

За результатами проведених досліджень напружено-деформованого стану елементів серійної та удосконалених конструкцій фрикційного клинового гасителя коливань з підклиновим пружинним комплектом візка напіввагону моделі 12-7019 КВБЗ під дією статичного навантаження встановлено, що запропонована конструктивна зміна елементів ресорного підвішування приводить до зменшення напружень, що виникають під дією зовнішніх навантажень, приблизно на 28% у «порожньому» режимі, та практично на 12% у «вантажному», порівняно з існуючою конструкцією. Встановлено що запропонована конструкція ресорного підвішування має білінійну характеристику, визначено характер діаграми вертикальної силової характеристики і величину поглинутої механічної енергії за один повний цикл роботи, досліджуваних конструкцій.

Розроблена комп'ютерна модель вантажного вагона дала можливість отримати та представити вперше результати впливу серійної та пропонуваніх конструкцій ресорного підвішування на динамічну поведінку напіввагону при швидкості руху в діапазоні від 10 до 200 км/год. Динамічні показники візка напіввагону з запропонованою конструктивною зміною ресорного підвішування покращуються на 22 % у порівнянні з серійною.

Запропонована конструкція, за результатами комплексного експериментального та комп'ютерного дослідження, має покращені експлуатаційні, міцнісні та динамічні характеристики, що значно подовжить термін експлуатації вантажних вагонів на візках моделі 18-100 та її аналогах. Економічний ефект тільки за рахунок збільшення безремонтного пробігу візків вантажних вагонів по вузлу гасителя коливань зі 160 до 290 тис. км для 1 візка на рік, складає від 443,24 до 1782,32 грн та на період нормативної експлуатації напіввагону (22 роки) – від 9751,28 до 39211,04 грн. Економічний ефект від впровадження підклинових пружини ресорного підвішування запропонованої конструкції для 1 візка складає 2108,03 грн. та на період нормативної експлуатації напіввагону – 46376,66 грн.

ДИНАМИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ НА ТОРЦЕВУЮ СТЕНУ ПОЛУВАГОНА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ОБЪЕМА И ХАРАКТЕРИСТИК СЫПУЧЕГО ГРУЗА

Путятю А.В., Афанаськов П.М.

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта»
(БелГУТ) г. Гомель, Республика Беларусь

A.V. Putsiata, P.M. Afanaskou. Dynamic pressure on the front wall of an open car when changing the volume and characteristics of the bulk cargo.

A computer model has been developed to estimate the loading of the end wall of an open car carried by a bulk cargo. Granular material is represented by the Drucker-Prager model. The numerical results of the loading of the end wall in the collision of cars for a wide range of changes in the cohesive properties of the granular material and its volume in the body are obtained.

Номенклатура перевозимых сыпучих грузов достаточно широка и, соответственно, их характеристики (угол внутреннего трения, плотность, когезия и т.п.) существенно различаются. В то же время, применяемый в ГОСТ 33211 подход для определения нагруженности элементов кузовов вагонов от сыпучего груза, основанный на применении теории Кулона, не учитывает некоторые физико-механические свойства материала, например, связанные с когезией. Значение когезии может изменяться в широком диапазоне, так для идеального сыпучего песка она стремится к нулю, для сухого глинистого песка составляет 5 – 7 кПа, для суглинка могут достигать 90 кПа [1]. В связи с этим представляет интерес оценка нагруженности кузова вагона, в частности, торцевой стены при изменении когезионных свойств перевозимого сыпучего груза.

Поставленная в работе задача оценки нагруженности торцевой стены полувагона ре-

шалась в плоской постановке в программном комплексе ANSYS, материал описан теорией Друккера-Прагера [2]. Использован 4-х узловой конечный элемент PLANE42. Свойства материала сыпучего груза представлены следующими характеристиками: плотность $\gamma = 1300 \text{ кг/м}^3$; угол естественного откоса $\varphi = 30^\circ$; модуль упругости $E = 10^6 \text{ Н/м}^2$; коэффициент Пуассона $\mu = 0,27$. Стены кузова вагона выполнены из стали. В области взаимодействия груза со стенами решалась контактная задача. Геометрия сыпучего груза в продольной плоскости представлена прямоугольником со сторонами $h = 2 \text{ м}$, $L = 10 \text{ м}$ (рис. 1).

