

УДК 004.386

С.И. МЕДВЕДИЦКОВ, канд. техн. наукдоцент кафедры «Информатика, статистика и высшая математика»¹

E-mail: Medsim@rambler.ru

В.Л. КУЛЕШОВАстарший преподаватель кафедры «Информатика, статистика и высшая математика»¹¹Бобруйский филиал УО «Белорусский государственный экономический университет», Республика Беларусь**И.В. МАРШИН**

главный метролог

ОАО «Белшина», г. Бобруйск, Республика Беларусь

Статья поступила 04.11.2014.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖИМОВ ИСПЫТАНИЙ ЛЕГКОВЫХ ШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, НАПИСАННОГО НА DELPHI

Проведена модернизация испытательного стенда с использованием разработанного программного обеспечения, позволяющего совершенствовать методики испытаний легковых шин в широком диапазоне и экономить энергоресурсы.

Ключевые слова: шина, режим испытаний, стенд, модернизация, программное обеспечение, автоматизация, компьютерные технологии, магистрально-модульные системы, модуль, блок

Весной 2009 года в г. Женеве на Международной конференции рассматривался вопрос о создании гармонизированных Правил по шинам двух параллельных направлений развития методологии испытаний шин — Европейской системы (ЕЭК ООН) и Стандартов США по шинам. Где был принят проект Глобальных правил по шинам [1]. В этом проекте рекомендован совершенно новый, для стран СНГ, метод испытаний на выносливость (работоспособность) для легковых шин. Внедрение этого режима и других видов испытаний в соответствии с Правилами ЕЭК ООН № 117 [2], предъявляет более высокие требования к испытательному оборудованию. Зарубежные фирмы, как правило, при модернизации испытательного оборудования внедряют компьютерные технологии [3]. Для сличения результатов испытаний, как в рамках СНГ, так и на международном уровне, особенно важно, каким образом задается и регистрируется режим испытаний и на каком испытательном оборудовании эти испытания проводятся. Отсюда следует, что постоянное совершенствование, поиск и использование прогрессивных технических решений, направленных на улучшение технических характеристик испытательной техники, повышает качество проведения испытаний. Поэтому актуальной темой является повышение точности результатов измерений и обработка их в ходе испытаний. В настоящее время широкое практическое применение в системах управления и измерения испытательных стендов нашли последние

достижения в электронике и компьютерной технике. Поэтому испытательные базы шинных предприятий осуществляют процесс качественного обновления своих автоматизированных систем сбора данных и управления испытаниями. В качестве примера подобные системы на основе магистрально-модульных систем (ММС), применяют в испытательном центре «Вершина» Ярославского шинного завода.

Международные научно-технические связи, интенсивно развивающиеся в настоящее время, требуют применения принятых в мире стандартных, унифицированных решений, обеспечивающих соответствующий технический уровень интеграции и позволяющих осуществлять совместные проекты на единой программно-технической базе. Мировая практика накопила большой опыт применения в различных областях науки и техники стандартных измерительных интерфейсов на основе ММС. Модули аналогового ввода служат стандартным интерфейсом для самых разнообразных датчиков и сигналов, повышая качество и надежность измерений благодаря высокоэффективному согласованию, включающему: 1) усиление сигналов; 2) изоляцию; 3) мультиплексирование; 4) фильтрацию; 5) питание датчиков; 6) устройства выборки-хранения, 7) устройства удаленной передачи данных [4, 5].

На ОАО «Белшина» имеется испытательный стенд ОКА-2, который был установлен в 90-х годах прошлого века, поэтому морально и физически устарел. Качество получаемой информации с

помощью ведения вручную протокола испытаний не соответствует современным требованиям, поскольку велик процент ручной обработки и не выполняются требования по оперативности обработки данных. Использование компьютерных технологий позволило обеспечить автоматизацию измерений и контролировать режим испытаний шин, что существенно повысило точность воспроизведения заданных режимов испытаний и достоверность результатов испытаний. Для чего, в целях экономии финансовых средств, была осуществлена модернизация испытательного стенда ОКА-2 в части оснащения дополнительной оснасткой и оборудованием: шкафом автоматики; блоком питания; модулем управления скоростью бегового барабана; модулем управления радиальной нагрузкой; релейным блоком управления и защиты; блоком измерения динамического радиуса; блоком измерения величины угла схода; блоком измерения продольной силы; модулем измерения температуры, как поверхности шины, так и внутри нее; модулем преобразования интерфейса.

