

УДК 629.113:62-592

КОМПЛЕКС ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ РАЗГОНА АВТОМОБИЛЯ

А. И. Федотов, Е. М. Портнягин

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет,
Россия, г. Иркутск

Аннотация. В статье дано описание комплекса для проведения экспериментальных исследований процесса разгона автомобилей. Приведены метрологические характеристики систем измерения скорости автомобиля, пройденного им пути, а также системы измерения момента, подведенного к ведущим колесам. Показаны графики зависимостей крутящего момента, подведенного к ведущим колесам.

Ключевые слова: исследовательский комплекс, процесс разгона автомобиля, система измерения момента силы, погрешность измерения.

Введение

В условиях интенсивного развития и усложнения конструкции автомобилей, особую актуальность приобретает разработка новых динамических методов их диагностирования [1,2]. Динамические методы позволяют определять функциональные характеристики автомобиля, в том числе, на режимах разгона и выбега [3,4]. Параметры, измеренные в режимах разгона и выбега автомобиля на горизонтальном участке дороги, несут диагностическую информацию о техническом состоянии его агрегатов, механизмов, узлов и систем [1].

Мониторинг параметров автомобиля на режимах разгона

Для измерения и регистрации параметров разгона был разработан компьютерный комплекс, который позволяет проводить экспериментальные исследования влияния технического состояния двигателя и трансмиссии автомобиля на динамические показатели процесса его разгона в условиях эксплуатации.

В состав исследовательского комплекса входят следующие системы измерения:

1. Система измерения пройденного автомобилем пути и скорости;
2. Отметчик момента переключения передач;
3. Система измерения крутящего момента на полуоси автомобиля [5].

Блок-схема компьютерного измерительного комплекса для проведения ходовых испытаний автомобилей показана на рисунке 1.

Система измерения пройденного автомобилем пути и скорости состоит из датчика «пятое колесо» 2, оснащенного оптопарой 3. Датчик «пятое колесо» крепится сзади к раме автомобиля. При вращении «пятого колеса» сигнал от оптопары преобразуется электронным формирователем сигнала в стандартные прямоугольные импульсы напряжения.

Ротор датчика жестко закреплен на оси вращения «пятого колеса» и имеет 60 равноудаленных друг от друга отверстий. За один полный оборот «пятого колеса» система измерения пройденного автомобилем пути формирует 60 прямоугольных импульсов. Дискретность измерения пройденного пути составляет:

$$\Delta S = \frac{2 \cdot \pi \cdot r \cdot h}{N} = \frac{2 \cdot 3,1415 \cdot 0,382}{60} = 0,04 \text{ [м]}, \quad (1)$$

где r_k – радиус «пятого колеса», [м]

N – количество отверстий на роторе датчика «пятое колесо».

Измерение скорости движения автомобиля производится по частоте сигнала от датчика «пятое колесо», который подается в аналого-цифровой преобразователь (АЦП).

Отметчик момента переключения передач выполнен в виде микропереключателей 7, установленных на крышку коробки передач. При включении выбранной передачи происходит замыкание контактов микропереключателя 7 и подача сигнала «логическая единица» на вход АЦП. При этом компьютер фиксирует номер выбранной передачи и время её включения.

