

УДК 629.3.01

**Н.В. Попов**

зав. лаб., доц., МАДИ,

тел. +7(903)156-98-03,

e-mail: niko-popov@yandex.ru

## **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ЛЕГКОВЫХ ШИН И ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ КОМПЛЕКСА КУИДМ-2 «КАРУСЕЛЬ»**

**Аннотация.** В статье приведён анализ конструктивных схем проектируемой системы торможения стенда КУИДМ-2 «Карусель». Рассмотрены особенности реализации системы торможения стенда на базе отработанных узлов электронных систем безопасности автомобиля.

**Ключевые слова:** стенд «Карусель», система торможения, гидравлический блок, АБС, ESP.

### **Введение**

На территории учебно-испытательного центра МАДИ функционирует комплекс универсальных испытаний дорожных материалов и автомобильных шин КУИДМ-2 «Карусель». Комплекс располагается на двух испытательных площадках диаметром 40 м каждая. На площадке № 1 смонтирован стенд для моделирования процессов, происходящих в контакте шины легкового автомобиля с дорожной одеждой, на площадке № 2 – шины грузового автомобиля с дорожной одеждой.

Конструкция легкового стенда (рис. 1) следующая: в центре площадки № 1 расположена поворотная опора, на которой установлены четыре

трубчатые динамические лопасти длиной 10–16 м. На другом конце каждой динамической лопасти закреплена тележка станда, представляющая элементы передней подвески и привода колеса легкового автомобиля, аналогичные по конструкции соответствующему узлу автомобиля Chevrolet Niva. Нагрузка на тележку станда составляет около 600 кг и может изменяться. К колесам трех из четырех тележек подводится крутящий момент, вызывая поворотное движение станда вокруг центральной опоры. Силовая установка станда представляет собой насосную станцию высокого давления, приводимую от дизельного двигателя мощностью 200 кВт. Давление от насосной станции с помощью гидравлических двигателей, расположенных в динамических лопастях, преобразуется в крутящий момент на ведущих полуосях тележек станда. Поверхность площадки станда может быть выполнена из различных дорожных материалов. Технические возможности станда позволяют моделировать различные режимы воздействия легкового автомобильного транспорта на дорожное покрытие при скорости движения до 140 км/ч [1–6].



Рис. 1. Легковой станд измерительного комплекса «КУИДМ-2» Карусель

Таким образом, станд позволяет проводить следующие виды испытаний:

– определение уровня шума при движении колес по покрытиям из различных материалов;

- определение износостойкости нескольких образцов конструкций дорожной одежды и автомобильных шин в одних и тех же условиях;
- определение влияния антигололедных химических реагентов на долговечность материалов покрытия и изменение коэффициентов сцепления;
- определение влияния воздействия шипов автомобильных шин на материалы дорожного покрытия и их устойчивость к износу и образованию колеи;
- испытание материалов дорожной разметки на долговечность;
- определение влияния на коэффициент сцепления степени износа протектора пневматической шины и т.д. [3].

### **Принципы функционирования проектируемой системы торможения стенда**

Для осуществления торможения стенда в соответствии с условиями научного гранта в рамках программы стратегического развития МАДИ рассматривались следующие конструктивные схемы (рис. 2):

– торможение осуществляется ведущей полуосью от гидромотора, работающего в насосном режиме – схема № 1 (рис. 2а);

– торможение осуществляется колёсным тормозным механизмом. Давление тормозной жидкости создается насосом, имеющим привод от электрического двигателя – схема № 2 (рис. 2б);

– торможение осуществляется колёсным тормозным механизмом. Давление тормозной жидкости создается возвратным насосом АБС гидравлического блока ESP автомобиля – схема № 3 (рис. 2в).

Преимуществами схемы № 1 являются:

- более точное регулирование тормозного момента;

- более точное регулирование относительного скольжения затормаживаемого колеса;
- простота реализации.

