Научно-исследовательский проект на тему: "Усовершенствование платформы с навесным оборудованием для перевозки лесных грузов и контейнеров"

Авторы:

Спешилова Кристина Николаевна,

Решетова Кристина Николаевна

Научный руководитель:

д.т.н., профессор Беспалько Сергей Валерьевич

Название вуза: РУТ МИИТ

Москва - 2018

Аннотация

Исследовательская работа посвящена разработке системы определения массы груза, перевозимого в вагоне, с применением космических технологий. Выполнен анализ существующих систем измерения веса. Выбраны основные параметры системы измерения веса груза на основе беспроводных датчиков на пьезоэлементах и навигационной спутниковой системы. Выведены формулы определения массы груза, перевозимого в вагоне, по показаниям датчика.

Данная система может применяться как при перевозке внутреннему потребителю, так и при экспортных перевозках в вагонах и контейнерах.

Ключевые слова:

вагон-платформа, контейнер, вес груза, датчик, пьезоэлемент, навигационная спутниковая система.

Содержание:

Введение 4

Основная часть 5

1. Анализ существующей системы измерения веса вагонов 5

2. Предлагаемая система измерения веса груза 6

3. Датчик с питанием от пьезоэлемента 9

Заключение 10

Список использованных источников 12

Введение

В настоящее время одна из важных задач транспорта Российской Федерации состоит в увеличении маршрутной скорости контейнерных перевозок по железной дороге.

Предлагаемая вниманию комиссии исследовательская работа на тему "Усовершенствование платформы с навесным оборудованием для перевозки лесных грузов и контейнеров" посвящена внедрению космических технологий для определения массы груза, перевозимого в вагоне, и контроля его в пути следования.

Данное предложение актуально как при перевозке внутреннему потребителю, так и при растущих объемах экспортных перевозок в контейнерах с Китайской Народной Республики (КНР) при перегрузке на пограничных переходах.

При этом на наш взгляд, инновационный подвижной состав должен усовершенствоваться таким образом, чтобы быть доступным для грузоотправителя. И каждое новое изобретение, внедрённое в конструкцию вагона, не должно существенно увеличивать стоимость перевозки.

Цель данного исследования состоит в разработке системы определения массы груза, перевозимого в вагоне, с применением космических технологий.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ существующих систем измерения веса;
- разработать схему измерения веса груза с применением датчиков и навигационной спутниковой системы;
- выбрать основные параметры системы, в том числе, места размещения датчиков и записывающей аппаратуры.

Основная часть

1. Анализ существующей системы измерения веса вагонов

На сегодняшний день, согласно Федеральному закону "Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации" от 10.01.2003 № 18-ФЗ ст. 26 (ред. От 03.08.2018) [1], определение массы грузов, грузобагажа, погрузка которых до полной вместимости может повлечь за собой превышение их допустимой грузоподъемности, осуществляется только посредством взвешивания. При этом определение массы грузов, перевозимых навалом и насыпью, осуществляется посредством взвешивания на вагонных весах.

Взвешивание вагонов в среднем стоит 3000 рублей [2].

Существующая система взвешивания имеет ряд недостатков, а именно:

- необходимость перемещения вагона для взвешивания на весы;

- увеличенное время нахождения вагона на станции (пограничном переходе);

- необходимость отвлечения маневрового локомотива;

- дополнительные затраты, связанные с оплатой услуг по перевеске вагонов;

как следствие - сокращение маневровых операций и времени;

2. Предлагаемая система измерения веса груза

Принцип определения веса состоит в измерении зазора от центральной части боковой рамы до верхней части надрессорной балки. Так как данная балка служит для передачи нагрузки от кузова вагона на рессорные комплекты, то и величина зазора зависит от загрузки. Чем больше зазор между корпусом боковой рамы и балкой, тем больше масса груза.

С этой целью предлагается применение датчика контроля веса груза и передача сигнала с помощью навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС, GPS). Датчик встраивается в платформу, а на тележках устанавливаются дублирующие датчики контроля, которые передают данные в компьютер и расшифровываются как расчетный вес.

Если компьютер будет сам контролировать погрузку и данную систему сертифицировать, то такие вагоны можно будет не взвешивать на вагонных весах.

При разработке методики измерений были проведены исследования прогибов рессорного подвешивания вагона в порожнем и груженом состояниях. Верхний зазор замерялся между средней частью боковой рамы и верхней частью надрессорной балки. Нижний зазор – по высоте пружин рессорного комплекта.

В результате измерений получены следующие значения зазоров (см. Табл. 1).

