

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. № 653154 (СССР). Модулятор давления для противоблокировочной тормозной системы транспортного средства/В.В.Капустин, Н.Ф.Метлюк, А.Г.Денисов и др. – Опул. в Б.И., 1979, № 11. 2. Волкус С.С., Капустин В.В., Мочалов В.В. Сопряженная с ЭВМ стендовая установка для исследования противоблокировочной тормозной системы. – Автомобильный и городской транспорт. М., 1979, вып. 4, с. 15–16 (ЧА128ДЕП). 3. Капустин В.В. Исследование динамики и обоснование параметров модулятора противоблокировочного устройства гидравлического тормозного привода большегрузных автомобилей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Минск, 1977 – 224 с. 4. Тарко Л.М. Переходные процессы в гидравлических механизмах. – М., 1973. – 167 с.

УДК 629.113 – 597.5

**Н.Ф.Метлюк, В.П.Автушко, П.Р.Бартош,
П.Н.Кишкевич, Ф.К.Кравец**

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПИТАЮЩЕЙ ЧАСТИ ПНЕВМОПРИВОДА ПРОТИВОБЛОКИРОВОЧНОЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ

Пневмопривод противоблокировочной тормозной системы (ПБС) работает в циклическом режиме. Это вызывает увеличение расхода воздуха. В связи с чем особую актуальность приобретают вопросы экспериментального исследования питающей части такого привода с целью оценки влияния ряда эксплуатационных факторов (начальной скорости торможения, коэффициента сцепления, нагрузки на ось), схемы ПБС, режима ее работы на расход воздуха, а также проверки энергоемкости (запаса сжатого воздуха) системы в соответствии с требованиями в проекте приложения к Правилам № 13 ЕЭК ООН.

Эксперименты проводились в Проблемной лаборатории автомобилей БПИ на инерционном стенде, предназначенном для испытаний пневматических ПБС [1]. Принципиальная схема испытуемой тормозной системы приведена на рис. 1. При испытаниях были приняты параметры тормозной системы автомобиля МАЗ–5336. Исследовались схемы ПБС: 0021; 0022 и 2121. Первая и вторая цифры в обозначениях схем показывают соответственно количество датчиков и модуляторов на переднем мосту автомобиля; третья и четвертая – на заднем мосту автомобиля.

Испытания проводились по следующей методике. Компрессор наполнял ресиверы до максимального давления $p_{\text{pec}} = 0,8$ МПа. Электродвигатель разгонял до необходимой скорости беговые барабаны стенда и колеса моста автомобиля, предварительно прижатые к барабанам заданной нагрузкой. Частота вращения вала компрессора соответствовала холостому режиму вращения коленвала двигателя ($\omega = 41,86 - 52,33$ рад/с). Испытания на стенде про-

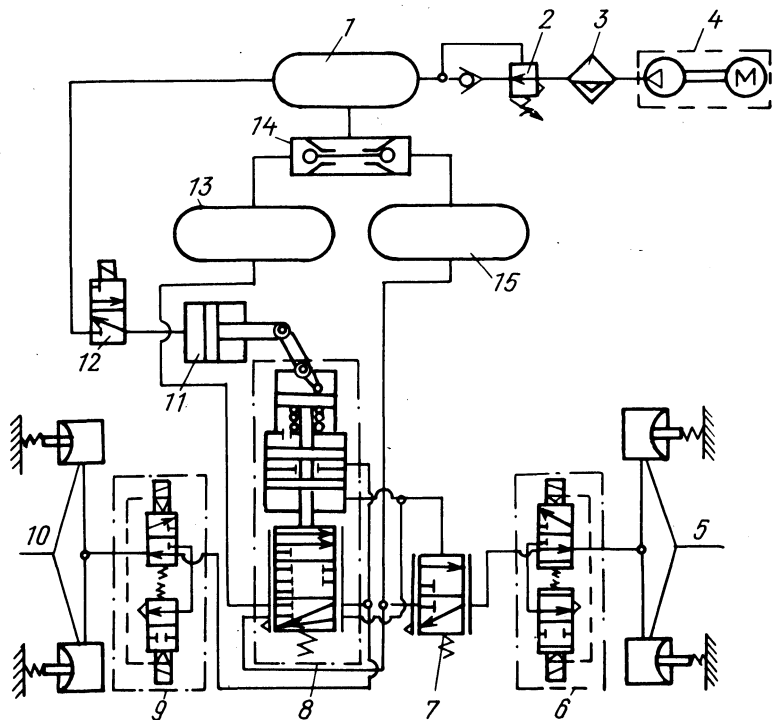


Рис. 1. Принципиальная схема испытуемой пневматической противоблокировочной тормозной системы:
 1, 13, 15 – ресиверы, 2 – регулятор давления; 3 – влагомаслоотделитель; 4 – компрессорная установка; 5, 10 – задние и передние тормозные камеры; 6, 9 – модуляторы; 7 – ускорительный клапан; 8 – тормозной кран; 11 – пневмоцилиндр; 12 – электропневмоклапан; 14 – двойной защитный клапан.