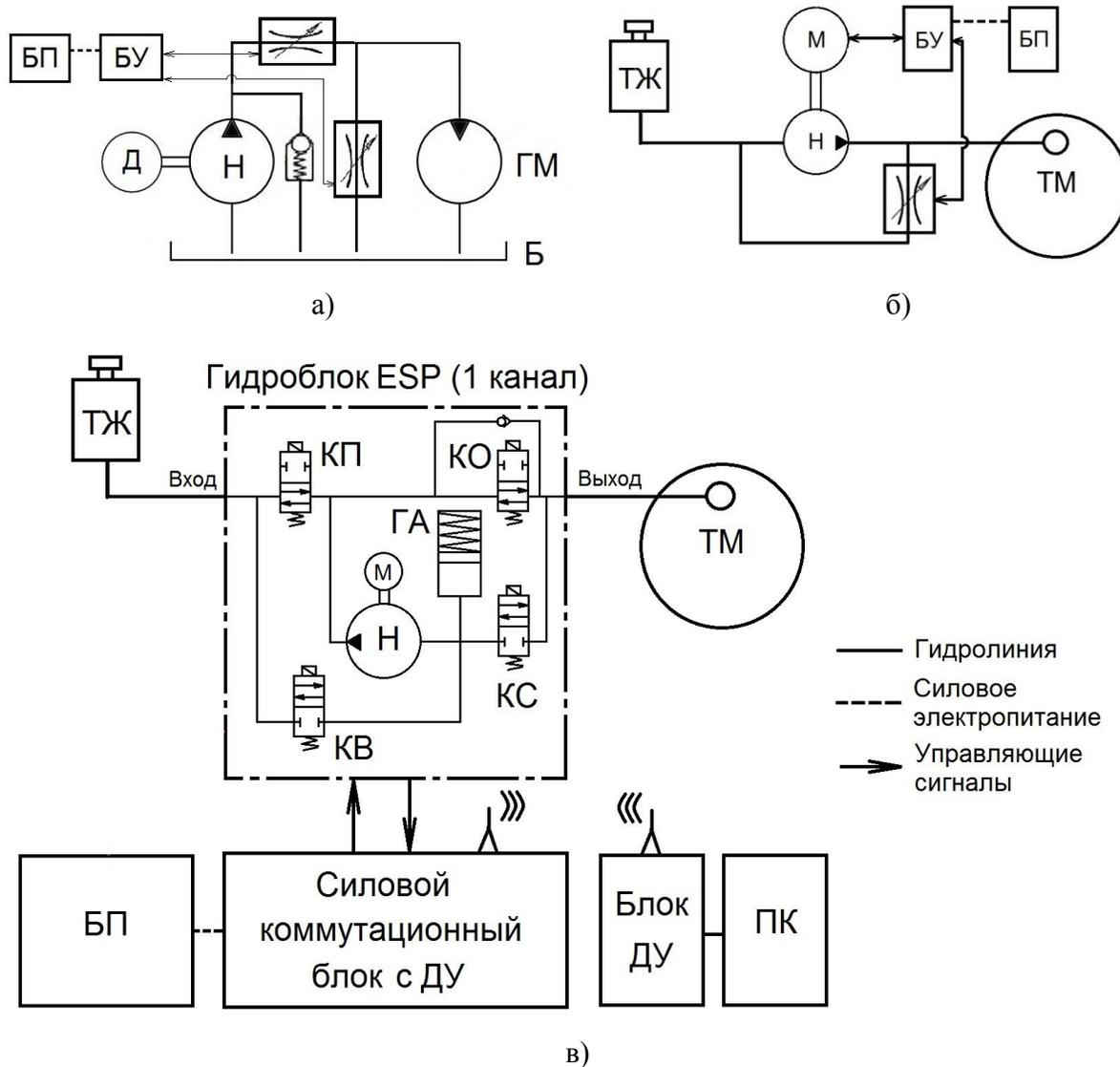


Рис. 2. Функциональная схема торможения стенда:  
а) схема № 1; б) схема № 2; в) схема № 3.

Условные обозначения: ТЖ – резервуар с тормозной жидкостью; ТМ – тормозной механизм; ПК – персональный компьютер; ДУ – дистанционное управление; БП – блок силового электропитания; Н – насос; М – двигатель; ГА – гидроаккумулятор; КО – клапан отсечки; КС – клапан сброса; КВ – клапан высоконапорный; КП – клапан переключения; ГМ – гидромотор; Б – бак с рабочей жидкостью

Недостаткам схемы № 1 являются:

- необходимость установки масляного радиатора для охлаждения рабочей жидкости;
- нагружение приводного вала;
- снижение ресурса шарниров равных угловых скоростей;
- отказ тормозной системы при разрушении привода;
- большее время срабатывания по сравнению со схемами № 2, 3.

