

**Снижение вибронагруженности коммерческих автомобилей за
счет применения упругодемпфирующих устройств подвески на
основе эластомерных материалов**

Авторы:

Степанов Евгений Владимирович, аспирант

Молев Юрий Игоревич, доктор технических наук

Применение композитов в подвеске автомобиля



Подвеска со стеклопластиковой рессорой
автомобиля Volvo



Стеклопластиковая рессора автомобиля
Mercedes-Benz Sprinter



Автомобиль Audi R8 e-tron и его передняя
подвеска со стеклопластиковыми пружинами



Актуальность применения полимеров (эластомеров) в конструкциях подвесок коммерческих автомобилей:

- ✓ снижение металлоемкости и стоимости агрегатов;
- ✓ повышении стойкости к внешним воздействующим факторам;
- ✓ снижении величины неподрессоренной массы;
- ✓ уменьшении габаритных размеров упругого и демпфирующего элементов подвески;
- ✓ повышении комфорта движения.

Цель работы: теоретическое и практическое обоснование целесообразности применения эластомерных материалов с точки зрения плавности хода автомобиля и повышения энергоемкости упругого и демпфирующего элементов подвески по сравнению со стандартными конструкциями на примерах легкого коммерческого и грузового автомобилей Группы ГАЗ.

Легкие
коммерческие
автомобили



Грузовые автомобили



Автобусы



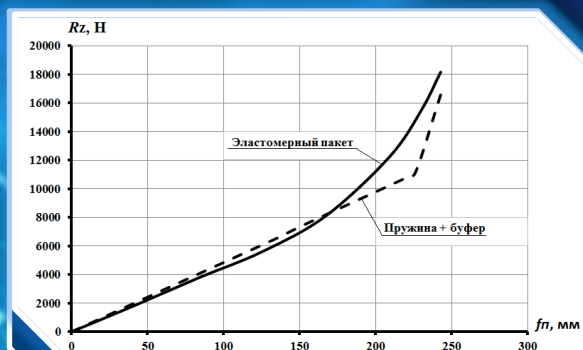
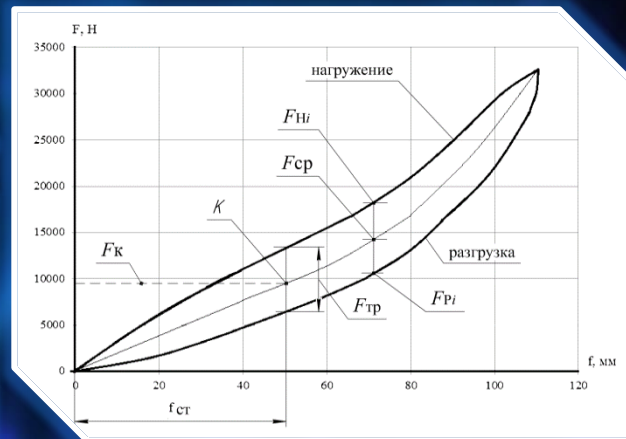
Упругие свойства эластомеров

Современные рецептуры, технологии получения и обработки эластомеров, позволяют получить материал с качественно иными характеристиками по сравнению с резиновыми элементами, которые в основном используются как дополнительные элементы в конструкциях подвесок.

Эластичные полимеры обладают внутренним трением и упругой характеристикой с нелинейным прогрессивным характером. Это позволяет совместить функции основного и дополнительного упругих элементов в подвеске, а также обеспечивать в некоторой степени поглощение энергии колебаний при работе подвески.



