

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 629.3.027.514

ВЛИЯНИЕ ГАЗОВОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ЖЕСТКОСТЬ  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

**И. М. Баранник, доц., к. т. н.,**  
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

*Аннотация.* Приведены исследования по определению зависимости радиальной жесткости автомобильных шин от нагрузки, давления и газового наполнителя.

*Ключевые слова:* автомобильная шина, жесткость, газовый наполнитель.

ВПЛИВ ГАЗОВОГО НАПОВНЮВАЧА НА ЖОРСТКІСТЬ  
АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН

**І. М. Баранник, доц., к. т. н.,**  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Анотація.* Наведено дослідження з визначення залежності радіальної жорсткості автомобільних шин від навантаження, тиску та газового наповнювача.

*Ключові слова:* автомобільна шина, жорсткість, газовий наповнювач.

INFLUENCE OF THE GAS FILLING AGENT ON RUGGEDNESS  
OF VEHICLE TYRES

**I. Barannik, Assoc. Prof., Ph. D. (Eng.),**  
Kharkiv National Automobile and Highway University

*Abstract.* The investigations on determination of radial ruggedness dependence of vehicle tires loading, pressure and the gas filling agent are specific in the given article.

*Key words:* car tyre, ruggedness, gas filling agent.

## Введение

С первых дней создания механических систем различной сложности конструкторы и эксплуатационники работают над повышением надежности и срока их службы. Повышение надежности автомобилей, в частности, невозможно без глубокого исследования действительной нагруженности их агрегатов и узлов при работе в реальных условиях эксплуатации. Очевидно, что нагруженность агрегатов, узлов и деталей в значительной степени определяется колебаниями.

Основными элементами, сводящими колебания и вибрации к приемлемому уровню и защищающими автомобиль от динамического влияния дороги, являются подвеска и ши-

ны [1]. Шина – один из элементов, передающих вибрации, которые возникают в результате взаимодействия колес с неровностями дороги. В зависимости от эксплуатационных и конструктивных факторов, шина не просто передает вибрации, а может либо их ослаблять, либо усиливать. При исследовании основных эксплуатационных характеристик автомобиля следует подвергать анализу динамическую систему «дорога–шина–автомобиль» [2].

На большую часть эксплуатационных характеристик влияют, в первую очередь, такие интегральные параметры шин, как жесткость и поглощающая способность. Таким образом, определение жесткости шины и механизмов ее формирования является важной проблемой.

Следует отметить, что в настоящее время совершенствование шин проводится преимущественно в направлении применения более качественных материалов, повышения прочности корда и уменьшения его массы, снижения количества слоев корда, увеличения ширины профиля и уменьшения коэффициента профильности. Вместе с тем выполняется поиск оптимального наполнителя для шин вместо зачастую используемого воздуха.

### Анализ публикаций

Следует отметить, что жесткость шины является сложной комплексной характеристикой. Действительно, пневматическая шина представляет собой трехмерное многослойное и армированное тело, слои которого представлены из различных материалов с существенно отличающимися свойствами. Очевидно, что деформация такого тела является неоднородной и нелинейной. В связи с этим отклик на внешнюю нагрузку, который и принято называть жесткостью, будет нелинейным.

Существенное, можно сказать определяющее, влияние на жесткость шины, помимо ее конструктивных характеристик и свойств материала, оказывает значение внутреннего давления и тип газового наполнителя. Внутреннее давление создает в шине предварительное напряженное состояние в виде мембранных усилий, что и повышает сопротивляемость шины нормальному прогибу под нагрузкой [3].

Определение жесткости шины можно проводить в процессе натурных измерений путем изучения процессов деформации шины при ее прижатии к дорожному полотну радиальной силой [3].

### Цель и постановка задачи

Цель работы – исследование радиальной жесткости автомобильной шины за счет изменения ее эксплуатационных параметров. Задачей является исследование по определению зависимости радиальной жесткости автомобильных шин от нагрузки, давления и газового наполнителя.

### Экспериментальные исследования

Отношение действующей на колесо нагрузки  $G$  к деформации шины  $h$  принято называть нормальной (радиальной) жесткостью шины.

Данная характеристика является основной и показывает упругие способности шины.

Используя известную зависимость  $c = G/h$ , была рассчитана жесткость автомобильной шины 175/70R13 в статике.

С целью определения влияния газового наполнителя автомобильной шины на ее свойства были проведены исследования с использованием семи различных газов:

- воздуха;
- азота;
- гелия;
- аргона;
- трех неонгелиевых смесей с различным процентным содержанием компонентов.

Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях на силовом стенде с автомобильной подвеской (рис. 1, 2).