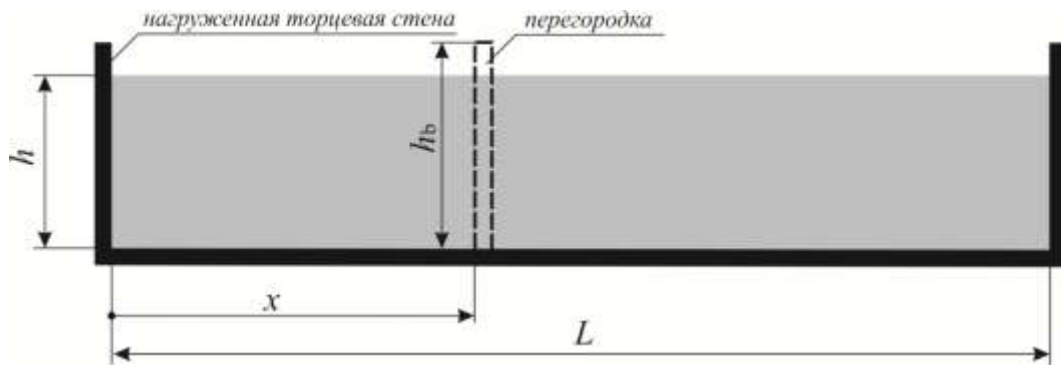


Рисунок 1 – Геометрическая схема расчетной модели

Выполнена оценка нагруженности стены при соударении вагонов. Для моделирования изменения объема груза и оценки возможности разгрузки торцевой стены установлена сплошная поперечная перегородка высотой h_b на расстоянии $0 \leq x \leq L/2$ (рис. 1).

На рис. 2 приведены результаты расчета распределения динамического давления на торцевую стену и перегородку по высоте для различных значений x при $c = 20 \text{ кПа}$, а на рис. 3 – при $c = 7 \text{ кПа}$.

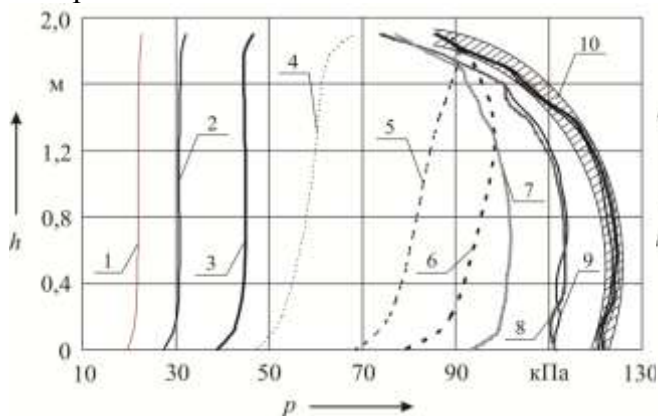


Рис. 2. Распределение давления сыпучего груза по высоте торцевой стены и перегородки при $c = 20 \text{ кПа}$:

1 – $x = 0,05L$; 2 – $x = 0,075L$; 3 – $x = 0,1L$;
4 – $x = 0,15L$; 5 – $x = 0,2L$; 6 – $x = 0,22L$;
7 – $x = 0,25L$; 8,9 – $x = 0,5L$ (на перегородку и стену); 10 – давление на перегородку при $0 \leq x \leq 0,5L$