Стендовые испытания для определения упругой характеристики эластомерного пакета



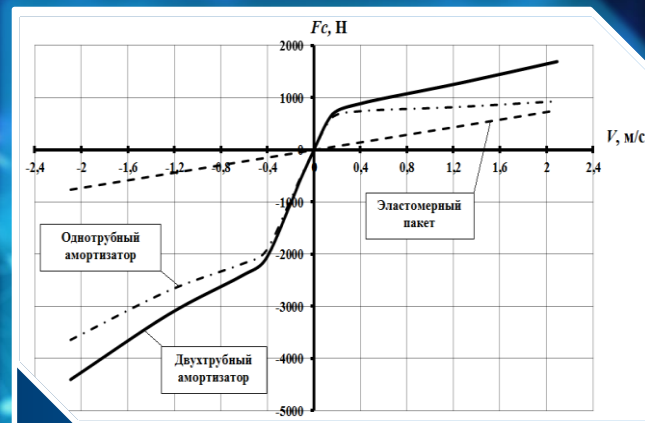
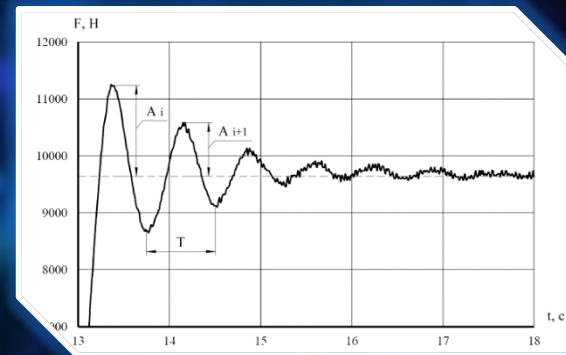
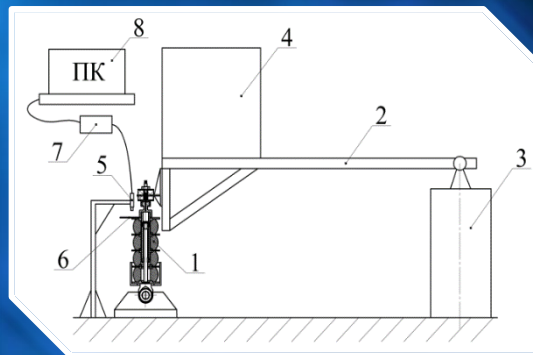
Упругая характеристика подвески

$$C_{cpi} = \frac{F_{cpi}}{f_i}$$
$$F_{cpi} = \frac{F_{Hi} + F_{pi}}{2}$$

Демпфирующие свойства

Для определения параметров демпфирования эластомера был поставлен эксперимент, позволяющий рассчитать логарифмический декремент затухания колебательного процесса в эластомере и величину «условного» коэффициента демпфирования.

Для обеспечения качественных показателей управляемости, устойчивости и плавности хода автомобиля целесообразным является применение комбинации эластичных полимеров и гидравлических амортизаторов. Данное решение позволяет обеспечить известные требования к упругой и демпфирующей характеристикам подвески.



Демпфирующая характеристика

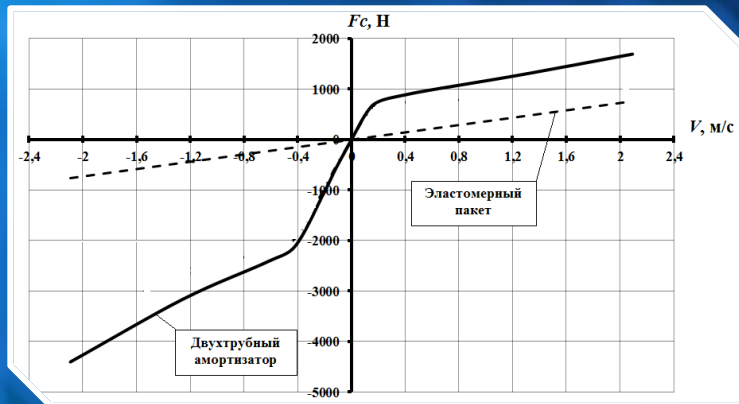
Стендовые испытания
для определения
демпфирующей
характеристики
эластомерного пакета



