

УДК 621.333

**ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПОДВЕСКИ С СИСТЕМОЙ  
УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ ПОЛА И РЕГУЛИРУЕМЫМИ  
АМОРТИЗАТОРАМИ**

**SELECTION OF SUSPENSION PARAMETERS WITH FLOOR  
LEVEL CONTROL SYSTEM AND ADJUSTABLE SHOCK  
ABSORBERS**

**Ермакова А. М.**, маг., **Жданович Ч. И.**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь  
A. Ermakova, Master's student,  
Ch. Zhdanovich, Ph. D. in Engineering, Associate Professor,  
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

*Выбраны параметры пневмоэлементов и амортизаторов подвески троллейбуса с системой управления уровнем пола и регулируемые амортизаторами, а также построены их характеристики.*

*The parameters of pneumatic elements and shock absorbers of trolleybus suspension with a floor level control system and adjustable shock absorbers are selected, and their characteristics are constructed.*

**Ключевые слова:** подвеска, пневмоэлементы, управление уровнем пола, регулируемые амортизаторы, характеристики.

**Keywords:** suspension, pneumatic elements, floor level control, adjustable shock absorbers, characteristics.

## ВВЕДЕНИЕ

Подвеска у троллейбусов пневматическая и оснащена системой управления уровнем пола [1]. При изменении количества пассажиров и, как следствие, массы троллейбуса изменяется расстояние между мостом и кузовом. Его определяет датчик уровня и передает электрический сигнал блоку управления. При отклонении напряжения за пределы поля допуска приводятся в действие магнитные клапаны блока управляющих клапанов. Происходит стравливание или нагнетание воздуха в пневмоэлементы подвески, троллейбус поднимается

или опускается на запрограммированный уровень. При этом изменяется упругая характеристика подвески. При изменении нагрузки на пневмоэлемент и его характеристики целесообразно регулировать и характеристику амортизатора [2]. Для этого необходимо пневмоэлементы оснастить датчиками давления, доработать блок управления и установить регулируемые амортизаторы.

Цель работы – выбрать параметры пневмоэлементов и амортизаторов подвески троллейбуса с системой управления уровнем пола и регулируемые амортизаторами, а также построить их характеристики.

### ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ, ПОСТРОЕНИЕ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Масса троллейбуса изменяется в широких пределах в зависимости от количества перевозимых пассажиров. Полная масса двухосных троллейбусов производства БКМ холдинга при максимальной пассажироместности 95–102 пассажира составляет 18 000 кг [3]. Передний мост оснащен двумя первоэлементами, а задний четырьмя. Проведен анализ распределения подрессоренной массы на пневмоэлементы, который позволил принять допущение, что на пневмоэлементы переднего и заднего мостов в статическом положении приходится одинаковая максимальная (26,53 кН) и минимальная (13,7 кН) нагрузка. По наибольшему значению нагрузки на все мосты подобраны одинаковые пневмоэлементы V1E25-5 [4]. На основании данных каталога [4] и проведенных расчетов построили графики характеристик пневмоэлемента при постоянном уровне пола троллейбуса (рисунки 1-3). Рабочие значения всех параметров пневмоэлемента представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Рабочие значения характеристик пневмоэлемента при рассматриваемых нагрузках

Нагрузка на пневмоэлемент, $F$ , кН	Давление воздуха в пневмоэлементе, $p$ , МПа	Жесткость пневмоэлемента, $c$ , кН/м	Частота колебаний, $f$ , Гц
13,7	0,277	11,97	1,485
26,53	0,53	18,4	1,28