При модернизации испытательного стенда ОКА-2, в системе управления стендом использовались электронные компоненты модулей и блоков ведущих фирм производителей, таких как ATMEL, ANALOG DEVICES, DALLAS SEMICONDUCTORS и др. Это позволило разработать и изготовить систему управления (СУ) максимально компактной, повысить точность измерений, улучшить эксплуатационные характеристики стенда и снизить количество отказов к минимуму.

Модули представляют собой законченные функциональные блоки, размер которых не превыша-

ет 165×230×40 мм (кроме блока питания и блока реле). На основе стандарта RS485 [6], модули соединены в локальную промышленную сеть с помощью двухпроводного кабеля связи. На рисунке 1 приведена упрощенная структурная схема СУ стенда.

В качестве управления скоростью вращения барабана использован регулируемый привод постоянного тока, обеспечивающий высокую точность поддержания заданной скорости. Для создания нагрузки на шину применен гидравлический привод, обеспечивающий возможность изменения величины нагрузки в ходе испытаний и автоматический отвод шины в случае ее разрушения. Величина нагрузки на шину передается через тензометрический датчик на модуль управления нагрузкой. Для измерения динамического радиуса шины используется инкрементальный оптический датчик, у которого, при применении кинематической схемы, вращательное движение преобразуется в поступательное. Скорость движения и пройденного пути шиной определялись с помощью высокоточного оптико-электронного инкрементального датчика. Угол схода регистрировался с помощью абсолютного оптического датчика.

Система управления стендом позволяет задавать следующие параметры программ испытаний:

- 1) диапазон программируемых значений по скорости от 10 км/ч до 250 км/ч с минимальной дискретностью задания в 1 км/ч;
- 2) продолжительность этапов испытаний может осуществляться в различных видах:
 - пройденного шиной пути от 1 км до 10 000 км с дискретностью в 1 км;
 - продолжительности этапа по времени от 1 мин до 999 ч с дискретностью задания в 1 мин;
 - до разрушения шины;



Рисунок 1 — Структурная схема СУ стенда:

ДС — датчик скорости; ДДР1, ДДР2 — датчик динамического радиуса шины 1 и соответственно шины 2; ДН1, ДН2 — датчик нагрузки; ДУС — датчик угла схода

3) диапазон программируемых значений радиальной нагрузки на шину от 2 кН до 50 кН с минимальной дискретностью задания в 1 Н;

4) диапазон программируемых значений давления воздуха в шине от 0,01 МПа до 0,60 МПа с дискретностью задания в 0,01 МПа;

5) промежутки времени, через которые будет производиться измерение давления воздуха в шине от 1 мин до 99 ч с дискретностью в 1 мин;

6) промежутки времени, через которые будет производиться запись текущих параметров в протокол испытаний — это: пройденный шиной путь от 1 км до 999 км с дискретностью в 1 км; временной интервал от 1 мин до 99 ч с дискретностью задания в 1 мин.

Кроме этого, система управления стендом обеспечивает ввод с клавиатуры и сохранение в протоколе испытаний следующей информации: номер стенда; диаметр бегового барабана; номер протокола испытаний; название методики и режимы испытаний; паспортные данные шины; фамилия оператора; дата, время начала и окончания испытаний.