водились при экстренном режиме торможения. При включении электроклапана 12 посредством пневмоцилиндра 11 начинает действовать противоблокировочная тормозная система и автоматически осуществляется оптимальный процесс торможения колес моста. В процессе испытаний коэффициент сцепления φ колес с опорной поверхностью изменялся за счет введения водоземulsionной жидкости в контакте колес с беговыми барабанами при помощи специального приспособления, установленного на стенде. С целью определения максимального расхода сжатого воздуха в процессе торможения производилось синхронное управление всех модуляторов электронно-решающим блоком (ЭРБ), что соответствует допущению о равенстве коэффициента сцепления для всех колес автомобиля. С помощью осциллографа регистрировались: давление воздуха в ресиверах и тормозных камерах, тормозной момент, перемещение штоков тормозных камер, частота вращения беговых барабанов и колес моста. Испытания проводились для различных схем ПБС

при начальных скоростях торможения $v_H = 2,78; 5,56; 8,34; 1,11; 13,9$ м/с, вертикальных нагрузках на мост $G_B = 10, 20, 30, 40, 50, 60$ кН, коэффициентах сцепления $\varphi = 0,2; 0,4; 0,7$.

В результате испытаний установлено, что на падение давления в ресиверах за одно торможение существенно влияют схема ПБС, начальная скорость торможения v_H и коэффициент сцепления φ . Как следует из рис. 2, а, полученном для $G_B = 60$ кН, при увеличении v_H давление в ресиверах 1, 13, 15 (обозначено соответственно p_1, p_{p1}, p_{p2}) уменьшается. Изменение G_B незначительно влияет на величину давления в ресиверах (рис. 2, б); эти данные получены для $v_H = 13,9$ м/с. Анализ результатов испытаний показал, что с уменьшением φ (с 0,7 до 0,2) время торможения до полной остановки колес возрастает, в то время как давление в ресиверах снижается незначительно (до 5%). Последнее объясняется тем, что в этом случае ПБС функционирует в различных режимах (при $\varphi \approx 0,2$ частота f и скважность τ сигнала управления модуляторами соответственно равны 0,5 – 1,5 Гц и 0,25–0,35, а при $\varphi = 0,7$ $f = 1,5$ –2,5 Гц, $\tau = 0,4$ –0,6), а это обуславливает различный расход воздуха.

При испытаниях исследовалось также влияние количества торможений в единицу времени на изменение давления воздуха в ресиверах при различных схемах ПБС и режимах ее функционирования. В этом случае испытания тормозной системы (рис. 1) проводились с использованием электронного генератора импульсов, установленного вместо ЭРБ, что позволило провести исследование в более широких диапазонах частот и скважностей сигналов регулирования модуляторов ПБС и иметь стабильные значения этих параметров. В процессе испытаний выполнялось 1, 2, 3, 4 и 5 торможений в минуту. Время торможения в зависимости от v_H и φ определялось из полученных осциллограмм.

На рис. 3 показаны динамические характеристики тормозной системы, полученные при условии: число торможений в минуту – 4, время одного торможения – 2 с, время между торможениями – 13 с, частота $f = 2$ Гц,

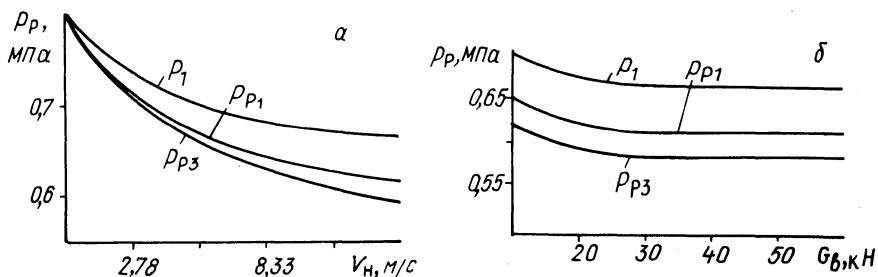


Рис. 2. Изменение давления в ресиверах в зависимости от начальной скорости торможения для схемы ПБС 2121 при $\varphi = 0,2$.

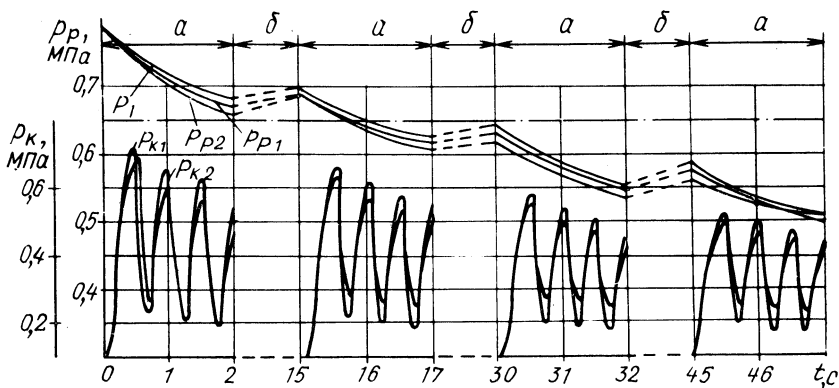


Рис. 3. Динамические характеристики противоблокировочной тормозной системы по схеме 2121:
 а – время торможения; б – время между торможениями.