Преимуществом схемы № 2 является низкая стоимость устанавливаемых узлов и агрегатов.

Преимуществом схемы № 3 является её реализация на базе отработанных узлов электронных систем безопасности автомобиля и, следовательно, высокая надёжность.

Недостатком схем №№ 2 и 3 является:

- необходимость установки агрегатов и узлов гидравлической тормозной системы на каждую тележку станда;
- перегревание тормозных колодок при длительном торможении и изменение коэффициента трения тормозных накладок при нагреве;
- необходимость обслуживания и периодической замены тормозных колодок;
- необходимость обеспечения электрического питания устанавливаемых агрегатов;
- высокая стоимость гидроблока и силового коммутационного блока (для схемы № 3).

Для реализации схем № 2 и № 3 на тележку станда устанавливаются гидравлическая тормозная система, в состав которой входят:

- штатный тормозной механизм автомобиля Chevrolet Niva;
- резервуар для тормозной жидкости;

- источник электрического питания;
- насос с приводом от электродвигателя (схема № 2);
- регулируемый дроссель (схема № 2);
- гидравлический блок (схема № 3);
- силовой коммутационный блок (схема № 3).

### **Особенности работы системы торможения по схеме 3**

Управление тормозной системой стенда осуществляется персональным компьютером с помощью блока дистанционного управления.

Затормаживание колеса тележки стенда обеспечивается с помощью штатного дискового тормозного механизма автомобиля Chevrolet Niva. Тормозная жидкость из резервуара под давлением подается в колесный тормозной цилиндр. Необходимое для срабатывания тормозного механизма давление тормозной жидкости создается возвратным насосом АБС гидравлического блока ESP. Выработка сигналов управления электродвигателем и клапанами гидравлического блока осуществляется силовым коммутационным блоком по сигналу блока дистанционного управления. Сигнал обратной связи о функционировании гидроблока передается на блок дистанционного управления. Электрическое питание системы напряжением 12 В обеспечивается через скользящий контакт от блока силового электропитания или от аккумуляторной батареи.

Подобная схема была реализована на кафедре «Автомобили» для системы автоматического торможения автомобиля на базе маршрутного такси ГАЗ-322132 [8, 9].

Гидроблок управления тормозным механизмом (рис. 2в) имеет вход и выход. В состав гидроблока входят также клапан переключения, высоконапорный клапан, гидроаккумулятор и возвратный насос АБС с

приводом от электрического двигателя. Вход гидроблока соединен с резервуаром тормозной жидкости, а выход соответственно с колесным тормозным цилиндром.

При отсутствии торможения высоконапорный клапан находится в обесточенном состоянии и перекрывает внутренние магистрали гидроблока, соединяющие вход с гидроаккумулятором и насосом, приводимым в действие электрическим двигателем. Остальные элементы гидроблока для управления торможением не используются.

Для обеспечения торможения в гидроблоке управления подается напряжение на обмотки клапана переключения и высоконапорного клапана и включается электрический двигатель, приводящий в действие насос. Высоконапорный клапан соединяет вход с гидроаккумулятором и насосом. Так как клапан переключения закрыт, тормозная жидкость, забираемая из резервуара, может подаваться насосом к колесному тормозному цилиндру. В результате давление в тормозной магистрали увеличивается до необходимого значения, тормозной механизм срабатывает и обеспечивается замедление колеса тележки стенда.

Интенсивность торможения регулируется длительностью работы электрического двигателя, а также модулятором давления АБС (клапаны КО, КС). Для растормаживания необходимо обесточить электрический двигатель и все клапаны гидроблока.

## **Выводы**

В результате анализа описанных выше конструктивных вариантов было принято решение оснастить стенд тормозной системой по схеме № 1. В качестве аварийной тормозной системы возможна гидравлическая тормозная система по схеме 2.

Для последующих исследований режимов торможения колеса на автомобиле с АБС зарезервирована схема № 3.

Система торможения стенда должна обеспечивать замедление колес тележек стенда не менее  $6 \text{ м/с}^2$ .

Оснащение стенда системой торможения позволит исследовать износостойкость дорожных покрытий и автомобильных шин в тормозном режиме.

