

УДК 629

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА ПОДВЕСКИ БОЛЬШЕГРУЗНОГО САМОСВАЛА

### OPTIMIZATION OF THE ELASTIC ELEMENT OF THE HEAVY DUMP SUSPENSION

**Дыко Г. А.**, канд. техн. наук, доц., **Тан Имэн**, маг.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
H. Dyko, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,  
Tang Yimeng, Master Student,  
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

*Проведен обзор современных конструкций элементов подвесок большегрузных самосвалов и известных методов для задач оптимизации параметров, решена задача оптимального выбора параметров конструкции элементов подвески с анализом результатов для конкретной модели самосвала.*

*The review of modern structures of suspension elements of heavy cargo dump trucks and known methods for optimization of parameters was carried out, the task of optimal choice of parameters of suspension elements design with analysis of results for a specific dump truck model was solved.*

**Ключевые слова:** оптимизация, подвеска, самосвал.

**Keywords:** optimization, suspension, dump truck.

#### ВВЕДЕНИЕ:

Гидропневматическая подвеска – подвеска колес транспортного средства, в которой функцию упругих элементов подвески выполняют гидропневматические элементы (ГПЭ) особой конструкции, в которых усилие сжатия передается жи

Сжатым газом на индивидуальную для каждого демпфера и несущую основную нагрузку на колесо замкнутую пневмокамеру-ресивер. Обязательным элементом устройства такой подвески является общая для всех демпферов гидросистема, состоящая из накопительного ресивера, насоса, блока гидроклапанов и модуляторов

давления, датчиков уровня, а также трубопроводов подачи жидкости к каждому демпферу [1].

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ:

#### 1. Построение безразмерной упругой характеристики ГПЭ.

Для выполнения оптимизации конструктивных параметров упругого элемента подвески с помощью компьютерной программы необходимо преобразовать характеристику упругого элемента в безразмерный вид. Значения деформации  $h_s$  и нагрузки  $F_s$  используются для получения значений деформации  $h_{эw}$  и безразмерной силы  $F_{эw}$  по формулам [2]. Расчеты выволнены для конкретной модели карьерного самосвала:

$$h_{эw} = h_s - h_{s0}, \quad F_{эw} = (f_s - f_{s0}) / F_{s0}.$$

Заполняется табл. 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов безразмерной характеристики упругого элемента

$h_{эw}, M$	-0.149094	-0.1192752	-0.0894564	-0.0596376
$F_{эw}, H$	-1	-0.55067073	-0.451188084	-0.329679726
$h_{эw}, M$	-0.0298188	0	0.0298188	0.0596376
$F_{эw}, H$	-0.181269108	0	0.221402551	0.49182419
$h_{эw}, M$	0.0894564	0.1192752	0.149094	
$F_{эw}, H$	0.822117871	1.225539414	1.718279517	

По данным табл. 1 строится график безразмерной характеристики упругого элемента  $F_{эw} - h_{эw}$  (рис. 1). Данные из табл. 1 в дальнейшем используются при заполнении файла исходных данных для компьютерной программы оптимизации параметров упругого элемента [3].

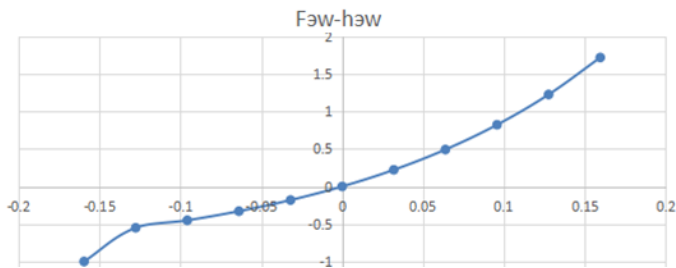


Рисунок 1 – Безразмерная характеристика упругого элемента

2. Анализ результатов оптимизации параметров гидropневмo-элемента подвески.

Результаты моделирования приведены в табл. 2–3.