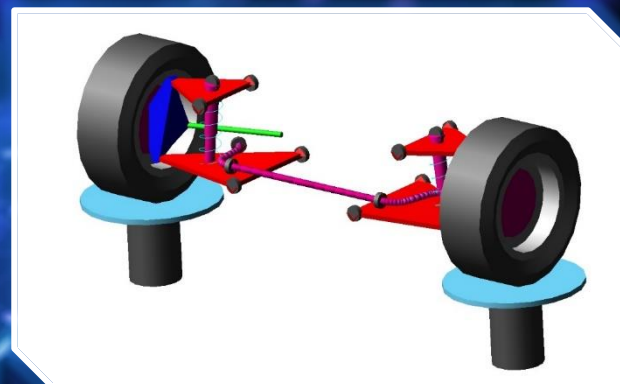
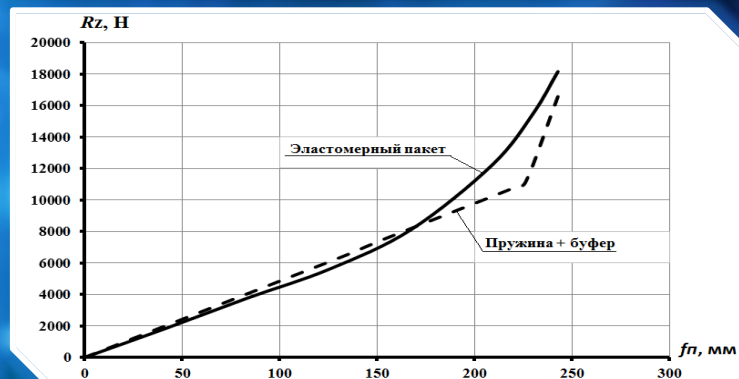
$$k_9 = \frac{2 * \ln d}{T} M$$



Моделирование работы подвески



Модель автомобиля в MSC.ADAMS/CAR

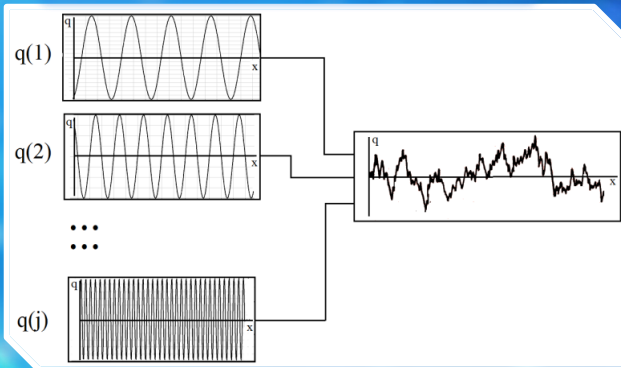
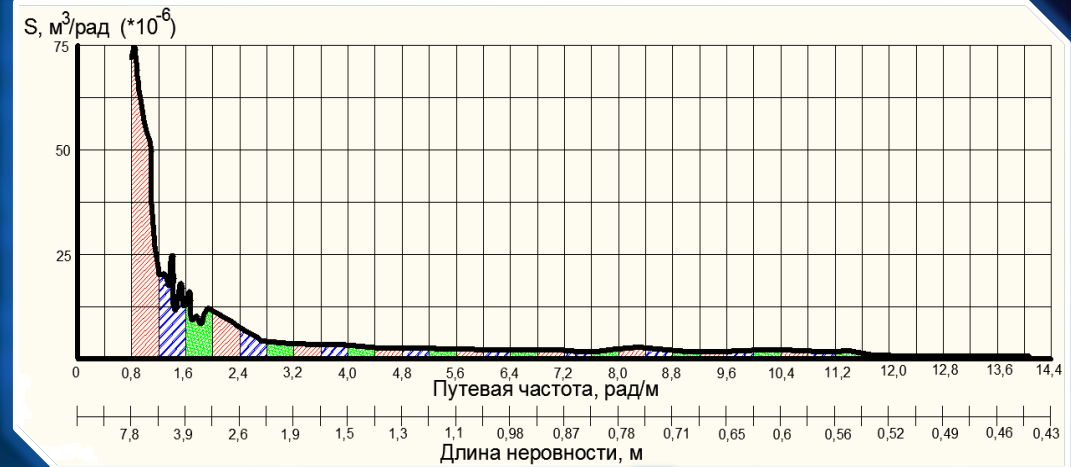