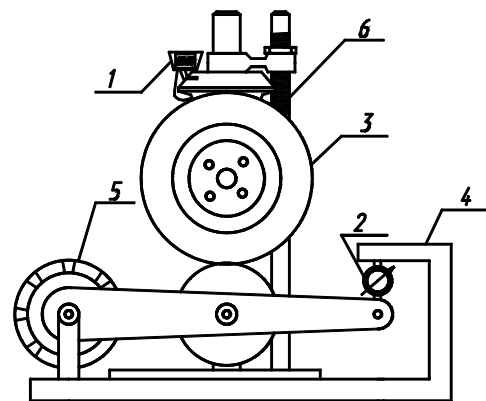


Рис. 1. Схема силового стенда: 1 – датчик измерения скорости; 2 – динамометр; 3 – автомобильное колесо; 4 – основная рама; 5 – электродвигатель; 6 – силовой винт



Рис. 2. Крепление колеса на подвеску стенда

С целью исключения влияния рисунка протектора на результаты была выбрана шина размером 175/60R13, без нанесенного рисунка протектора, специально сделанная Белочерковским шинным заводом.

При проведении замеров на стенде проводился «разогрев» шины за счет тридцатиминутного качения колеса с окружной скоростью 60 км/ч при каждом наполнителе.

Изменение нагрузки на шину осуществлялось с помощью силового винта (рис. 1), за счет которого автомобильная подвеска с закрепленным колесом опускалась вниз, увеличивая усилие на барабан и маятник стенда. Это усилие регистрировалось с помощью динамометра 2 (рис. 1), который одним концом крепился к раме стенда, а другим – к его маятнику.

Изменение статического радиуса, в свою очередь, измерялось при помощи индикатора часового типа, а изменение давления фиксировалось цифровым манометром. Под действием нагрузки, создаваемой силовым винтом стенда, происходила деформация автомобильной шины и, как следствие, перемещение стрелки индикатора. При эксперименте были проведены замеры на шести режимах нагрузки – от 650 до 3000 Н. После окончания замеров исследуемых параметров автомобильной шины на одном газе автомобильное колесо снималось со стенда и проводилась замена исследуемого газа.

Используя описанную методику, были проведены экспериментальные исследования по замеру изменения жесткости автомобильной шины. Проводилось по пять замеров изменения статического радиуса автомобильной шины, после чего выводилось среднее значение изменения статического радиуса, которое в дальнейшем использовалось при расчете.

По полученным данным построены графические зависимости жесткости автомобильной шины для разных наполнителей.

Как видно из результатов, представленных на рис. 3–8, шины, наполненные инертным газом, имеют меньшую жесткость по сравнению с шинами, наполненными воздухом. На основании этого можно сделать предположение о том, что шины при наполнении их инертными газами будут уменьшать ускорения масс автомобиля при движении по доро-

ге. Однако для подтверждения этого факта необходимы дополнительные исследования по определению вибронгруженности автомобиля, а также ее демпфирующих свойств при наезде на единичное препятствие.

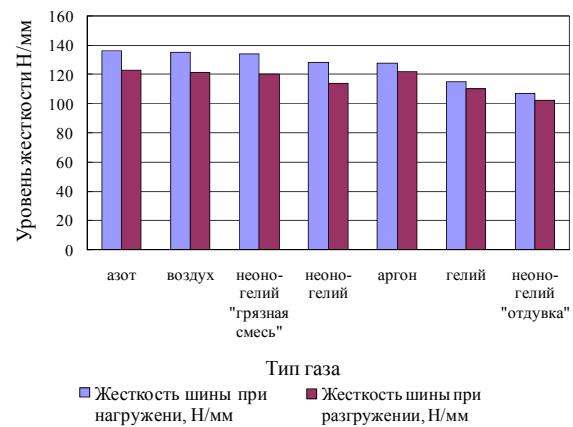


Рис. 3. Гистограмма жесткости автомобильной шины с разными наполнителями

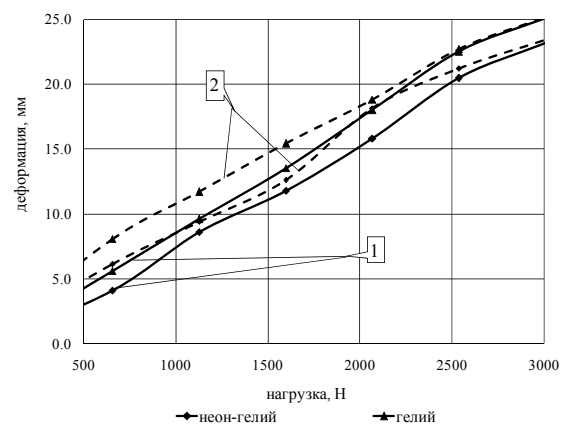


Рис. 4. Зависимость деформации шины от нагрузки для неоногелия и гелия: 1 – нагружение; 2 – разгрузка