Таблица 2 – Результаты по методу Нелдера–Мида

Перемещение поршня, мм	Безразмерная сила		
	Заданная	До оптимизации	После оптимизации
-145	-1	-0,4942	-0,9437
-116	-0,551168595	-0,4355	-0,6683
-87	-0,451644266	-0,3633	-0,4811
-58	-0,330051311	-0,2726	-0,3227
-29	-0,181496211	-0,1557	-0,1677
0	0	0	0
29	0,221740581	0,2163	0,195
58	0,492650573	0,5344	0,4356
87	0,823632421	1,041	0,7486
116	1,228006518	1,958	1,18
145	1,722046937	4,022	1,817

Таблица 3 – Результаты по методу Флетчера

Перемещение поршня, мм	Безразмерная сила		
	Заданная	До оптимизации	После оптимизации
-145	-1	-0,4942	-0,9253
-116	-0,551168595	-0,4355	-0,6195
-87	-0,451644266	-0,3633	-0,4429
-58	-0,330051311	-0,2726	-0,2991
-29	-0,181496211	-0,1557	-0,1571
0	0	0	0
29	0,221740581	0,2163	0,1876
58	0,492650573	0,5344	0,4252
87	0,823632421	1,041	0,7431
116	1,228006518	1,958	1,195
145	1,722046937	4,022	1,89

На рис. 2 видно, что график характеристики меньше отличается от заданного при использовании метода Нелдера–Мида. Этот метод лучше подходит для оптимизации подвески самасвала БелАЗ 7555.

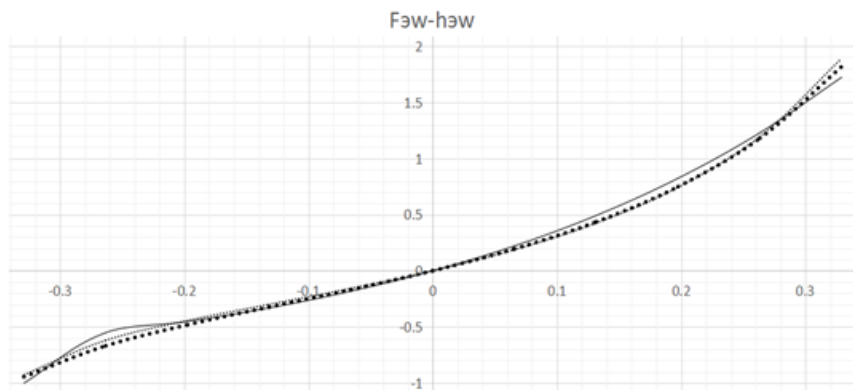


Рисунок 2 – Безразмерная характеристика упругого элемента после оптимизации:  
 ●●●●● – Метод Нелдера-Мида; - - - - - Метод Флэтчера; ———— - До оптимизации

Значения после оптимизации представлены ниже:

1. Приведенная высота столба газа в основной полости: 280,1 мм.
2. Коэффициент противодействия: 0,1440.
3. Приведенная высота столба газа в полости противодействия: 221,2 мм.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье провели расчеты по оптимизации параметров гидропневматического упругого элемента подвески карьерного самосвала для разных значений исходных данных и разными методами оптимизации с помощью компьютерной программы, разработанной на кафедре «Автомобили» БНТУ. Мы можем прийти к такому выводу – оптимальные значения основных параметров ГПЭ подвески обеспечивают наиболее полное совпадение ее расчетной упругой характеристики с требуемой характеристикой.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобили: конструкция, конструирование, расчет. Системы управления и ходовая часть / под ред. А. И. Гришкевича. – Минск : Выш.шк. – 1987.
2. Руктешель, О. С. САПР узлов и механизмов автомобилей: учебно-методическое пособие / О. С. Руктешель, Г. А. Дыко, С. А. Сидоров. – Минск : 2012. – 48 с.

3. Гришкевич, А. И. Основы САПР динамических систем автомобиля : методическое пособие / А. И. Гришкевич, Д. М. Ломако, О. С. Руктешель. – Минск: БПИ, 1990. – 43 с.

Представлено 17.05.2023

УДК 621

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНОГО ДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

### PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF UNMANNED ROAD TRANSPORT

**Хуан Доу**, магистрант,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Huang Dou, Master's student,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Проведен анализ текущей ситуации с беспилотными транспортными средствами, поймите принцип работы и гарантии безопасности, а также проведен анализ перспективы их развития.*

*The analysis of the current situation with unmanned vehicles, understand the principle of operation and safety guarantees, as well as the analysis of the prospects for their development.*

**Ключевые слова:** *перспектива, беспилотный транспорт.*

**Keywords:** *perspective, unmanned transport.*

#### ВВЕДЕНИЕ:

Беспилотный автомобиль – транспортное средство, оборудованное системой автоматического управления, которое может передвигаться без участия человека [1].

#### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ:

1. Общие принципы работы беспилотных автомобилей.