Модель подвески в MSC.ADAMS/CAR

Моделирование микропрофиля дороги

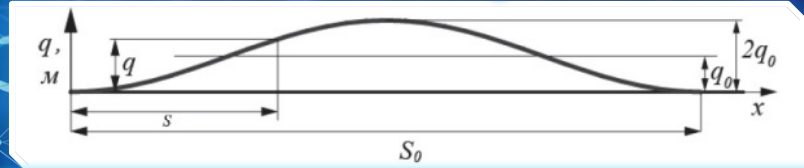


Спектральная
плотность
булыжной
дороги
ровного
замощения



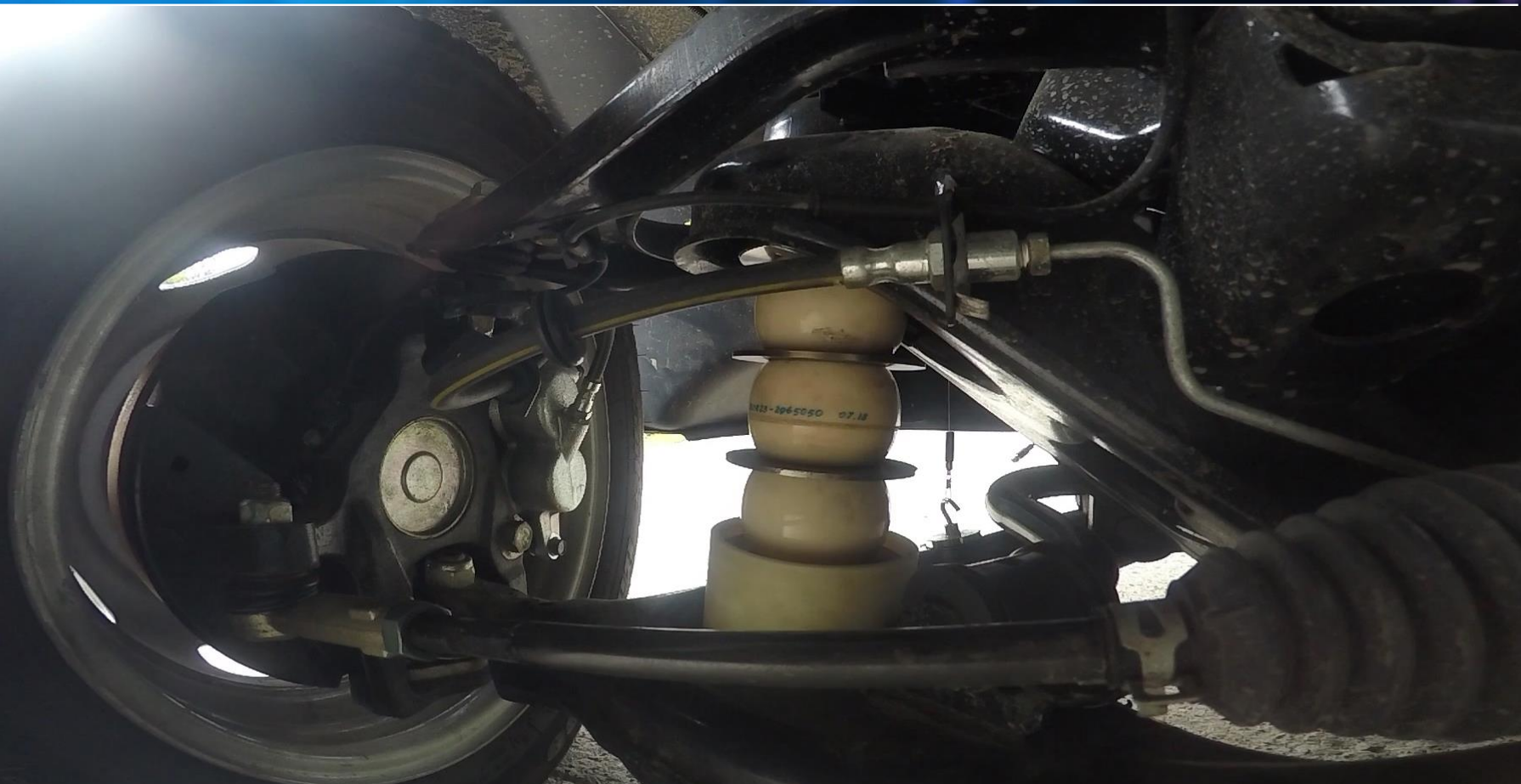
$$D_j = \frac{S_q(\theta_{j+1}) + S_q(\theta_j)}{2} (\theta_{j+1} - \theta_j)$$

$$\theta_{j\text{cp}} = \frac{\theta_j + \theta_{j+1}}{2}$$



Формирование случайного возмущения микропрофиля как суммы гармонических составляющих

