

ЛИТЕРАТУРА

1. Blundell M., The multibody system approach to vehicle dynamics. 2 ed. / Mike Blundell, Damian Harty, ELSEVIER, 2015, – 756 p.

2. Lin Y., Tang P., Zhang W.J., Yu Q.: Artificial neural network modelling of driver handling behavior in a driver–vehicle–environment system, International Journal of Vehicle Design, Vol. 2, No. 1, pp. 294–316.

Предоставлено: 16.05.2019

УДК 629.017:629.018

СТРАТЕГИЯ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОЛОГИЙ СТЕНДОВЫХ
ИСПЫТАНИЙ ПО ПРОВЕРКЕ ПРОЧНОСТИ
И ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОМПОНЕНТОВ ХОДОВОЙ ЧАСТИ
АВТОМОБИЛЯ НА ЭТАПЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА
STRATEGY OF DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGIES
FOR STRENGTH AND FATIGUE TESTING OF SUSPENSION
COMPONENTS ON EARLY DESIGN STAGES

В.А. Кулагин, асп., И.А. Назарков, асп.,

А.И. Бокарев канд. техн. наук,

ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», г. Москва, Россия

V. Kulagin, I. Nazarkov, A. Bokarev, Ph.D. in Engineering,

FSUE «NAMI», Moscow, Russia

Аннотация. Проверка прочности и долговечности ходовой части автомобиля на ранних этапах проектирования является обязательной процедурой у всех автопроизводителей перед сборкой первого прототипа. Предлагаются к разработке универсальные методологии стендовой проверки на прочность и долговечность компонентов ходовой части автомобиля.

Abstract. Strength and fatigue proving of suspension on early design stages is a necessary procedure for all car manufacturers before making the first prototype. There are suggested universal methodologies of strength and fatigue stand testing of suspension components.

Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО
АВТОМОБИЛЕЙ»

Ключевые слова: прочность, долговечность, усталость, повреждаемость, ходовая часть, методология, нагруженный цикл, стендовые испытания, подвеска, ступичный узел.

Key words: strength, durability, fatigue, damage rate, suspension, methodology, load spectra, stand testing.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение требуемого срока службы автомобиля является одной из наиболее важных глобальных инженерных задач. Проверка усталостного ресурса, в первую очередь, проводится отдельно для компонентов, электронных и механических систем автомобиля методом стендовых испытаний, а последующим этапом проверяется усталостный ресурс автомобиля в сборе методом проведения дорожных испытаний. Наиболее актуальной задачей является проверка прочности и долговечности ходовой части автомобиля на ранних этапах проектирования. В настоящее время обязательным и классическим подходом всех ведущих автопроизводителей при проектировании автомобиля на этапе технического является применение методологии проверки направляющего аппарата подвески автомобиля и его силовой структуры на многоканальных стендах, а также отдельно применяется методология проверки ступичного узла. [1, 2, 3, 4]. Для реализации данных методологий требуется специальное стендовое оборудование – в качестве примеров на рисунке 1, а приведен 12-канальный стенд для испытания направляющего аппарата подвески и его силовой структуры, на рисунке 1, б приведено стендовое оборудование для испытания ступичного узла с учетом влияния окружающей среды (оба стенда являются результатом совместной инжиниринговой и производственной деятельности компаний «IAMT Prüfsysteme» и «Instron»).

Испытательные стенды позволяют контролировать сигналы отклика, и, таким образом, любое изменение наблюдаемого сигнала, выходящее за рамки допустимого коридора, сигнализирует о возможном отказе.



Рисунок 1. а) – 12 канальный стенд для испытания подвески автомобиля и его силовой структуры, б) – стендовое оборудование для испытания ступичного узла с учетом влияния окружающей среды

Известные методологии проверки ходовой части автомобиля являются научной и коммерческой тайной инжиниринговых компаний, которым удалось их реализовать и успешно применять на практике (например, методология «STAMAS» института прочности «Fraunhofer Institute LBF»). Отечественные ученые и исследователи активно развивают данное направление, однако в связи с отсутствием необходимого стендового оборудования (рисунок 1) результаты многих исследований не нашли практического применения и реализации в виде лабораторных испытаний [5]. На сегодняшний момент испытательная база ФГУП «НАМИ» активно развивается, и приобретение подобного стендового оборудования является краткосрочной стратегией развития ведущего научного центра Российской Федерации. Таким образом, становятся актуальными задачи:

- 1) Разработка универсальной методологии проверки прочности и долговечности направляющего аппарата подвески автомобиля и его силовой структуры на этапе технического проекта.
- 2) Разработка универсальной методологии проверки прочности и долговечности ступичного узла на этапе технического проекта.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДЛАГАЕМЫХ МЕТОДОЛОГИЙ

Для реализации обеих методологий требуются статистические данные (сбор показаний с датчиков: как минимум, требуются показания колесных нагрузок, скорости автомобиля, положения педалей

*Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО
АВТОМОБИЛЕЙ»*

тормоза и акселератора) о повседневной эксплуатации автомобилей для определенного региона с учетом особенностей различного стиля вождения. Эти данные в дальнейшем используются при определении процентов эксплуатации автомобиля по различным типам дорог и коэффициентов перехода от повседневной эксплуатации автомобиля к полигонной. При известных данных о процентах эксплуатации автомобиля по различным типам дорог и коэффициентах перехода от повседневной эксплуатации к форсированной полигонной эксплуатации производится деятельность по регистрации сигналов датчиков, характеризующих движение автомобиля на дорогах полигона, для подготовки к стендовым испытаниям. Для качественной подготовки к переходу от форсированной полигонной эксплуатации к стендовым испытаниям общее количество датчиков обычно составляет не менее 128 при сборе статистики (тензодатчики на компонентах, тензоступицы, датчики хода подвесок, датчики ускорений, скорость автомобиля, угловые скорости колес и многое другое). При обработке записанных данных датчиков происходит дальнейшее форсирование цикла нагружения за счёт удаления временных участков движения автомобиля, где повреждаемость незначительная.

Идея универсальности применимости к различным типам автомобиля для обеих методологий реализуется за счет метода «масштабирования» определенной комбинации силовых факторов, полученных экспериментально для опытного автомобиля заданной спецификации, с учетом спецификации на исследуемый автомобиль, возможности корректировки соотношения эксплуатации по различным типам дорог, учетом километража для достижения 100% ресурса, насыщенности специальными событиями и коэффициентами перегрузки автомобиля. Важное преимущество данного подхода заключается в возможности исключения фазы сбора колёсных нагрузок автомобилей-конкурентов или автомобилей предшественников. Методология проверки прочности и долговечности направляющего аппарата подвески подразумевает имитацию непосредственно случайных временных историй нагружения с учетом воспроизведения всех колесных нагрузок (12 компонентов) и трансмиссионного момента (если ось ведущая) в объеме порядка 300 часов на каждый модуль. Методоло-

*Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО
АВТОМОБИЛЕЙ»*

гия по проверке ступичного узла подразумевает дополнительную обработку сигналов по псевдоповреждаемости для полученного масштабированного цикла для приведения случайного сигнала к синусоидальному нагружению изгибающим моментом и учетом вращения в объеме порядка 200 часов на узел.

Полученные данные для проведения стендовых испытаний могут также использоваться для математического моделирования ресурса отдельных компонентов ходовой части автомобиля и прогнозирования их ресурса, а также для формирования требования стендовых ресурсных нагрузочных циклов для отдельных компонентов.

Применимость предлагаемых методологий может быть ограничено распространена на классы автомобилей М1, М2, М3, N1 и N2, однако требуется лабораторная проверка в рамках стратегии реализаций данных методологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение методологий стендовых испытаний для проверки прочности и долговечности ходовой части автомобиля на этапе технического проекта решает следующие задачи:

1. Повышение информативности результата исследования долговечности и отказов.
2. Сведение к минимуму риска для здоровья инженеров-испытателей на дальнейших стадиях развития проекта.
3. Обеспечение возможности моделирования ресурса отдельных компонентов ходовой части автомобиля и прогнозирования их ресурса на этапе технического проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Grubisic V. Determination of Load Spectra for Design and Testing. – D.: LBF – 1994. – 21 с.
2. Halfpenny, Andrew. Methods for Accelerating Dynamic Durability Tests [Текст] / Andrew Halfpenny // 9th International Conference on Recent Advances in Structural Dynamics. – 2006. – 19 с.
3. Johannesson P., Speckert M. Guide to Load Analysis for Durability in Vehicle Engineering. – WS.: Wiley – 2014. – 458 с.

4. Lee Y., Barkey M., Kang H. Metal Fatigue Analysis Handbook. – O.: Elsevier – 2012. – 633 с.

5. Яценко Н.Н. Форсированные полигонные испытания грузовых автомобилей – М.: Машиностроение – 1984. – 328 с.

Представлено: 16.05.2019

УДК 629.113

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ
КАЧЕНИЮ ПРИ ТРОГАНИИ АВТОМОБИЛЯ С МЕСТА
MODELING THE ROLLING RESISTANCE COEFFICIENT
WHEN THE CAR PULLS OFF

С.Н. Шуклинов, д-р. техн. наук, проф.,

В.И. Вербицкий, канд. физ.-мат. наук, доц.,

А.В. Ужва, канд. техн. наук, доц., А.В. Губин, асп.,

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,
г. Харьков, Украина

S. Shuklinov, Doctor of technical Sciences, Professor, V. Verbytskiyi,
PhD in Physico-mathematical sciences, Associate professor,

A. Uzhva, Ph.D. in Engineering, Associate professor,

A. Gubin, PhD student,

Kharkiv National Automobile and Highway University,
Kharkiv, Ukraine

Аннотация. Построена математическая модель коэффициента сопротивления качению при трогании автомобиля с места. Определены новые зависимости для расчёта коэффициента сопротивления качению колёс ведущей оси транспортного средства в различных фазах начала движения.

Abstract. Mathematical modeling of the rolling resistance coefficient when starting a car is presented. New dependencies have been determined for calculating the rolling resistance coefficient of the wheels of the car axle in different phases of the start.

Ключевые слова: коэффициент, сопротивление качению, моделирование, автомобиль, фаза, начало движения, момент.