобиля.

**Ключевые слова:** Статическая характеристика, вакуумный усилитель, тормозной привод, тормозные механизмы, замедление.

**Введение.** Статическая характеристика вакуумного усилителя тормозного привода  $F_{ш} = f(F_T)$  отражает зависимость усилия на выходе действующего на штоке, от усилия на входе, приложенного к толкателю и определяется параметрами следящего и распределительного устройств. В свою очередь выбор типа характеристики и ее параметров существенно влияет на эффективность тормозного управления.

Для повышения эффективности вакуумного усилителя тормозного привода его статическая характеристика должна быть согласована с нагрузкой (тормозной привод с тормозными механизмами), управляющим воздействием (усилие на педали тормоза) и характеристикой торможения автомобиля. Водитель прикладывает усилие к педали тормоза, вследствие этого тормозные механизмы создают искусственное сопротивление вращению и на колесах формируются тормозные силы, а автомобиль приобретает замедление  $j_a$ . Характеристика тормозного управления может быть представлена в виде зависимости  $j_a = f(P_{п})$ , изображенной на рис. 1.

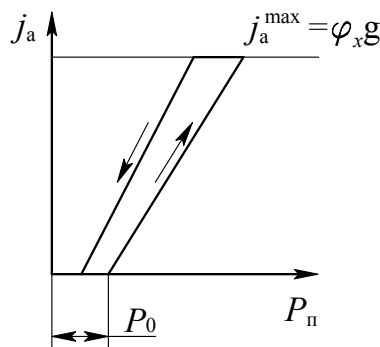


Рисунок 1 – Статическая характеристика тормозного управления автомобилем

**Анализ публикаций.** В работе [1] автор показал, что линейная характеристика зависимости  $j_a = f(P_{п})$  в интервале замедлений 1-4 м/с<sup>2</sup> предпочтительней других с точки зрения точности управления. Многочисленные исследования [2, 3, 4] показали, что зона нечувствительности  $P_0$  статической характеристики тормозного управления не должна быть меньше 45 Н, чтобы тормозная система не включалась бы под действием на педаль силы тяжести ноги водителя.

© С. Н. Шуклинов, А. А. Власенко, 2012

Авторы исследований [5] предложили методику определения коэффициента усиления вакуумного усилителя для экспериментально определенных значений максимального давления в тормозных контурах привода. Для того чтобы обеспечить качественное регулирование необходимо чтобы не линейные участки статической характеристики вакуумного усилителя тормозов располагались бы за пределами линейной статической характеристики тормозного управления.

**Цель и постановка задачи.** Целью данной работы является разработка методики выбора параметров статической характеристики вакуумного усилителя тормозного привода. Выбранные параметры должны обеспечивать высокий коэффициент эффективности и качество регулирования. Для этого необходимо установить связь между параметрами характеристики вакуумного усилителя и тормозного управления во всем диапазоне регулирования.

**Выбор параметров статической характеристики вакуумного усилителя тормозного привода.** Для выбора параметров статической характеристики вакуумного усилителя используем восходящую ветвь статической характеристики тормозного управления.

Представленные на рис. 2 функции  $j_{ап} = f(P_{п})$  и  $j_{ас} = f(P_{п})$  отражают зависимости замедления автомобиля от усилия на педали, соответственно для груженого и не груженого состояния. Очевидно, что при одном и том же усилии на педали замедление автомобиля в не груженом состоянии выше, чем для груженого состояния. При очень высоком темпе изменения замедления при изменении усилия на педали ухудшается регулируемость тормозного управления. Поэтому коэффициент эффективности тормозного управления ограничивается для не груженого состояния автомобиля с учетом зоны нечувствительности и регулируемости [1].

$$\kappa_c P_0 \leq 2.3 \text{ м/с}^2, \quad (1)$$

где  $\kappa_c = \frac{j_{ас}}{P_{п}}$  – коэффициент эффективности тормозного управления автомобиля в не груженом состоянии.

Усилие на педали, необходимое для создания нормативного замедления груженого автомобиля должно соответствовать [1] зависимости:

$$P_{п}^* \geq P_0 \left( 1 + [j_a] \frac{m_a}{2.3 m'_a} \right), \quad (2)$$

где  $[j_a]$  – нормативное замедление автомобиля;

$m_a, m'_a$  – соответственно полная масса автомобиля и масса автомобиля в не груженом состоянии (снаряженная масса автомобиля плюс масса водителя).