Система управления обеспечивает следующие метрологические и динамические характеристики:

- предел допускаемого значения относительной погрешности измерения линейной скорости вращения поверхности бегового барабана от заданного в диапазоне от 10 км/ч до 250 км/ч не более $\pm 1,0\%$, значения абсолютной погрешности составляют $\pm 0,5$ км/ч;

- предел допускаемого значения относительной погрешности измерения пути, пройденного шиной в диапазоне от 1 км до 99 999,9 км, не более $\pm 0,5\%$;

- предел допускаемого значения относительной погрешности измерения линейной скорости вращения поверхности бегового барабана от заданного в диапазоне от 10 км/ч до 250 км/ч не более $\pm 1,0\%$, значения абсолютной погрешности составляют $\pm 0,5$ км/ч;

- время установления заданного значения линейной скорости вращения поверхности бегового барабана не более 2 мин;

- предел допускаемого значения относительной погрешности измерения радиальной нагрузки в диапазоне от 2 кН до 50 кН равен $\pm 2,0\%$;

- время установления заданного значения радиальной нагрузки не более 2 мин;

- предел допускаемого значения абсолютной погрешности измерения динамического радиуса шины в диапазоне от 200 мм до 700 мм не более ± 1 мм;

- предел допускаемого значения абсолютной погрешности измерения температуры окружающего воздуха в диапазоне от -5°C до $+50^\circ\text{C}$ не более $\pm 1^\circ\text{C}$;

- приведенная погрешность измерения давления воздуха в шине в диапазоне от 0,01 МПа до 0,60 МПа не более $\pm 1,0\%$, в абсолютном выражении не более $\pm 0,01$ МПа;

- время установления заданного значения давления воздуха в шине не более 3 мин;

- предел допускаемого значения абсолютной погрешности измерения угла схода в диапазоне $\pm 480'$ не более $\pm 15'$.

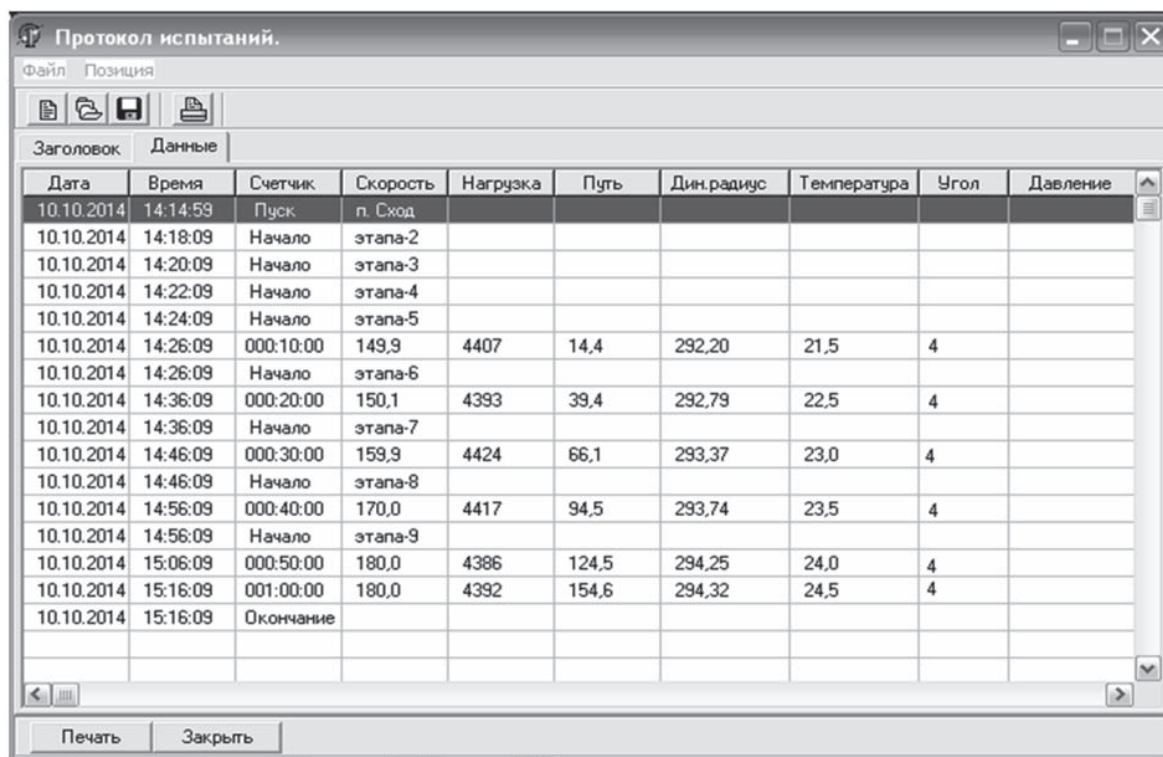
Некоторые фирмы, такие как «Continental» и «Michelin», на своих предприятиях проводят более жесткие испытания, чем рекомендовано Правилами ЕЭК ООН № 30 [7]. Кроме традиционных направлений ужесточения режимов работы шины при стендовых испытаниях (нагрузка, скорость, внутреннее давление в шине, кривизна барабана, температура окружающей среды), эффективным направлением считается создание условий качения исследуемой шины с уводом (т. е. с определенным или меняющимся по определенному закону углу схода). Создаваемые при этом напряжения и деформации в протекторе и брекерке соответствуют более близким реальным условиям нагружения шины при прохождении автомобилем по криволинейной траектории. К сожалению, закрытость и секретность зарубежных предприятий использования различных методик испытаний шин и новых универсальных систем автоматизации испытаний, не способствует свободному обмену информацией при создании новых универсальных систем автоматизации испытаний, что препятствует оптимальному развитию стендовых испытаний шин с использованием программного обеспечения. Проведение испытаний шин с уводом существенно сокращает время проведения испытаний, и соответственно снижается энергозатраты. Испытательный стенд ОКА-2 оснащен приспособлением, которое обеспечивает поворот колеса в процессе обкатки на любой реальный угол по заданной программе.