Натурные испытания подвески



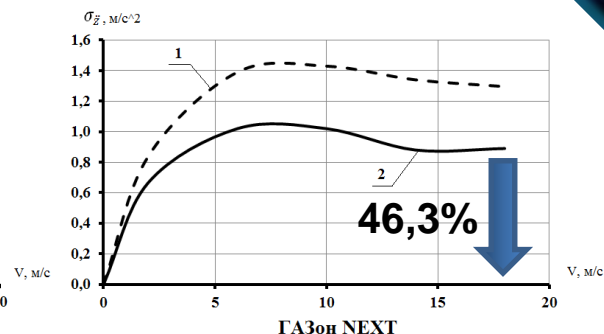
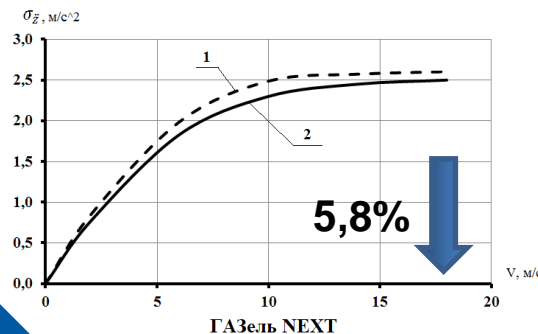
Результаты и выводы



СКВ нормальной реакции на колесе:

1 – для стандартной подвески;

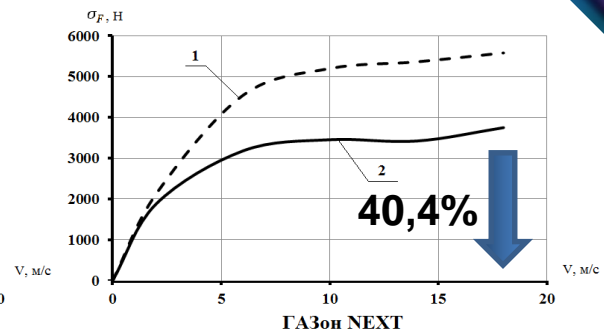
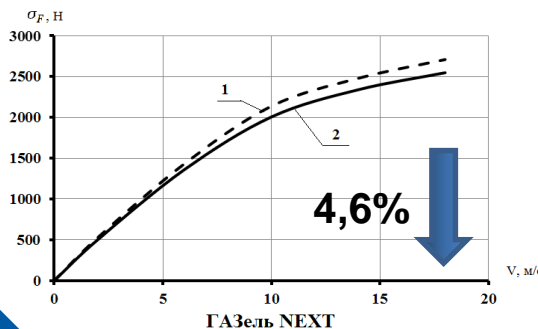
2 – для гидроэластомерной подвески.



СКВ виброускорений на раме автомобиля:

1 – для стандартной подвески;

2 – для гидроэластомерной подвески.



Технико-экономические характеристики



Эластомерный пакет

4.7

Пружина + амортизатор

7

2

0 2 4 6 8 10
Масса, кг

Эластомерный пакет

5450

Пружина + амортизатор

4240

1810

0 2000 4000 6000 8000
Стоимость, руб



Эластомерный пакет +
направляющий аппарат

9.6

24.8

Основная и
дополнительная рессора

64

17

0 20 40 60 80
Масса, кг

Эластомерный пакет +
направляющий аппарат

6150

7120

Основная и
дополнительная рессора

10900

3610

0 5000 10000 15000
Стоимость, руб



Грузовые автомобили

80.7

Легкие коммерческие
автомобили

112.1

0 20 40 60 80 100 120

Объем рынка, тыс. автомобилей

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24
НГТУ им. Р.Е. Алексеева
Институт Транспортных Систем

Степанов Евгений Владимирович
Ведущий инженер НИЛ транспортных
интеллектуальных систем

Моб.: +7-930-70-46-307

E-mail: evgeniystepanov1991@nntu.ru