скважность $\tau = 0,5$, режим функционирования модуляторов ПБС – двухфазовый. В процессе торможения частота вращения вала компрессора устанавливалась $\omega = 52,33$ рад/с, а между торможениями практически мгновенно принудительно повышалась до $\omega = 125$ рад/с. Здесь p_{k1} и p_{k2} – соответственно давление в передних и задних камерах автомобиля.

В результате этих исследований установлено, что при увеличении количества торможений в единицу времени, а также длительности торможения давление в ресиверах существенно снижается и за время между торможениями $t = 13$ с не успевает наполниться до максимального давления. Значительное влияние на падение давления в ресиверах в процессе торможения оказывает режим функционирования модуляторов ПБС. При работе модуляторов в двухфазовом режиме остаточное давление в ресиверах ниже на 11–20% по сравнению с трехфазовым. Наличие третьей фазы (выдержки) обуславливает более высокий уровень давления в конце фазы оттормаживания, что уменьшает расход воздуха, а следовательно, и падение давления в ресиверах.

В процессе исследований осуществлялась также проверка энергоемкости питающей части тормозной системы автомобиля и ее соответствие требованиям проекта приложения к Правилам № 13 ЕЭК ООН [2]. Испытания проводились по методике, соответствующей методикам дорожных испытаний [3]. Согласно указанной методике, за критерий расхода рабочего тела, затрачиваемого на процесс торможения автомобиля, оборудованного ПБС, принята величина остаточного давления $p_{рес}$ в ресиверах. При этом считается, что энергоемкость тормозной системы является удовлетворительной, если величина остаточного давления $p_{рес}$ в ресиверах равна или больше величины давления $p_{рн}$, необходимого для обеспечения достаточной эффективности запасной тормозной системы автомобиля (для автомобилей семейства МАЗ $p_{рн} = 0,5$ МПа).

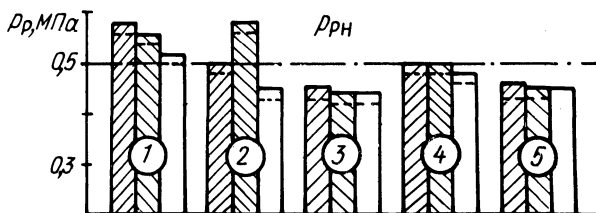


Рис. 4. Значения остаточного давления в ресиверах питающей части противоблокировочной тормозной системы для различных схем: 1 — схема 0021; 2 — схема 0022; 3 — схема 2121; 4 — схема 2121 с дополнительным ресивером объема $20 \cdot 10^3$ м³; 5 — схема 2121 (камеры с противодавлением); — — — — — трехфазовый режим; - - - - - двухфазовый режим; — $-P_{p1}$; — $-P_{p2}$;

Результаты проверки энергоемкости тормозной системы при различных схемах и режимах функционирования ПБС приведены на рис. 4. Как видно из полученных исследований, энергоемкость питающей части испытуемой тормозной системы соответствует существующим нормам лишь при схеме 0021 при двух- и трехфазовом режимах функционирования модулятора. В случае применения схемы 2121 запас сжатого воздуха не удовлетворяет требованиям проекта приложения к Правилам № 13 ЕЭК ООН. При установке дополнительного ресивера объемом $20 \cdot 10^3$ м³ остаточное давление в ресиверах удовлетворяет указанным требованиям только при работе модулятора по трехфазовому режиму. Применение тормозных камер с противодавлением при работе модуляторов в двухфазовом режиме увеличивает остаточное давление на 12–15% по сравнению с применением обычных камер.

Таким образом, экспериментальные исследования показали, что при разработке пневматических противоблокировочных систем необходимо большое внимание уделять выбору параметров питающей части системы (производительность компрессора, количество и объем ресиверов, уровень рабочего давления системы), а также выбору параметров исполнительных элементов привода с целью уменьшения объема воздуха, затрачиваемого на процесс торможения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лешкевич А.Ю., Метлюк Н.Ф., Флерко И.М. Стенд для испытания автоматических противоблокировочных систем грузовых автомобилей. — В сб.: Автотрактооростроение: Автоматизированные системы управления автомобилей, тракторов и их двигателей. Минск, 1978, вып. 10, с. 67–70.
2. Проект приложения к Правилам № 13 "Предписания, касающиеся испытаний тормозных систем, оборудованных антиблокировочными устройствами". Документ ЕЭК ООН TRANS /SC.1/WP.29/GRF/2.
- Гуревич Л.В. Современные методы дорожных испытаний автомобильных антиблокировочных систем: Обзорная информация. — М., 1978, 98 с.