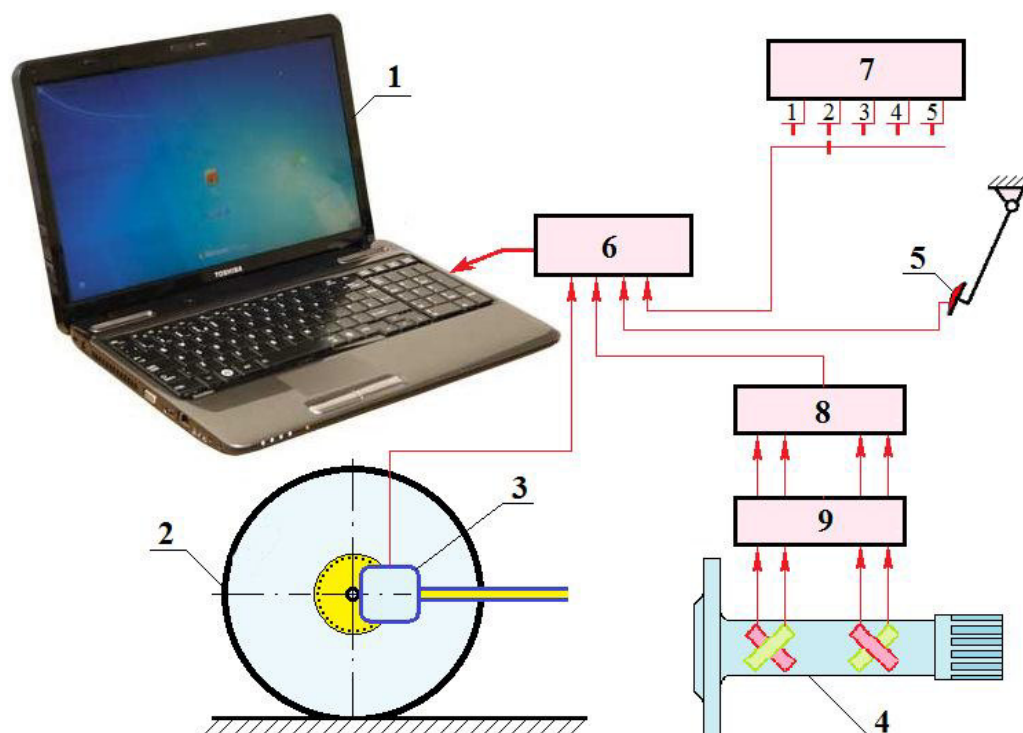


Рис. 1. Функциональная схема исследовательского комплекса: 1 – компьютер Notebook; 2 – датчик «пятое колесо»; 3 – датчик оптопара с электронным формирователем сигнала; 4 – тензометрическая полуось; 5 – контактный датчик на педали управления подачей топлива; 6 – АЦП; 7 – контактный датчик выбранной передачи; 8 – тензометрический усилитель; 9 – мостовая схема

Система измерения крутящего момента на полуоси автомобиля выполнена на основе тензодатчиков, наклеенных на специально подготовленную полуось 4 с прикрепленным токосъемником (рис. 2). Представленное на рисунке 2 расположение тензодатчиков на полуоси 4 позволяет избежать влияния на измерение, изгибающего полуось момента [5].

Напряжение на тензометрическую полуось подается при помощи токосъемника (рис. 3). Сигнал измеряемого крутящего момента также снимается с токосъемника и подается на вход мостовой схемы (рис. 3, б). Затем, после усиления в тензометрическом усилителе он поступает в АЦП и далее в компьютер.

Отметку момента нажатия водителем на педаль управления подачей топлива осуществляет контактный датчик 5 (рис. 1), установленный на этой педали.

Управление работой всех измерительных систем комплекса осуществляется от компьютера на программном уровне. Управляющие сигналы подаются с выхода компьютера на вход АЦП, запуская его в режим измерения [6]. Каналы внешнего 14-разрядного АЦП работают в

дифференциальном режиме. После аналого-цифрового преобразования измеряемые сигналы в цифровом виде поступают в параллельный порт портативного компьютера, и записываются в виде файла на жесткий диск с частотой дискретизации $0,1 \div 5$ кГц (*частота задается исследователем*).

Разработанный и изготовленный исследовательский комплекс позволяет проводить ходовые испытания автомобилей с регистрацией показателей, характеризующих динамику их разгона. Определять скорость, крутящий момент на полуоси автомобиля, путь, время разгона, а также регистрировать эти параметры на жестком диске компьютера в виде файлов, пригодных для последующей обработки и анализа. Погрешность измерения пройденного автомобилем пути, не превышает 1,7%. Погрешность измерения крутящего момента не превышает 4,8%.