С помощью тормозной системы также станет возможно определять характеристики продольного проскальзывания автомобильных шин и оценивать качество антигололёдных реагентов.

### **Литература**

1. Патент РФ № RU 96657 U1, МПК G01M7/00, G01M7/06, E01F11/00. Способ измерения и регистрации технико-экономических показателей поверхности покрытия дорожной одежды и функциональный комплекс для его осуществления (варианты). Приор. от 04.03.2010.

Авторы: Приходько В.М., Васильев Ю.Э. и др.

2. Патент РФ № RU 2400594 C1, МПК E01C23/07, G01B5/28, G01C7/04. Способ измерения и регистрации технико-экономических показателей поверхности покрытия дорожной одежды и функциональный комплекс для его осуществления. Приор. От 26.01.2009. Авторы: Приходько В.М., Васильев Ю.Э. и др.

3. Васильев Ю.Э., Беляков А.Б., Субботин И.В., Малофеев А.С. Исследование шума в ультразвуковом диапазоне при движении шипованной шины на стенде «Карусель» // Интернет-журнал «Науковедение». №4. 2013. №4.

4. Штефан Ю.В., Панарин Г.А. Методика оценки параметров углов установки колес на стенде «КУИДМ-2» и оценка этого влияния на изменение

процесса износа шин и покрытия // Интернет-журнал «Науковедение». 2013. №5.

5. Илюхин А.В., Марсов В.И., Колбасин А.М., Беляков А.Б., Братищев И.С. Универсальный комплекс для испытаний дорожных покрытий // Интернет-журнал «Науковедение». 2013. №6.

6. Штефан Ю.В., Васильев Ю.Э., Беляков А.Б., Панарин Г.А. Модернизация кольцевого стенда «КУИДМ-2» для расширения спектра измеряемых параметров и ускорения испытаний // Интернет-журнал «Науковедение». 2013. №6.

7. Попов А.И., Спинов А.Р., Котенко И.В., Франсис О.О., Надденая Е.А. Система автоматического торможения автомобиля. Адаптация штатной тормозной системы автомобиля ГАЗ-32213 для работы в составе СПСА // Журнал Автомобильных инженеров. 2011. № 6 (71). С. 28–31.

8. Спинов А.Р., Шадрин С.С., Иванов А.М., Солнцев А.Н. Разработка системы автоматизированного движения в «пробках» городского транспортного средства // Вестник МАДИ. 2014. Вып. 3(34). С. 3–7.

### **References**

1. Prihod'ko V.M., Vasil'ev Ju.Je. Patent RF № RU 96657 U1, МРК G01M7/00, G01M7/06, E01F11/00.

2. Prihod'ko V.M., Vasil'ev Ju.Je. Patent RF № RU 2400594 C1, МРК E01C23/07, G01B5/28, G01C7/04.

3. Vasil'ev Ju.Je., Beljakov A.B., Subbotin I.V., Malofeev A.S. *Internet-zhurnal «Naukovedenie»*, 2013, №4.

4. Shtefan Ju.V., Panarin G.A. *Internet-zhurnal «Naukovedenie»*, 2013, №5.

5. Pjulin A.V., Marsov V.I., Kolbasin A.M., Beljakov A.B., Bratishhev I.S. *Internet-zhurnal «Naukovedenie»*, 2013, №6.

6. Shtefan Ju.V., Vasil'ev Ju.Je., Beljakov A.B., Panarin G.A. *Internet-zhurnal «Naukovedenie»*, 2013, №6.
7. Popov A.I., Spinov A.R., Kotenko I.V., Fransis O.O., Naddenaja E.A. *Zhurnal Avtomobil'nyh inzhenerov*, 2011, № 6 (71), pp. 28–31.
8. Spinov A.R., Shadrin S.S., Ivanov A.M., Solncev A.N. *Vestnik MADI*, 2014, № 3(34), pp. 3–7.

**N. Popov**

*The development of a braking system tester for the experimentation of light weighted tires, and road surface complexes with the help of KUIDM-2 «Carrousel»*

**Abstract.** This paper analysis the construction components of the brake tester KUIDM-2 «Carrousel» The main features in realizing the brake tester on the basis of the worked out components of the safety system of a vehicle is been described.

**Key words:** brake tester «Carrousel», braking system, hydraulic unit, ABS, ESP.