

УДК 629.1-46

**ПОВЫШЕНИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
АВТОБУСОВ С УСТАНОВЛЕННЫМ ТИПОВЫМ
САНИТАРНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ В СОСТАВЕ
АВТОСАНИТАРНЫХ КОЛОНН**
IMPROVING THE ERGONOMIC PERFORMANCE OF BUSES
WITH STANDARD SANITARY EQUIPMENT INSTALLED
IN THE COMPOSITION OF SANITARY COLUMNS

М.А. Звездов, инженер-конструктор 3 категории,
ФГУП «НАМИ», г. Москва, Россия
M. Zvezdov, design-engineer of 3rd category,
Federal state unitary enterprise «NAMI», Moscow, Russia

В докладе будет представлен обзор математической модели движения автобуса по заданному маршруту, результаты исследования и рекомендации по итогам испытаний.

The report will provide an overview of the mathematical model of bus movement along a given route, the results of the study and recommendations on the results of tests.

Ключевые слова: математическая модель, санитарное оборудование, автобус, подрессоривание.

Key words: mathematical model, sanitary equipment, bus, springing.

ВВЕДЕНИЕ

Переоборудование автобусов в санитарные автотранспортные средства необходимо в случае чрезвычайных ситуаций для транспортировки большого количества больных или раненых. Помимо эвакюместимости, также, необходима щадящая перевозка пострадавших в медицинское учреждение. Здесь необходимо коснуться эргономических показателей, таких как плавность хода автобуса и подрессоривание носилок, на которых будут располагать больных. Эти показатели значительно влияют на безопасность пассажиров.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ, ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ.

В основном степень вибронегруженности автомобиля зависит от параметров и качества подвески (системы подрессоривания), которая

обеспечивает упругое соединение несущей системы с колесами, выполняет функцию снижения динамических нагрузок и обеспечения равномерного распределения их на опорные элементы при движении, служит для повышения тяговых качеств машины. Это значит, что при анализе колебаний автомобиля необходимо, в первую очередь, решить задачи проектирования и расчета системы поддрессоривания.

Р.В. Ротенберг, Н.Н. Яценко, Я.М. Певзнер исследовали колебания многомассовых систем. Благодаря результатам их научных работ появилась возможность анализировать влияние неподрессоренных масс, однако, дорожная поверхность принималась как некая детерминированная неровность.

Несколько позже Р.В. Ротенберг, А.А. Силаев, А.И. Гришкевич, М. Mitshke и др. применили к расчету автомобиля и его агрегатов, в частности, речь идет о системе поддрессоривания, теорию случайных функций, что дало возможность рассматривать уже более реальный профиль дорожной поверхности.

В работах А.А. Силаева подробно рассматривается спектральная теория поддрессоривания транспортных машин и ее применение к решению практических задач плавности хода. Рассматривается плоская система на нескольких опорах при вертикальных и продольно – угловых колебаниях и плоская система при поперечных колебаниях. Предполагается, что автомобиль движется по конкретному типу дорог и с постоянной скоростью. Автор, предполагая известным параметр жесткости подвески, предлагает найти оптимальный параметр демпфирования, исследуя уравнение среднеквадратического отклонения на экстремум. При этом учитываются такие условия как вероятность пробивания подвески, то есть удары в ограничители хода, и вероятность отрыва колеса от грунта. Также с помощью методов фазовых диаграмм и статистической линеаризации рассмотрены системы с линейным упругим элементом и упругими ограничителями хода колес, то есть нелинейные системы поддрессоривания, которые в вопросах плавности хода способны наиболее точно описать поведение автомобиля при воздействии на него различного рода дорожных неровностей.

На основании работ [1] [2] [4] [5] [6] были сформулированы следующие задачи исследования:

- 1) разработать математическое описание движения автобуса по характерному маршруту;
- 2) оценить вибронгруженность элементов крепления носилок и мест размещения раненых;
- 3) разработать предложения по конструкции и параметрам системы поддрессоривания для автобуса.

С учетом рекомендаций вышеуказанных авторов разработаем математическую модель движения санитарного автобуса.

Для построения математической модели движения санитарного автобуса разработана расчетная схема, представленная на рисунке 1.