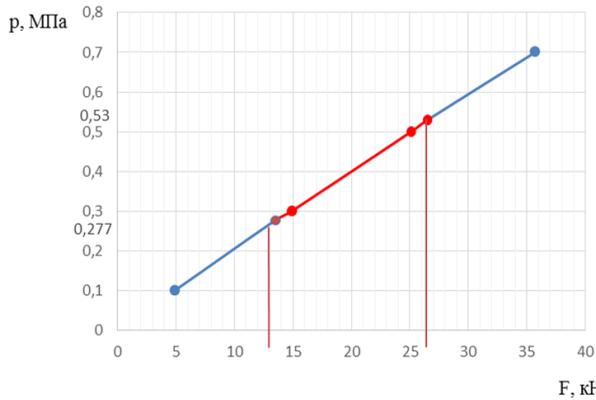


Рисунок 1 – Зависимость давления воздуха в пневмоэлементе от нагрузки на него

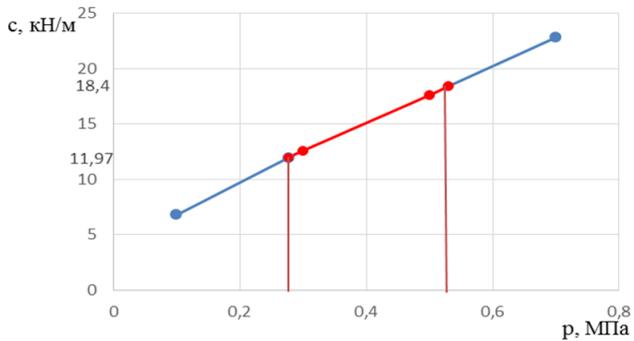


Рисунок 2 – Зависимость жесткости пневмоэлемента от давления воздуха в нем

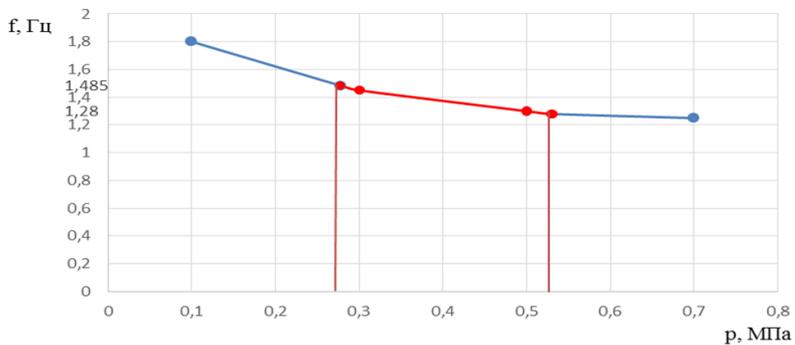


Рисунок 3 – Зависимость частоты колебаний поддресоренной массы от давления воздуха в пневмоэлементе

Для выбора параметров амортизатора определили, используя методику [5], статический ход подвески  $h_{зст}$ , приведенный коэффициент сопротивления амортизатора  $k_{пр}$ , его коэффициент сопротивления на ходе сжатия  $k_{сж}$  и отбоя  $k_{отб}$  (таблица 2), геометрические и силовые параметры амортизатора, и построили характеристики амортизатора (рисунок 4) при максимальной и минимальной нагрузке на пневмоэлемент.

Таблица 2 – Статический ход подвески и расчетные коэффициенты сопротивления амортизатора при рассматриваемых нагрузках

$F$ , кН	$h_{зст}$ , м	$k_{пр}$ , Н с/м	$k_{сж}$ , Н с/м	$k_{отб}$ , Н с/м
13,7	0,113	7030	2812	11248
26,53	0,152	11732	4693	18772

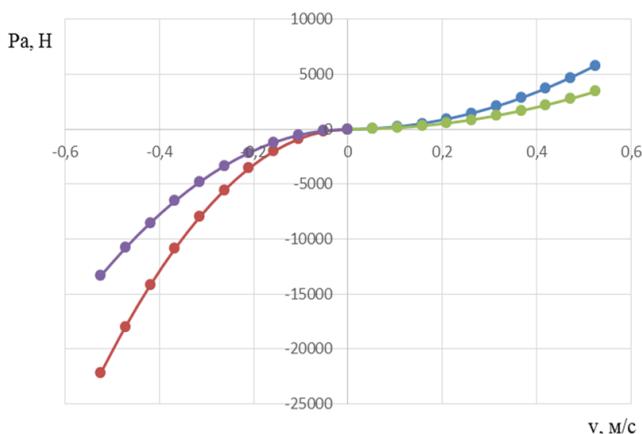


Рисунок 4 – Нагрузочная характеристика амортизатора

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для подвески двухосного троллейбуса с системой управления уровнем пола и регулируемые амортизаторами выбраны пневмоэлементы V1E25-5, определен диапазон изменения: нагрузок на них в статическом положении (13,7–26,53 кН), давления воздуха в пневмоэлементах (0,277–0,53 МПа), жесткости пневмоэлементов

(11,97–18,4 кН/м), частоты колебаний подрессоренной массы (1,485–1,28 Гц), статического хода подвески (0,113–0,152 м). Для регулируемых амортизаторов определен расчетный диапазон изменения приведенного коэффициента сопротивления амортизатора (7030–11732 Н с/м), его коэффициента сопротивления на ходе сжатия (2812–4693 Н с/м) и отбоя (11248–18772 Н с/м). Рассчитаны геометрические и силовые параметры амортизатора. Построены характеристики пневмоэлемента и амортизатора.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Электронная система управления уровнем пола троллейбуса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://eltroll2.ru/AKSM\\_433030\\_M5.php](https://eltroll2.ru/AKSM_433030_M5.php). – Дата доступа: 12.05.2023.

2. Ермакова, А. М. Система подвески с электронным управлением уровнем пола и регулируемые амортизаторами / А. М. Ермакова, Ч. И. Жданович // Материалы 78-й студенческой научно-технической конференции, НИРС 2022 г. – Минск : БНТУ, 2022. – с. 4–8.

3. Троллейбусы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://holdingbkm.com/catalog/trolleybusy/>. – Дата доступа: 12.05.2023.

4. Каталог Vibracoustic пневматический упругий элемент V1E25-5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://auto1.by/Details?id=4688081>. – Дата доступа: 12.05.2023.

5. Проектирование полноприводных колесных машин : учебник для вузов: в 3 т. Т. 3 / Б. А. Афанасьев, Б. Н. Белоусов, Л. Ф. Жеглов и др.; под редакцией: А. А. Полунгяна. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 432 с.

Представлено 17.05.2023