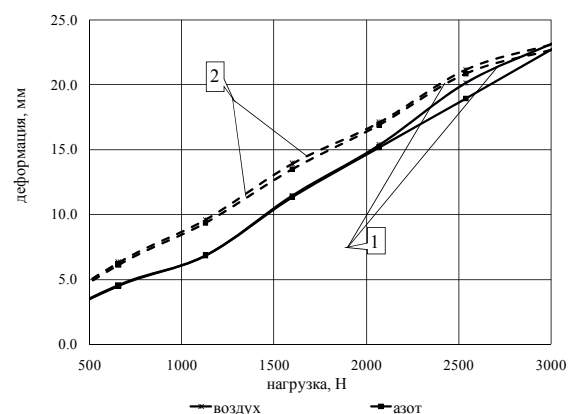


Рис. 5. Зависимость деформации шины от нагрузки для воздуха и азота: 1 – нагружение; 2 – разгрузка

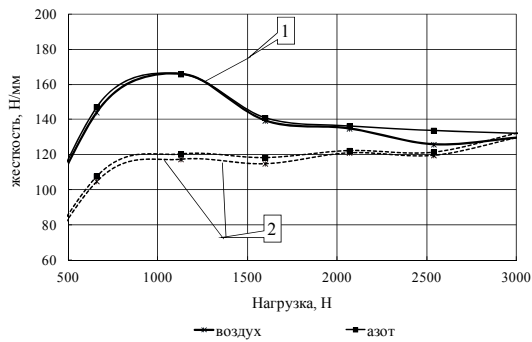


Рис. 6. Зависимость жесткости автомобильной шины от нагрузки для воздуха и азота: 1 – нагружение; 2 – разгрузка

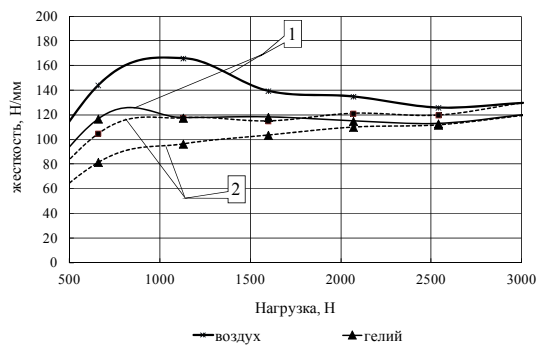


Рис. 7. Зависимость жесткости автомобильной шины от нагрузки: 1 – нагружение; 2 – разгрузка

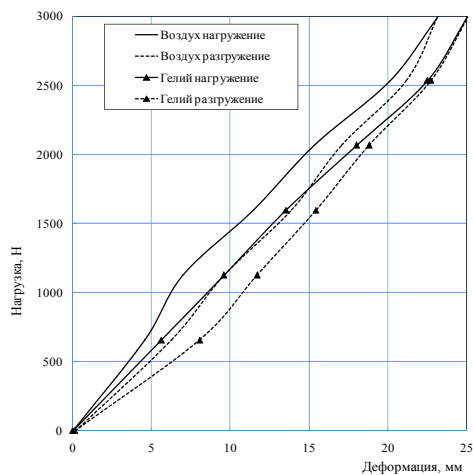


Рис. 8. Петля гистерезиса для автомобильной шины 175/70R13, наполненной воздухом и неонгелием

С целью определения значений гистерезисных потерь были построены зависимости перемещения от нагрузки для двух газов, имеющих наибольшие отклонения относительно друг друга – воздуха и неонгелия (рис. 8).

Проанализировав полученные кривые, можно отметить, что при использовании гелия уменьшаются внутренние энергетические потери при нагружении и разгрузке.

### Выводы

С точки зрения жесткостных характеристик исследованные газы можно расположить следующим образом:

- неонгелий «отдувка» – 108 Н/мм;
- гелий – 114 Н/мм;
- аргон – 127 Н/мм;
- неонгелиевая смесь – 128 Н/мм;
- неонгелий «грязная смесь» – 134 Н/мм;
- воздух – 134 Н/мм;
- азот – 136 Н/мм.

При использовании неонгелия уменьшаются внутренние энергетические потери при нагружении и разгрузке.

### Литература

1. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля / Р. В. Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1972. – 392 с.
2. Динамика системы «дорога–шина–автомобиль–водитель» / под ред. А. А. Хачатурова. – М.: Машиностроение, 1976. – 536 с.
3. Работа автомобильной шины / под ред. В. И. Кнороз и др. – М.: Транспорт, 1976. – 240 с.

Рецензент: А. А. Коряк, к. т. н., ХНАДУ.

Статья поступила в печать 21 марта 2014 г.