

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД

д.т.н. Горобцов А.С., д.т.н. Ляшенко М.В.,
к.т.н. Соколов-Добрев Н.С., д.т.н. Шеховцов В.В.,
к.т.н. Потапов П.В., Клементьев Е.В., Долотов А.А.

Волгоградский государственный технический университет,
(8442) 24-81-61, ts@vstu.ru

В статье рассмотрена конструкция созданного в ВолгГТУ многофункционального испытательного стенда для определения основных эксплуатационных характеристик трансмиссий легковых и грузовых автомобилей, позволяющего в широком диапазоне эксплуатационных режимов нагружения определять уровень вибронагруженности элементов трансмиссий, исследовать характер распространения крутильных колебаний по валопроводу, определять общий КПД трансмиссии, уровень шума и вибрации агрегатов, получать характеристики полей их термонагруженности, исследовать влияние параметров системы смазки на изменение эксплуатационных показателей, а также проводить ресурсные испытания трансмиссий либо их узлов.

Ключевые слова: испытательный стенд, испытания трансмиссий, анализ вибронагруженности, виброизмерительная аппаратура

Для определения основных эксплуатационных характеристик трансмиссий легковых и грузовых автомобилей на кафедре «Транспортные машины и двигатели» ВолгГТУ на основе опыта предыдущих исследований [1–10] создан многофункциональный испытательный стенд, позволяющий в широком диапазоне эксплуатационных режимов нагружения определять уровень вибронагруженности элементов трансмиссий, исследовать характер распространения крутильных колебаний по валопроводу, определять общий КПД трансмиссии, уровень шума и вибрации агрегатов, получать характеристики полей их термонагруженности, исследовать влияние параметров системы смазки на изменение эксплуатационных показателей, проводить ресурсные испытания трансмиссий либо их узлов и т.д. Конструкция стенда позволяет проводить испытания трансмиссий легковых и грузовых автомобилей как с двумя, так и с четырьмя ведущими колесами.

Общее устройство стенда показано на рис. 1.

На стенде по заданию предприятия выполнены исследования отдельных характеристик ведущего моста автомобиля КАМАЗ 5320. Этот мост содержит двухступенчатую коническо-цилиндрическую главную передачу, про-

стой конический дифференциал с четырьмя сателлитами, полностью разгруженные полуоси, заблокированный межосевой дифференциал. Привод стенда осуществляется асинхронным электродвигателем АИР180s2 мощностью 22 кВт через штатную карданную передачу автомобиля. Управление электродвигателем осуществляется частотным преобразователем Altivar 71. Нагружение моста моментом сопротивления осуществляется с помощью ступичного динамометрического нагружателя Dynapack DP43.

Измерение момента на приводном валу карданной передачи осуществляется с помощью тензометрических датчиков ТКФО1-2-200, установленных на валу и соединенных в мостовую схему (рис. 2). Аналого-цифровое преобразование сигнала, поступающего с тензометрической схемы, выполняется с помощью интеллектуального датчика с цифровым выходом ZET 7111, а преобразование и передача сигнала по радиоканалу – с помощью интеллектуального интерфейса ZET 7172S–ZET 7172M. Преобразование полученного радиосигнала для передачи по USB-интерфейсу на ЭВМ выполняется с помощью интеллектуального преобразователя интерфейса USB-CAN ZET 7174.

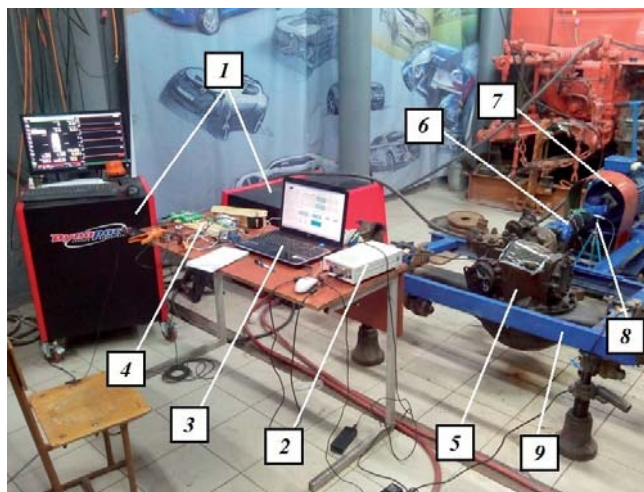


Рис. 1. Общий вид стенда:

1 – нагружающее устройство (ступичный динамометрический стенд Dynapack); 2 – многоканальный анализатор спектра ZET 017-U8; 3 – ЭВМ с программным комплексом Scada Zetview; 4 – набор интеллектуальных интерфейсов ZET; 5 – испытуемый мост; 6 – карданная передача с тензодатчиками; 7 – асинхронный электродвигатель; 8 – оптический датчик BC-401; 9 – рама стенда

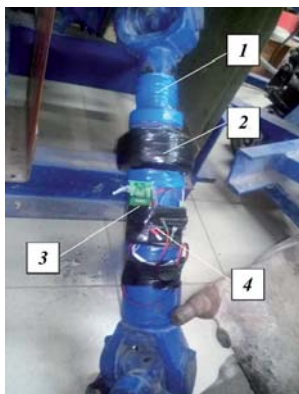


Рис. 2. Карданный вал привода с тензоизмерительной аппаратурой:

1 – место установки тензодатчиков; 2 – элементы питания; 3 – интеллектуальный аналого-цифровой преобразователь ZET 7111; 4 – измерительные и питающие интерфейсы CAN

Визуализация результатов измерений и диалог с оператором реализованы в программе, разработанной в среде автоматизации измерений *Zetview Scada*. Для измерения момента на полуосях моста (рис. 3) использовалась аналоговая аппаратура.