При планировании эксперимента, были определены условия его проведения (*погодные, состояние дорожного полотна, загрузка автомобиля, его техническое состояние, число повторений для оценки достоверности полученных результатов*) [5].

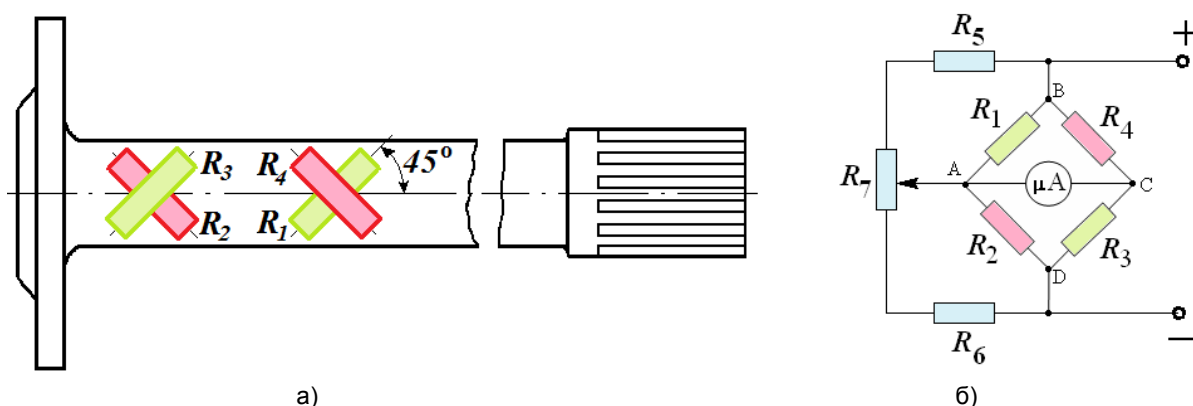


Рис. 2. Схемы наклейки тензодатчиков R_1 , R_2 , R_3 , R_4 (фольговые тензорезисторы марки 2ФКПА-100)

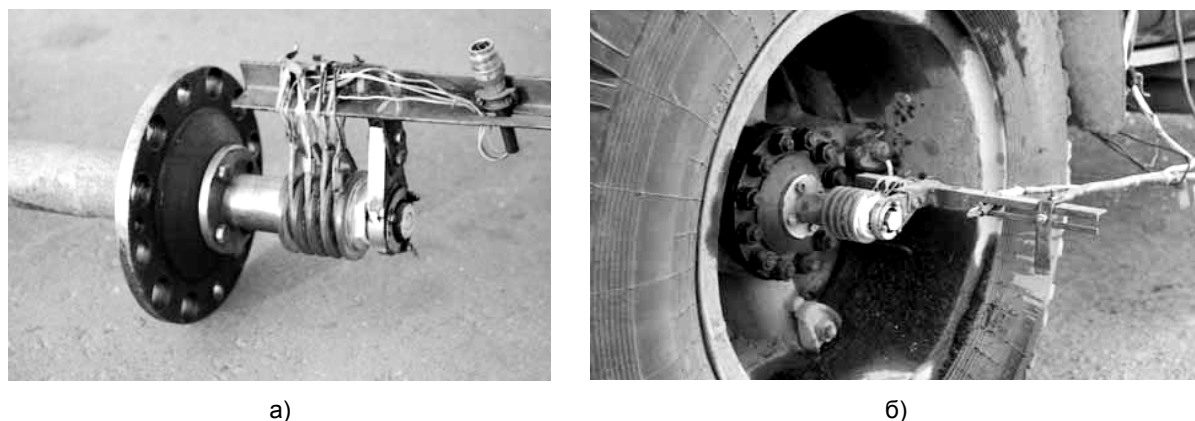


Рис. 3. Фотографии тензометрической полуоси и ведущего колеса автомобиля КамАЗ-5320 с установленной тензометрической полуосью

