

## ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПОР АВТОМОБИЛЬНЫХ ВЕСОВ

Савченко А.Л.<sup>1</sup>, Минченя Н.Т.<sup>1</sup>, Журавский А.А.<sup>2</sup>, Берхин Е.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup>Белорусский государственный институт метрологии

<sup>3</sup>ОАО «Пеленг»

Минск, Республика Беларусь

В автоматизированных системах контроля и учета материальных потоков (АСКУМП) значительную роль играют весоизмерительные устройства. В частности, весы широко используют при взвешивании транспортных средств – автомобилей, вагонов. При этом все чаще в АСКУМП включают устройства, позволяющие взвешивать транспортные средства в движении. Это позволяет повысить производительность контроля.

Достаточно популярным решением для взвешивания автомобилей в движении являются устройства для поосного или поколесного взвешивания.

Следует отметить, что в процессе работы весоизмерительного устройства на упругих опорах возникают колебания подвижной системы, которые вносят свою долю в общую погрешность взвешивания. Величина возникающей динамической погрешности зависит от скорости движения взвешиваемого автомобиля. При этом допустимая скорость не ограничивается ни в настоящее время отмененным ГОСТ 30414-96 [1], ни действующим СТБ 1845 [2], ни межгосударственными стандартами [3, 4].

В статье рассматривается динамика пружинной весоизмерительной системы на основе цилиндрических прорезных пружин. Учет динамических характеристик упругой системы при проектировании и изготовлении весов позволит повысить достоверность результатов взвешивания.

Упругую систему весов схематично можно представить, как показано на рис. 1.

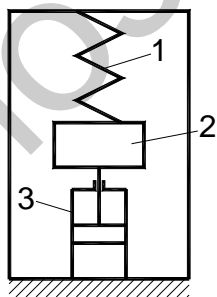


Рисунок 1 – Модель упругой системы весов

Позицией 1 обозначен упругий элемент весов, 2 – подвижная масса, включающая грузоприемное устройство и взвешиваемый объект, 3 – демпфер (успокоитель колебаний). При помещении взвешиваемого объекта на грузоприемное устройство система совершает затухающие

колебания, которые можно описать дифференциальным уравнением второго порядка:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = mg,$$

где  $m$  – суммарная масса взвешиваемого объекта и грузоприемного устройства;  $c$  – коэффициент демпфирования;  $k$  – жесткость пружины,  $x$  – перемещение подвижной массы.

Исследуемая цилиндрическая прорезная пружина представляет собой трубу с прорезами, параллельными торцам и расположенными друг под другом в шахматном порядке (рис. 2).

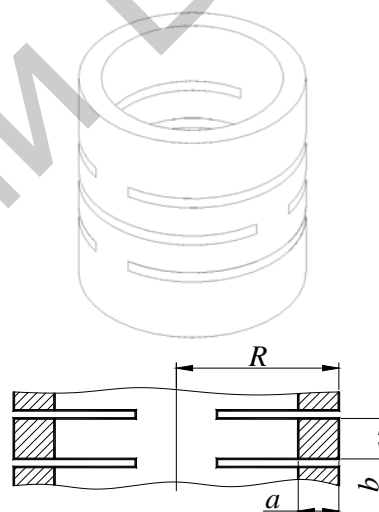


Рисунок 2 – Цилиндрическая прорезная пружина

Статические характеристики пружины описаны в [5].

Деформация пружины обычно не превышает 1...2 мм. Для преобразования деформации в электрический сигнал возможно использование индуктивных и дифференциально-трансформаторных датчиков. Авторами разработано несколько конструкций весоизмерительных устройств с цилиндрическими прорезными пружинами [6]. Весоизмерительная опора показана на рис. 3.