Поскольку замедление автомобиля прямопропорционально давлению жидкости в приводе, то зависимость  $p_{ж} = f(P_{п})$  должна быть аффинной зависимости замедления от усилия на педали. Так как максимальное усилие на педали формируется при торможении груженого автомобиля, то рационально совместить характеристики

$j_{ап} = f(P_{п})$  и  $p_{ж} = f(P_{п})$  для груженого автомобиля. Поэтому значение давления жидкости в тормозных механизмах передних и задних колес, соответствующее нормативному замедлению определим для груженого состояния автомобиля

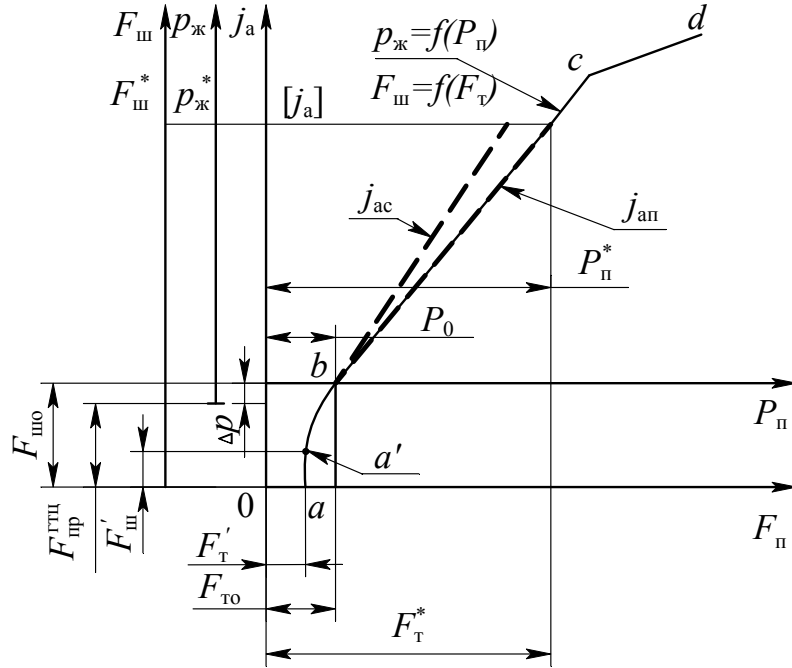


Рисунок 2 – Определение параметров статической характеристики вакуумного усилителя тормозного привода

$$p_{ж1}^* = \frac{0,5\beta_1 m_a [j_a] r_d}{r_1 \cdot K_{э1}} + \Delta p_1; \quad (3)$$

$$p_{ж2}^* = \frac{0,5(1-\beta_1) m_a [j_a] r_d}{r_2 \cdot K_{э2}} + \Delta p_2, \quad (4)$$

где  $\beta_1$  – коэффициент распределения тормозной силы;

$r_d$  – динамический радиус колеса;

$r_1, r_2$  – радиус трения (для дисковых тормозных механизмов  $r_{1,2} = r_{ср}$ , для барабанных  $r_{1,2} = r_{б}$ ;  $r_{ср}$  – средний радиус трения диска;  $r_{б}$  – радиус трения барабана);

$K_{э1}, K_{э2}$  – коэффициент эффективности тормозного механизма, соответственно на переднем и заднем колесе;

$\Delta p_1, \Delta p_2$  – давление жидкости, при котором колодки тормозного механизма касаются барабана (для дисковых механизмов  $\Delta p = 0$ ).

Начало координат графика  $p_{ж} = f(P_{п})$  (см. рис. 2) должно совпадать с началом координат зависимости  $j_a = f(P_{п})$ , если в тормозной системе применяются дисковые тормозные механизмы, хотя бы на одной оси. В случае применения барабанных

тормозных механизмов начало координат  $p_{ж} = f(P_{п})$  должно быть сдвинуто вниз на величину  $\Delta p$  равную меньшему значению из  $\Delta p_1$  и  $\Delta p_2$ .

При этом давление жидкости в приводе  $p_{ж}^c$ , соответствующее точке насыщения усилителя по давлению должно быть больше значений, определяемых зависимостями (3) и (4). При заданных параметрах тормозного привода и педали тормоза усиление на входе усилителя (на толкателе) соответствующее нормируемому замедлению автомобиля определяется зависимостью:

$$F_T^* = i_{п} P_{п}^* , \quad (5)$$

где  $i_{п}$  – передаточное число педального привода;

$P_{п}^*$  – усилие на педали при нормируемом замедлении автомобиля.