Как известно, задачей стендовых испытаний (как и других видов испытаний) является прогнозирование надежности шин в реальных условиях эксплуатации и, если испытания не дают объективной оценки фактического поведения шин, то это может привести к неправильным выводам при решении вопросов конструкции и технологии производства. Благодаря модернизации испытательного стенда в части программного обеспечения, в данной работе предложен режим испытаний по определе-

Таблица — Режим испытаний для шин категории скорости от 180 км/ч до 210 км/ч

| Степень испытания | Скорость качения, км/ч | Продолжительность обкатки, мин |
|-------------------|------------------------|--------------------------------|
| Первая | 170 | 10 |
| Вторая | 180 | 30 |
| Третья | 190 | 10 |
| Последующие | $190 + 10n$ | 10 |

Примечание: n — номер ступени испытания.



| Дата | Время | Счетчик | Скорость | Нагрузка | Путь | Дин.радиус | Температура | Угол | Давление |
|------------|----------|-----------|----------|----------|-------|------------|-------------|------|----------|
| 10.10.2014 | 14:14:59 | Пуск | п. Сход | | | | | | |
| 10.10.2014 | 14:18:09 | Начало | этапа-2 | | | | | | |
| 10.10.2014 | 14:20:09 | Начало | этапа-3 | | | | | | |
| 10.10.2014 | 14:22:09 | Начало | этапа-4 | | | | | | |
| 10.10.2014 | 14:24:09 | Начало | этапа-5 | | | | | | |
| 10.10.2014 | 14:26:09 | 000:10:00 | 149,9 | 4407 | 14,4 | 292,20 | 21,5 | 4 | |
| 10.10.2014 | 14:28:09 | Начало | этапа-6 | | | | | | |
| 10.10.2014 | 14:36:09 | 000:20:00 | 150,1 | 4393 | 39,4 | 292,79 | 22,5 | 4 | |
| 10.10.2014 | 14:36:09 | Начало | этапа-7 | | | | | | |
| 10.10.2014 | 14:46:09 | 000:30:00 | 159,9 | 4424 | 66,1 | 293,37 | 23,0 | 4 | |
| 10.10.2014 | 14:46:09 | Начало | этапа-8 | | | | | | |
| 10.10.2014 | 14:56:09 | 000:40:00 | 170,0 | 4417 | 94,5 | 293,74 | 23,5 | 4 | |
| 10.10.2014 | 14:56:09 | Начало | этапа-9 | | | | | | |
| 10.10.2014 | 15:06:09 | 000:50:00 | 180,0 | 4386 | 124,5 | 294,25 | 24,0 | 4 | |
| 10.10.2014 | 15:16:09 | 001:00:00 | 180,0 | 4392 | 154,6 | 294,32 | 24,5 | 4 | |
| 10.10.2014 | 15:16:09 | Окончание | | | | | | | |