Испытания проводились в летний период при средней температуре воздуха $22-24^\circ\text{C}$ на прямолинейном горизонтальном участке дороги с сухим асфальтобетонным покрытием в двух направлениях [7]. В ходе эксперимента, автомобиль КамАЗ-5320 снаряженной массы с исследовательским комплексом разгоняли на горизонтальном участке дороги с места при последовательном переключении передач до момента достижения скорости 70 км/ч . В качестве примера на рисунке 4 и 5 представлены графики изменения момента на полуоси автомобиля КамАЗ-5320 в процессе его разгона.

На графиках процесса разгона (рис. 4 и 5) отчетливо видны крутильные колебания в

трансмиссии автомобиля КамАЗ. С одной стороны, частота и амплитуда этих колебаний зависит от жесткости валов и моментов инерции маховых масс элементов трансмиссии (колес, маховика со сцеплением, шестерен и т.п.) [4,5,8]. Но с другой стороны, на амплитуду колебаний значительно влияют зазоры (между шестернями, в шлицевых соединениях и пр.) вызывающие соударение пар, контактирующих в этих соединениях. Таким образом, графики изменения момента на полуоси автомобилей в процессе их разгона являются широкоинформационными сигналами, несущими в себе диагностическую информацию.

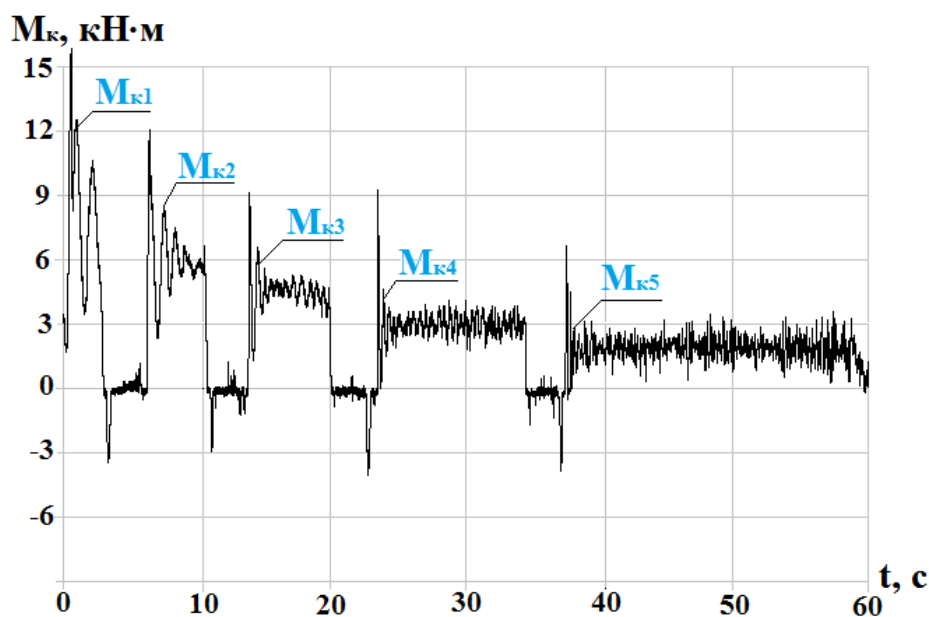


Рис. 4. График изменения момента на полуоси автомобиля КамАЗ-5320 в процессе разгона при последовательном переключении передач. Заезд №1