Для исследования общего уровня вибраций корпуса и определения связи линейных колебаний корпусных элементов с крутильными колебаниями в трансмиссии стенд оснащен виброизмерительной аппаратурой. Измерения виброускорений производятся на корпусе моста, но при необходимости возможно оснащение стенда дополнительными датчиками, расположенными на несущей раме, тормозных хабах нагружающего устройства Dynapack или



Рис. 3. Полуоси с тензоизмерительной аппаратурой:

1 – левая полуось; 2 – правая полуось;
3, 4 – тензодатчики; 5 – продольные канавки для измерительной цепи; 6 – автономные блоки с интеллектуальными датчиками ZET 7111, преобразователями сигнала в радиоканал ZET 7172S и элементами питания; 7 – интеллектуальные преобразователи радиосигнала в CAN ZET 7172M и преобразователь интерфейса CAN-USB ZET7174

электродвигателе. Регистрация виброускорений выполняется с помощью акселерометров общего назначения со встроенной электроникой BC 110. Датчики установлены сверху на корпусе в горизонтальной плоскости в четырех контрольных точках. Точки выбраны из условия необходимости определения параметров вертикальных, продольно-угловых и поперечно-угловых колебаний моста при воздействии на него основных эксплуатационных нагрузок. Параметры продольно- и поперечно-угловых колебаний определяются расчетным путем на основании показаний пары датчиков, рас-



Рис. 4. Место установки вибродатчика на правом кронштейне корпуса

положенных в продольной или поперечной плоскостях. Первая измерительная точка расположена сверху корпуса на вертикальной оси, проходящей через центр масс моста, вторая – на корпусе в плоскости установки левого ступичного подшипника, третья – аналогично в плоскости установки правого ступичного подшипника (рис. 4), четвертая – сверху на корпусе межосевого дифференциала (рис. 5). Для достижения термодинамического равновесия датчики устанавливаются на мост не менее чем за 60 минут до начала испытаний.

Частота вращения вала электродвигателя и ведущих колес измеряется с помощью трех бесконтактных оптических датчиков ВС-401. Для генерации отраженного сигнала на поверхностях тел вращения установлены оптические метки. Аналогово-цифровое преобразование и передача сигнала от вибро- и оптического датчиков к ЭВМ выполняется с помощью многоканального анализатора спектра ZET 017-U8.

В настоящее время коллективом авторов наряду с окончательной доводкой и дооснащением стенда выполняется разработка его математической модели, что позволит после проверки ее адекватности моделировать различные режимы нагружения и прогнозировать их последствия без проведения длительных натурных испытаний.

Литература

1. Шеховцов В.В. Разработка стендов и управления их динамическими свойствами для испытания трансмиссий тракторов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Волгоградский политехнический институт (ВолгПИ). – Волгоград, 1990. – 22 с.
2. Клементьев Е.В., Соколов-Добрев Н.С., Шеховцов В.В. Оптимизация упругих характеристик трансмиссии многофункционального диагностического стенда с целью снижения ее динамической нагруженности // Прогресс транспортных средств и систем – 2013. Матер. междунар. науч.-практ. конф., Волгоград, 24–26 сент. 2013 г. – Волгоград, – 2013. – С. 136–137.
3. Клементьев Е.В., Соколов-Добрев Н.С., Шеховцов В.В. Снижение вибронагруженности много-



Рис. 5. Место установки вибродатчика на корпусе механизма блокировки

функционального диагностического стенда от изгибных колебаний во время испытаний АТС // Прогресс транспортных средств и систем – 2013. Матер. междунар. науч.-практ. конф., Волгоград, 24–26 сент. 2013 г. – Волгоград, 2013. – С. 134–135.

4. Шеховцов В.В., Клементьев Е.В., Соколов-Добрев Н.С. и др. Усовершенствование конструктивных параметров испытательного стенда для снижения его динамической нагруженности [Электронный ресурс] // 32nd Seminar of the Students Association for Mechanical Engineering, Warsaw, Poland, 15-17.05.2013: [доклады] / Military University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering. – 1 CD-ROM. – Warsaw, 2013. – Р. 1–5.
5. Шеховцов В.В., Соколов-Добрев Н.С., Долгов К.О., Клементьев Е.В. Улучшение конструктивных параметров многофункционального диагностического стенда с целью снижения его динамической нагруженности и улучшения точности измерений // Известия ВолгГТУ. Серия «Наземные транспортные системы». Вып. 8: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, – 2014. – № 3(130). – С. 51–54.
6. Шеховцов В.В. Управление динамическими свойствами силовых передач стендов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1997. – № 11. – С. 32–35.
7. Шеховцов В.В. Анализ и синтез динамических характеристик автотракторных силовых передач и средств для их испытания. Монография. – Волгоград: Изд-во РПК «Политехник», 2004. – 224 с.
8. Ляшенко М.В., Шеховцов В.В., Дейниченко Е.М., Соколов-Добрев Н.С. Методы исследования динамических процессов в узлах силовых передач и системах подрессоривания гусеничных сельскохозяйственных тракторов. – Волгоград: ВолгГТУ, 2009. – 150 с.
9. Шеховцов В.В., Ходес И.В., Шевчук В.П. и др. Целенаправленное формирование собственного частотного спектра стенда для испытания трансмиссий тракторов // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 2. – С. 50–54.
10. Годжаев З.А., Дмитриченко С.С., Губерниев Ф.Я. Оптимальное проектирование валопроводов (на примере тракторов) // Вестник машиностроения. – 1992. – № 4.