Этому усилию соответствует усилие на выходе усилителя тормозов (на штоке):

$$F_{ш}^* = \frac{(p_{ж}^* - \Delta p) S_{гтц}}{(P_{п}^* - P_0) i_{п}} + F_{пр}^{гтц} , \quad (6)$$

где  $S_{гтц}$  – площадь поршня главного тормозного цилиндра;

$F_{пр}^{гтц}$  – усилие возвратных пружин поршней главного тормозного цилиндра в положении соответствующем торможению с нормативным замедлением.

При этом начало координат  $F_{ш} = f(F_T)$  должно быть сдвинуто вниз относительно начала  $p_{ж} = f(P_{п})$  на величину  $F_{пр}^{гтц}$ .

В результате усилие на штоке усилителя  $F_{шо}$ , соответствующее моменту касания тормозных колодок диска (барабаны) должно быть

$$F_{шо} = F_{пр1}^{гтц} + \Delta p S_{гтц} , \quad (7)$$

где  $F_{пр1}^{гтц}$  – усилие возвратных пружин поршней главного тормозного цилиндра в положении поршней соответствующем давлению в приводе  $\Delta p$ .

Этому усилию на выходе усилителя соответствует усилие на педали тормоза  $P_0$ , определяемое выражение:

$$P_0 = \frac{F_{то}}{i_n} + \frac{P_{пр}}{i_{пр}} , \quad (8)$$

где  $F_{то}$  – усилие на толкателе усилителя, соответствующего усилию на штоке  $F_{шо}$ ;

$P_{пр}$  – усилие возвратной пружины педали тормоза;

$i_{\text{пр}}$  – передаточное число педали тормоза для возвратной пружины.

Из выражения (8) можно записать

$$F_{\text{то}} = P_{\text{о}} i_{\text{п}} - P_{\text{пр}} \frac{i_{\text{п}}}{i_{\text{пр}}} . \quad (9)$$

Очевидно, что нечувствительность усилителя должна удовлетворять условию

$$F_{\text{то}} \leq P_{\text{о}} i_{\text{п}} - P_{\text{пр}} \frac{i_{\text{п}}}{i_{\text{пр}}} . \quad (10)$$

### Выводы

Предложенная методика позволяет определить параметры статической характеристики вакуумного усилителя согласованные с параметрами характеристики тормозного управления автомобилем. При этом линейный участок статической характеристики усилителя тормозного привода совпадает с характеристикой тормозного управления автомобиля, что позволит обеспечить высокий коэффициент эффективности и качество регулирования.

**Список литературы:** 1. *Савельев Б.В.* Обоснование статической характеристики тормозной системы автомобиля: автореф. дис. на соискание степени канд. техн. наук: спец. 05.05.03 «Автомобили и тракторы» / *Б.В. Савельев.* – М., 1988. – 22 с. 2. *Савин Н.М.* Силовые параметры процесса срабатывания гидравлического тормозного привода автомобиля / *Н.М. Савин, И.И. Годун* // Труды Новочеркасского политехнического института. – 1968. – том 183. 3. *Harries D.A.* Pedal feel with Power Staking Systems / *Harries D.A.* // Lucas Engineering review. – 1978. – № 3. – P. 65 – 69. 4. *Nigg R.L.* The variable ratio master cylinder-a description of its function and operation / *R.L. Nigg, A.W. Palmer, R.F. Green* // SAE prepr. – 1975. – № 750382. 5. *Geupel H.* Auslegung der Betätigungseinrichtung für Bremsen von Personenwagen / *H. Geupel, M. Reichel* // ATZ Automobiltechnische Zeitschrift. – 1977. – Jg. 79, N. 7/8. – S. 291 – 294.

Поступила в редколлегию 6.11.2012

УДК 629.113

**Шуклинов С.Н.** Выбор параметров статической характеристики вакуумного усилителя тормозного привода / *С.Н. Шуклинов, А.А. Власенко* // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2012. – № 60 (966). – С. 78–82. – Бібліогр.: 5 назв.

Запропонована методика вибору параметрів статичної характеристики вакуумного підсилювача гальм що узгоджена зі характеристикою тормозного управління автомобіля.

**Ключові слова:** Статична характеристика, вакуумний підсилювач, гальмовий привід, гальмові механізми, уповільнення.

The choice technique of static characteristic of brake vacuum booster conformal with the characteristic of vehicle braking control offered.

**Keywords:** Statistic characteristic, vacuum booster, brake gear, brake assembly, slowdown.