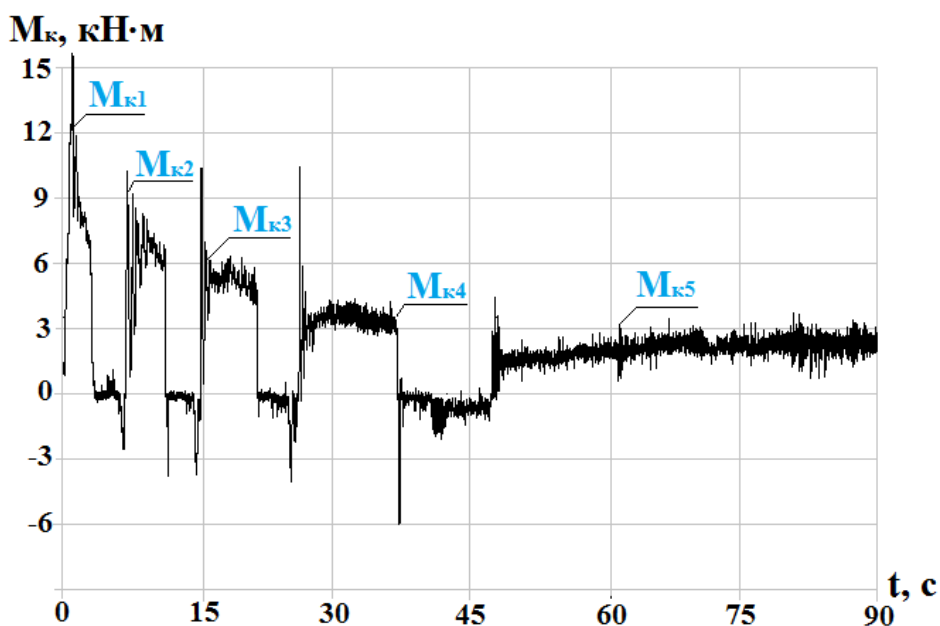


Рис.5. График изменения момента на полуоси автомобиля КамАЗ-5320 в процессе разгона при последовательном переключении передач. Заезд №2

Заключение

Результаты экспериментальной проверки комплекса показывают:

- Созданный исследовательский комплекс вполне удовлетворительно обеспечивает регистрацию крутящего момента, подведенного от трансмиссии автомобиля к его ведущим колесам, а также сопутствующих параметров процесса разгона;

- Графики изменения момента на полуоси автомобиля в процессе его разгона при

последовательном переключении передач содержат диагностическую информацию о техническом состоянии двигателя и агрегатов трансмиссии;

- Крутильные колебания, возникающие в трансмиссии при прохождении в ней крутящего момента [5,8], оказывают существенное влияние на параметры разгона автомобиля и несут в себе диагностическую информацию.

Библиографический список

1. Федотов А. И. Диагностика автомобиля: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" / А. И. Федотов; М-во образования и науки РФ, Иркутский гос. технический ун-т. Иркутск, 2012. – 467 с.
2. Федотов, А. И. К вопросу о тестовых воздействиях на объект диагностирования / А. И. Федотов, Е. М. Портнягин // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2011. – Т. 52. № 5. – С. 95-100.
3. Загарин, Д. А. Полигонные испытания – критерий оценки надежности отечественных транспортных средств / Д. А. Загарин, А. И. Зарайский // Журнал автомобильных инженеров. – 2011. – № 3(68) – С. 10-13.
4. Теория движения автомобиля: учебник для вузов / В. П. Тарасик – СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 478 с.
5. Прочность и долговечность автомобиля / под ред. Б. В. Гольда. – М., Машиностроение, 1974. – 328 с.
6. Малюгин, П. Н. Методика испытаний шин на барабанном стенде с поверхностью из полимербетона / П. Н. Малюгин, К. Г. Шаршуков, С. С. Капралов // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 3. – С. 35-36.
7. Федотов, А. И. Государственный технический осмотр. Проблемы и решения / А. И. Федотов // Автотранспортное предприятие. – 2007. – № 9. – С. 26.
8. Избранные задачи по динамике механических систем и конструкций: учебное пособие. / В. И. Щербаков, И. С. Чабунин – 3-е изд., испр. и доп. – М.: МГТУ «МАМИ», 2011. – 289 с.