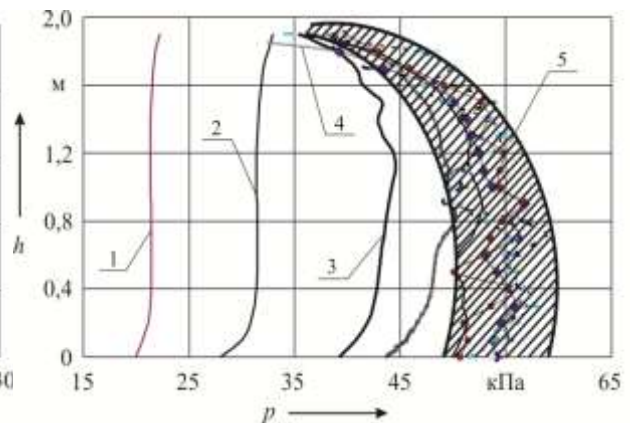


Рис. 3. Распределение давления сыпучего груза по высоте торцевой стены и перегородки при $c = 7 \text{ кПа}$:

1 – $x = 0,05L$; 2 – $x = 0,075L$; 3 – $x = 0,1L$;
4 – $x = 0,125L$; 5 – давление на стену при $x > 0,15L$ и на перегородку при $0 \leq x \leq 0,5L$

Из приведенных зависимостей видно, что при $c = 20 \text{ кПа}$ по мере увеличения x снижается равномерность распределения нагрузки по высоте и наибольшие давления оказы-

ваются в средней части. Эффект такого перераспределения давления обнаружен при $x > 0,22L$. В то же время, давление на перегородку для практически всех рассмотренных мест ее установки оказывается на одном, достаточно высоком, уровне (коридор с кривыми 10). Отметим, что при установке перегородки в средней части вагона давления на торцевую стену и перегородку имеют одинаковые значения (кривые 8 и 9).

Несколько иные зависимости получены при $c = 7$ кПа. Максимальные давления на торцевую стену имеют существенно меньшие значения и стабилизируются при $x > 0,15L$. Кривые распределения давлений на торцевую стену при значениях $x > 0,15L$, а на перегородку оказались в коридоре значений, обозначенных на рисунке 3 позицией 5.

Полученные результаты показали, что установка сплошной перегородки приводит к снижению динамической нагруженности торцевой стены полувагона, причем для разных параметров груза место установки различно. В то же время давления сыпучего груза на установленную перегородку эквивалентны давлению на торцевую стену вагона без перегородки, что приводит к нецелесообразности ее установки.

Список литературы

1. Друккер, Д. Механика грунтов и пластический анализ или предельное проектирование / Д. Друккер, В. Прагер // Определяющие законы механики грунтов. – М.: Мир, 1975. – С. 166–177.

2. Typical values of soil cohesion for different soil [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geotechdata.info/parameter/cohesion.html>. – Дата доступа: 15.04.2019.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ОСЕЙ РЕЛЬСОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Ракша С.В., Анофриев П.Г., Куропятник А.С.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна (ДНУЖТ), Украина

Raksha S., Anofriev P., Kuropiatnyk O. Imitation modeling mechanism for testing axles of railway rolling stock.

The authors have proposed a simulation test bench model for testing the axles of wheelsets of railway rolling stock, which allows you to quickly determine the load and the values of the transfer functions of its units.

К осям железнодорожных колесных пар предъявляются высокие требования по таким физико-механическим свойствам, как прочность и выносливость. Проверка этих показателей выполняется на специальных стендах. Конструирование таких испытательных стендов предполагает имитационное моделирование кинематических характеристик, статических и динамических нагрузок, действующих на его звенья и кинематические пары.

Принятая к проектированию конструкция стенда представляет собой колебательную систему типа двойного стержневого маятника с равномерно распределенной массой вдоль стержней и упругой связью между ними за счет их гибкости. По отдельности каждый стержень представляет собой статически определимую балку на двух опорах с консолью. По виду допускаемой относительной подвижности балка, взаимодействующая с приводом нагружения, является маятником, а вторая балка, нагружающая испытываемую ось колесной пары, исполняет роль коромысла. Между собой балки связаны коротким звеном – толкателем.

С целью определения реакций опор и усилий в кинематических парах стенда была построена имитационная модель стенда (рис. 1). Для построения модели использованы инструменты визуального программирования библиотеки SimMechanics пакета SIMULINK, работающего в составе среды MATLAB. Эта библиотека предназначена для