Для экспериментального определения коэффициента демпфирования пружины использовались импульсные переходные характеристики (функции веса). Для их получения были взяты пружины с одинаковыми габаритами, но с различной высотой колец  $b$  (см. рис. 3), то есть с разной жесткостью. Пружины подвергались ударной

нагрузке, после приложения которой регистрировалась деформация с помощью встроенного в опору бесконтактного индуктивного преобразователя. По полученным функциям веса в соответствии с [7] рассчитывался коэффициент демпфирования (рис. 4):

$$\xi = \frac{\gamma}{\sqrt{\gamma^2 + \lambda^2}}, \quad \gamma = \frac{\lambda}{\pi} \ln \frac{B_1}{B_2}$$

В ходе обработки результатов эксперимента было установлено, что коэффициент демпфирования не зависит от жесткости пружин, а только от их габаритов и материала. Для пружин с габаритами, пригодными для создания весоизмерительных опор, изготовленными из стали ШХ15 с закалкой, величина коэффициента демпфирования составила примерно 150000 Н·с/м.



Рисунок 3 – Весоизмерительная опора (защитный кожух снят)

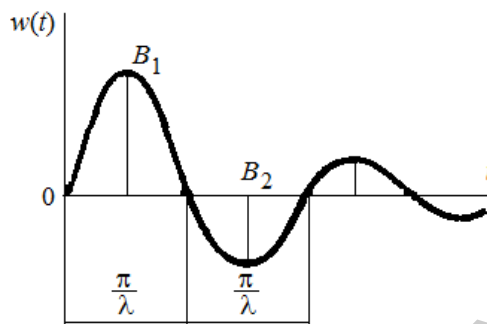


Рисунок 4 – Функция веса

1. ГОСТ 30414-96. Весы для взвешивания транспортных средств в движении. Общие технические требования. – Введ. 01.07.1998. – М.: Изд. стандартов, 1997. – 8 с.
2. СТБ 1845-2008. Весы автоматические для взвешивания транспортных средств в движении. Общие требования и методы испытаний. – Введ. 31.03.2008. – Минск: Госстандарт, 2008. – 39 с.
3. ГОСТ 33242-2015. Весы автоматические для взвешивания транспортных средств в движении и измерения нагрузок на оси. Метрологические и технические требования. Испытания – Введ. 27.02.2015. – М.: Стандартинформ, 2016. – 58 с.
4. ГОСТ 8.646-2015. Весы автоматические для взвешивания транспортных средств в движении и измерения нагрузок на оси. Методика поверки – Введ. 27.02.2015. – М.: Стандартинформ, 2016. – 18 с.
5. Детали машин. Расчет и конструирование: справочник: в 5 т. / Под ред. Н.С. Ачеркана. – М.: Машиностроение, 1968. – Т. 2. – 408 с.
6. Минченя, Н.Т., Савченко А.Н. Весоизмерительное устройство к дозатору компонентов бетонных смесей / Наука и технологии на рубеже XXI века: материалы МНТК. – Минск, 2000. – С. 491–495.
7. Бесекинский, В.А. Теория систем автоматического регулирования / В.А. Бесекинский, Е.П. Попов. – СПб.: Професия, 2004. – 752 с.

УДК 504.064, 681.785

### СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕХЧАСТОТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Усольцев В.П., Уразманова О.И.

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашикова  
Ижевск, Российская Федерация

Облик современной цивилизации во многом определяет переработка и хозяйственное применение углеводородных систем. Производства по переработке углеводородных систем играют ключевую роль в мировом топливно-энергетическом комплексе и нефтехимии. По некоторым данным в отечественной нефте-газоперерабатывающей промышленности "выбрасывается" в атмосферу около 0,45% перерабатываемого сырья, со сточными водами нефтеперерабатывающих предприятий в водоемы поступает значительное количество нефтепродуктов, сульфидов, хлоридов, соединений азота, фенолов, солей тяжелых металлов, взвешенных веществ и др. На

нефтеперерабатывающих заводах, нефтебазах происходит загрязнение почвенного слоя нефтепродуктами на значительную глубину, а в подпочвенных горизонтах образуются линзы нефтепродуктов, которые с грунтовыми водами могут мигрировать, загрязняя окружающую среду и создавать аварийные ситуации.

Развитие городов и промышленных районов, а также градостроительная политика последних десятилетий привели к тому, что большинство предприятий по переработке углеводородных систем, включая нефтеперерабатывающие и нефтехимические производства, оказались в черте городских мегаполисов. Ежегодно на предприятиях