Рисунок 2 — Протокол испытаний

нию работоспособности шин на высоких скоростях, приближенный к реальным условиям дорожных испытаний. Этот режим испытаний сокращает время испытаний шин, по сравнению с ранее действующей методикой [8] в 4–5 раз. Режим испытаний для шин категории скорости от 180 км/ч до 210 км/ч, приведен в таблице.

Угол бокового увода составляет $\pm 4^\circ$, нагрузка на шину: 100 % от максимально допустимой. Шина считается выдержавшей испытания, если она прошла не менее 5 мин на ступени $V_{\max} + 10$ км/ч без разрушения. Данная методика была опробована в разработанном программном обеспечении для системы управления модернизированным стенда ОКА. Программное обеспечение реализовано на языке программирования JavaScript.

Разработанная программа управления работает в двух направлениях:

- управляет аппаратурой системы, выставляющей заданные параметры испытаний и считывающей характеристики процесса;
- формирует пользовательский интерфейс.

Работа программы состоит из следующих основных этапов:

- 1) вводятся основные данные в протокол испытаний;
- 2) задаются режимы испытаний в соответствии с методикой проведения испытаний;
- 3) формируются экраны о прохождении каждого режима испытаний и выводятся текущие значения;
- 4) автоматически формируется, по окончании испытаний, протокол испытаний, представленный на рисунке 2.

Выводы. 1. Предложенная современная методика испытаний легковых шин была опробована в разработанном программном обеспечении для системы управления модернизированным стенда ОКА.

2. Модернизация испытательного стенда ОКА и внедрение современных методик испытаний легковых шин с использованием программного обеспечения позволяет проводить сличительные испытания в сравнении с международными эталонами, рекомендованными правилами ЕЭК ООН и проектом Глобальных правил по шинам, в существенной мере экономия финансовых ресурсов.

Список литературы

1. Глобальные требования к шинам / С.И. Медведицов [и др.] // Ресурсо-энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 24–26 нояб. 2010 г. — Минск, 2010. — С. 36–39.
2. Правила ЕЭК ООН № 117(02) / Пересмотр 2. Едиобразные предписания, касающиеся официального утверждения в отношении звука, издаваемого ими при качении, их сцепления на мокрых поверхностях и / или сопротивление качению. Комитет по внутреннему транспорту ЕЭК ООН. — Введ. 01.10.12. — Минск: Госстандарт: БелГИСС, 2012. — 96 с.
3. TUV Rheinland Group [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. — Дата доступа: 06.10.2014.
4. Модули ввода / вывода аналоговых сигналов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.sas.kharkov.ua>. — Дата доступа: 19.10.2014.
5. Согласование сигналов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://trabl.com/ni/equipment/sagree.html>. — Дата доступа: 19.10.2014.
6. Стандарт ТИА/EIA-485 Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems (Электрические характеристики передатчиков и приемников, используемых в балансных цифровых многоточечных

- системах) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RS-485>. — Дата доступа: 21.10.2014.
7. Правила ЕЭК ООН № 30 (02) / Пересмотр 3. Единые предписания, касающиеся официального утверждения пневматических шин для автотранспортных средств и их прицепов. Комитет по внутреннему транспорту ЕЭК ООН. — Введ. 01.07.10. — Минск: Госстандарт: БелГИСС, 2010. — 46 с.
 8. Комплекс стендовых испытаний пневматических шин. Методика 394-94. Определение ходимости на стенде пневматических шин для легковых автомобилей. — М.: ФГУП «НИИШП», 1994. — С. 75–79.