COMPLEX FOR EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE ACCELERATION'S DYNAMICS

A. I. Fedotov, E. M. Portnyagin

Abstract. The article contains a description of the complex for conducting experimental studies of the acceleration process. The authors present metrological characteristics of systems of measuring automobile's speed, its passed way, as well as system for measuring a moment, led to the drive wheels. There are presented the graphs of dependencies of torsion torque led to the drive wheels.

Keywords: research complex, acceleration process, system for measuring torque, measuring uncertainty.

References

1. Fedotov A. I. *Diagnostika avtomobilja: uchebnik dlja studentov vuzov, obuchajushhhsja po napravleniju podgotovki bakalavrov i magistrov Jekspluatacija transportno-tehnologicheskikh mashin i kompleksov* [Diagnosis of the automobile. Textbook for university students majoring in "Operation of transport and technological machines and systems"]. M-vo

obrazovaniya i nauki RF, Irkutskij gos. tehnikeskij un-t. Irkutsk, 2012. 467 p.

2. Fedotov A. I., Portnjagin E. M. K voprosu o testovyh vozdeystvijah na obekt diagnostirovaniya [To the subject of test impacts on a diagnostics' object]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta*, 2011, T. 52. no 5. Pp. 95-100.

3. Zagarin D. A., Zarskiy A. I. Poligonnye ispytaniya – kriterij ocenki nadezhnosti otechestvennyh transportnyh sredstv [Field testing - criterion of assessing reliability of domestic vehicles]. *Zhurnal avtomobil'nyh inzhenerov*, 2011, no 3(68). Pp.10-13.

4. Teorija dvizheniya avtomobilja: uchebnik dlja vuzov [Theory of the vehicle's movement: textbook for universities]. V. P. Tarasik. St. Petersburg, BHV, 2006. 478 p.

5. Prochnost' i dolgovechnost' avtomobilja [The strength and durability of the automobile]. pod red. B. V. Gol'da. Moscow, Mashinostroenie, 1974. 328 p.

6. Malugin P. N., Sharshukov K. G., Kapralov S. S. Metodika ispytanij shin na barabanom stende s poverhnost'ju iz polimerbetona [Methodology for testing tires on a roller bench with the polymer concrete's surface]. *Avtomobil'naja promyshlennost'*, 2009, no 3. Pp. 35-36.

7. Fedotov A. I. Gosudarstvennyj tehnikeskij osmotr. Problemy i resheniya [State technical inspection. Problems and solutions]. *Avtotransportnoe predpriyatie*, 2007, no 9. Pp. 26.

8. Izbrannye zadachi po dinamike mehanicheskikh sistem i konstrukcij: uchebnoe posobie [Selected tasks in the dynamics of mechanical systems and structures: textbook]. V. I. Shcherbakov, I. S. Chabunin. Moscow, MGTU MAMI, 2011. 289 p.

Федотов Александр Иванович (Россия, г. Иркутск) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Автомобильный транспорт Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет (ИрГТУ). (664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, дом 83, e-mail: fai@istu.edu).

Портнягин Евгений Михайлович (Россия, г. Иркутск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт», Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет. (664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, дом 83, e-mail: ewpo38@gmail.com).

Fedotov Aleksandr Ivanovich (Russian Federation, Irkutsk) – doctor of technical sciences, professor, head of the department "Road Transport" of National Research Irkutsk State Technical University. (664074, Irkutsk, Lermontov st., 83, e-mail: fai@istu.edu)

Portnyagin Evgeniy Mikhailovich (Russian Federation, Irkutsk) – candidate of technical sciences, associate professor of the department "Motor transport", Transport National Research Irkutsk State Technical University. (664074, Irkutsk, Lermontov St., house 83, e-mail: ewpo38@gmail.com)