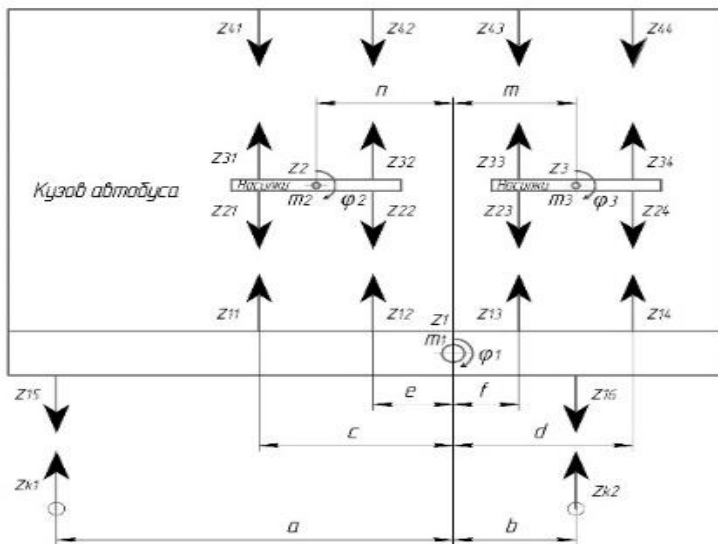


Рисунок 1 – Расчетная схема санитарного автобуса с установленным ТСО

Модель представляет собой систему дифференциальных уравнений, описывающих вертикальные и продольно-угловые колебания поддрессоренных масс динамической модели в результате действия эксплуатационных кинематических и силовых возмущений при движении автобуса по поверхностям с разным профилем неровностей и имеет следующий вид:

$$\left\{ \begin{aligned} & m_1 \ddot{z}_1 - [C_1(z_{15} - z_{k1}) + k_1(\dot{z}_{15} - \dot{z}_{k1})] + [C_2(z_{16} - z_{k2}) + k_2(\dot{z}_{16} - \dot{z}_{k2})] - \\ & - [C_3(z_{21} - z_{11}) + k_3(\dot{z}_{21} - \dot{z}_{11})] - [C_4(z_{22} - z_{12}) + k_4(\dot{z}_{22} - \dot{z}_{12})] + \\ & + [C_5(z_{23} - z_{13}) + k_5(\dot{z}_{23} - \dot{z}_{13})] - [C_6(z_{24} - z_{14}) + k_6(\dot{z}_{24} - \dot{z}_{14})] + \\ & + [C_7(z_{41} - z_{31}) + k_7(\dot{z}_{41} - \dot{z}_{31})] - [C_8(z_{42} - z_{32}) + k_8(\dot{z}_{42} - \dot{z}_{32})] + \\ & + [C_9(z_{43} - z_{33}) + k_9(\dot{z}_{43} - \dot{z}_{33})] - [C_{10}(z_{44} - z_{34}) + k_{10}(\dot{z}_{44} - \dot{z}_{34})] = m_1 g; \\ & m_2 \ddot{z}_2 + [C_3(z_{21} - z_{11}) + k_3(\dot{z}_{21} - \dot{z}_{11})] + [C_4(z_{22} - z_{12}) + k_4(\dot{z}_{22} - \dot{z}_{12})] + \\ & + [C_5(z_{23} - z_{13}) + k_5(\dot{z}_{23} - \dot{z}_{13})] + [C_6(z_{24} - z_{14}) + k_6(\dot{z}_{24} - \dot{z}_{14})] + \\ & + [C_7(z_{41} - z_{31}) + k_7(\dot{z}_{41} - \dot{z}_{31})] + [C_8(z_{42} - z_{32}) + k_8(\dot{z}_{42} - \dot{z}_{32})] + \\ & + [C_9(z_{43} - z_{33}) + k_9(\dot{z}_{43} - \dot{z}_{33})] + [C_{10}(z_{44} - z_{34}) + k_{10}(\dot{z}_{44} - \dot{z}_{34})] = m_2 g; \end{aligned} \right.$$

Здесь m_i – i -я подрессоренная масса; $z_i, \dot{z}_i, \ddot{z}_i$ – соответственно вертикальные перемещения, скорости и ускорения i -й подрессоренной массы; C_i – i -я жесткость связи; k_i – i -й коэффициент демпфирования; $a, b, c, d, e, f, h, k, n$ – геометрические параметры элементов; g – ускорение силы тяжести.