MEDVEDITSKOV Sergei I., Cand. Techn. Sc.

Associate Professor of the department of informatics, statistics and higher mathematics¹
E-mail: Medsim@rambler.ru

KULESHOVA Vanda L.

Senior lecturer of the department of informatics, statistics and higher mathematics¹
¹Bobruisk branch of the Belarusian State Economic University, Bobruisk, Republic of Belarus

MARSHIN Igor V.

Main metrologist
JSC «Belshina», Bobruisk, Republic of Belarus

Received 04 November 2014.

IMPROVING OF THE TEST CONDITIONS OF PASSENGER TIRES WITH THE HELP OF SOFTWARE WRITTEN ON DELPHI

A modernization of the test tire was held with software that allows to improve the test procedures of passenger car tires in a wide range and save energy.

Keywords: *tire, mode test stand, modernization, software, software automation, computer technology, mainline-modular system, module, block*

References

1. Medveditskov S.I., Kalinkovsky V.S., Kasperovich A.V., Shashok Zh.S., Mozgalev V.V. Global'nye trebovaniya k shinam [Global demands for tires]. *Resurso-jenergoberegajushhie tehnologii i oborudovanie, jekologicheski bezopasnye tehnologii: materialy mezhdunar. nauch.-tehn. konf.* [Resource-saving technologies and equipment, environmentally safe technologies: Proceedings of the International Scientific and engineering. Conf.]. Minsk, BGTU, 2010, pp. 36–39.
2. *Pravila EJeK OON № 117(02) / Peresmotr 2. Edinoobraznye predpisaniya, kasajushhiesja oficial'nogo utverzhenija v otnoshenii zvuka, izdavaemogo imi pri kachenii, ih scepnenija na mokryh poverhnostjakh i / ili soprotivlenie kacheniju. Komitet po vnutrennemu transportu EJeK OON.* [UNECE Regulation numbers 117 (02) / Revision 2. Constricting regulations concerning the approval for the sound emission rolling their grip on wet surfaces and / or rolling resistance. Inland Transport Committee ECE OON.]. Vved.01.10.12, Minsk State Standard, Belarus.gos. Inst. standardization and certification, 2012. 96 p.
3. *TUV Rheinland Group.* Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (accessed 10 June 2014).
4. *Moduli vvoda / vyvoda analogovykh signalov* [Analog signals of input/output modulus]. Available at: <http://www.sas.kharkov.ua> (accessed 19 November 2014).
5. *Soglasovanie signalov* [Matching signals]. Available at: <http://trabl.com/ni/equipment/sagree.html> (accessed 19 November 2014).
6. *Standart TIA/EIA-485 (elektricheskie harakteristiki peredatchikov i priemnikov, ispol'zuemykh v balansnykh cifrovyykh mnogotochechnykh sistemah)* [Standard TIA/EIA-485 (electrical characteristics of transmitters and receivers used in balanced digital multipoint systems)]. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RS-485> (accessed 21 November 2014).
7. *Pravila EJeK OON №30 (02) / Peresmotr 3. Edinoobraznye predpisaniya, kasajushhiesja oficial'nogo utverzhenija pnevmaticheskikh shin dlja avtotransportnykh sredstv i ih pricepov. Komitet po vnutrennemu transportu EJeK OON.* [The regulations of UNECE №30 (02) / Revision 3. Uniform provisions concerning the approval of pneumatic tires for motor vehicles and their trailers. Inland Transport Committee ECE OON]. Introduced. 01.07.10. Minsk State Standard, Belarus.gos. Inst of standardization and certification, 2010. 46 p.
8. *Kompleks stendovykh ispytanij pnevmaticheskikh shin. Metodika 394–94. Opredelenie hodimosti na stende pnevmaticheskikh shin dlja legkovykh avtomobilej* [The Complex wheel tests of pneumatic tires. Methodology 394–94. Determination of divergence at the stand of pneumatic tires for passenger cars]. Moscow, Federal State Unitary Enterprise NIISHP, 1994, pp.75–79.