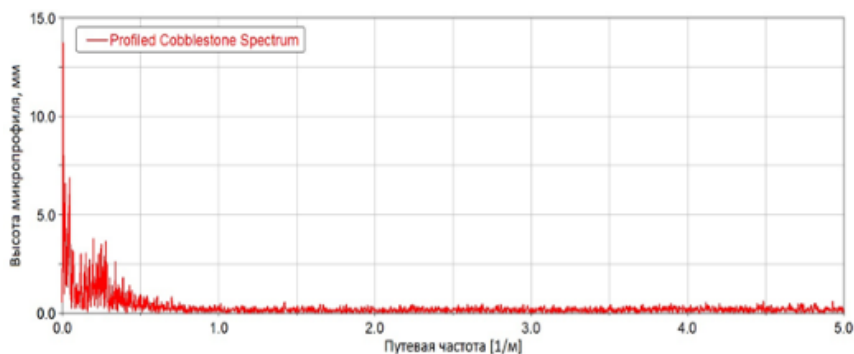


Рисунок 2 – Спектральная плотность микропрофиля опорной поверхности

РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Максимальные виброускорения в точках крепления ТСО к кузову автобуса во всех направлениях достигают $0,05 \text{ м/с}^2$.
2. Максимальные виброускорения в точках крепления ТСО к полу автобуса во всех направлениях достигают $0,05 \text{ м/с}^2$.
3. Максимальные виброускорения в точках крепления носилок возникают в поперечной плоскости и составляют $25\text{--}30 \text{ м/с}^2$ ($2,5\text{--}3,0 \text{ g}$), в вертикальной плоскости 25 м/с^2 ($2,5 \text{ g}$) и в горизонтальной $10\text{--}15 \text{ м/с}^2$ ($1,0\text{--}1,5 \text{ g}$).

В ходе исследования получены графики виброускорений, один из которых представлен на рисунке 3.

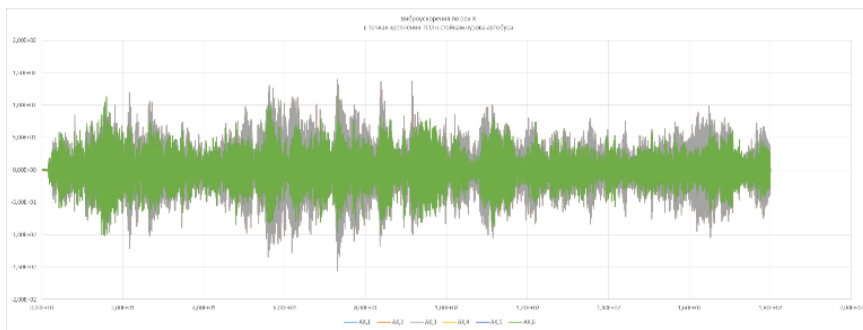


Рисунок 3 – Виброускорения по оси X в точках крепления ТСО к стойкам кузова автобуса

Исходя из полученных результатов, видно, что вибронагрузки превышают допустимые значения. Поэтому необходимо усовершенствовать систему подрессоривания ТСО и разработать рекомендации для подвески автобусов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Силаев А.А., «Спектральная теория подрессоривания транспортных машин» М., «Машиностроение». 1972. – 192 с.
2. Ротенберг, Р.В. Теория подвески автомобиля / Р.В. Ротенберг. – М.: Машгиз, 1951. – 214 с.
3. Тарасик, В.П. Теория движения автомобиля / В.П. Тарасик. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006. – 478 с.
4. Анализ и классификация технических решений виброизоляторов подвески кабины / В.В. Шеховцов, А.В. Победин, О.Д. Косов, К.В. Шеховцов // Проектирование колёсных машин: материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 70-летию факультета «Специальное машиностроение» МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2010. С. 181–1845. А.с. 1164096 СССР, М.К.И.3 В 60 N 1/02. Активная подвеска сиденья транспортного средства/ Ю.И. Чупраков (СССР) – №3722931; заявл. 06.04.84; опубл. 30.06.85, Бюл. №24. – 5с.: ил.

б. А. с. 1036975 СССР, МКИ F 16 F 11/00. Гидравлический демпфер / И. К. Чирков, С. С. Грибов, И. Ф. Бубнов, М. Б. Липкин; Могилевский ПКТИ СТО АиМ. – № 3432788/25-28; заявл. 06.05.82; опубл. 23.08.83, Бюл. № 31.

Представлено 01.04.2020

УДК 629.03

**ВЕРИФИКАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ЛЕГКОВОГО
ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ НА ОСНОВАНИИ РАСЧЕТА
ТЯГОВО-СКОРОСТНЫХ СВОЙСТВ**
COMPUTER MODEL VERIFICATION FOR PASSENGER
ELECTRIC VEHICLE BASED ON THE TRACTION
AND SPEED PROPERTIES CALCULATION

А.Г. Выгонный, канд. техн. наук, **Александр.Л. Кравченко**,
Алексей.Л. Кравченко,

ГНУ «Объединенный институт машиностроения Национальной
академии наук Беларуси», г. Минск, Беларусь

A.Vigonny, Ph.D. in Engineering, Al-dr Krauchonak,
Al-ei Krauchonak,

State Scientific Institution "Joint Institute of Mechanical Engineering
of the National Academy of Sciences of Belarus", Minsk, Belarus

На основе анализа параметров легковых электромобилей аналогов и результатов аналитического расчета тягово-скоростных свойств исследуемого легкового электромобиля проведена верификация ее компьютерной динамической модели, разработанной в среде моделирования ADAMS.

Verification of the computer dynamic model based on an analysis of the parameters of the similar passenger electric car and the results of an analytical calculation of the tractive and speed properties of the passenger electric car under research was carried out.

Ключевые слова: электромобиль, динамическая модель, компьютерное моделирование тягово-скоростные свойства, ADAMS.