Таблица 1

Значения зазоров в тележке

Режим загрузки вагона	Верхний зазор, мм	Нижний зазор, мм
Груженый (60 т)	11	20
Порожний	7	24
Разница в зазорах	+4	-4

При определении фактического веса груза при измерении применяется линейная интерполяция (экстраполяция). Витые пружины рессорного подвешивания работаю в соответствии с законом Гука (сила пропорциональна деформации). При применении в тележке фрикционного гасителя колебаний результирующая силовая характеристика рессорного подвешивания (статическая) имеет вид, показанный на рис. 1.

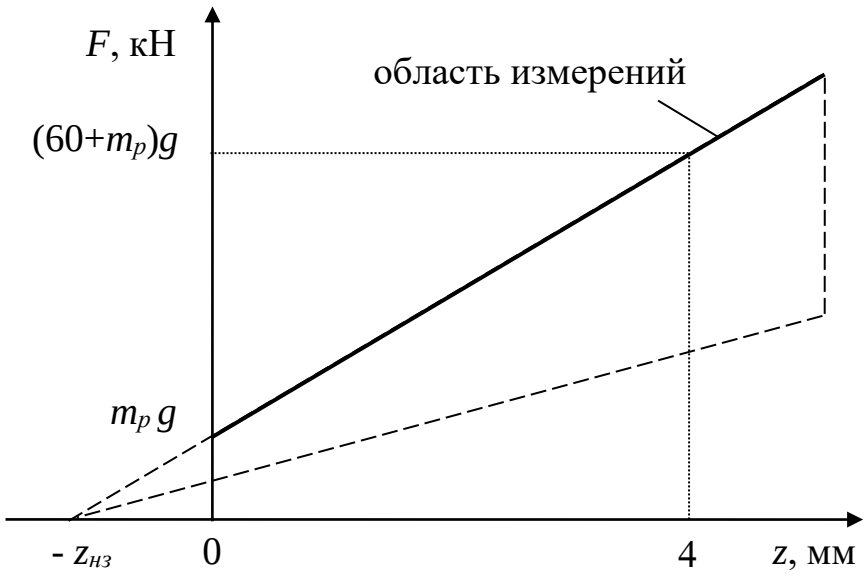

Рисунок 1 – Статическая силовая характеристика рессорного подвешивания

Таким образом, статическая зависимость силы от деформации остается линейной и выражается следующим образом:

$$F = c \cdot (1 \pm \varphi) \cdot (z + z_{нз}), \qquad (1)$$

где F - суммарная сила, действующая на все рессорные комплекты, кН;

c - суммарная жесткость всех рессорных комплектов, кН/мм;

φ - коэффициент относительного трения фрикционного гасителя колебаний;

z - деформация пружин, равная нижнему зазору, мм;

$z_{нз}$ - начальная затяжка пружин, вызванная массой рамы вагона, мм;

знак «плюс» соответствует режиму сжатия пружин (движение вниз);

знак «минус» - режиму отдачи пружин (движение вверх).

С другой стороны, сила равна суммарному весу груза и рамы вагона:

$$F = P + m_p g, \qquad (2)$$

где P - вес груза, кН;

m_p - масса рамы вагона, т;

g = 9,81 м/с^2 – ускорение свободного падения.

Применяя уравнение прямой для силовой характеристики в области измерений, получим следующую формулу для вычисления веса груза:

$$P = 60(\text{т}) \cdot g \cdot \frac{z}{4(\text{мм})} = 15 \cdot g \cdot z. \qquad (3)$$

3. Датчик с питанием от пьезоэлемента

Датчик содержит микропроцессор с низким энергопотреблением для анализа вибраций и радиопередатчик, который посылает данные в концентратор. Все эти элементы объединены в узел беспроводного сбора данных.

Проблема применения датчиков на грузовых вагонах состоит в том, что на вагоне нет источника электроэнергии, необходимой для питания датчика. В этом случае наиболее приемлемым для питания электронных устройств является пьезоэлектричество, которое может вырабатываться из-за колебаний вагона. Пьезоэффект – это свойство некоторых кристаллов вырабатывать электрический заряд при сжатии.

Для питания датчика целесообразно применить пьезогенератор серии Volture [3] компании Mide Technologies, которая является одним из лидеров рынка по производству пьезоэлектрических сборщиков энергии и обладает передовыми технологиями. Ее продукция используются в аэрокосмической, морской, автомобильной и в других отраслях.

Каждый пьезогенератор Volture состоит из двух пьезоэлементов, которые могут подключаться независимо, параллельно (для удвоения тока, что рекомендуется для большинства применений) и последовательно (для удвоения напряжения). В обычном исполнении пьезоэлементы совершают колебания в двух противоположных направлениях относительно оси, поэтому на выходе генератора возникает переменный ток. При установке пьезогенератора один конец закрепляется на вибрирующем основании, а другой остается свободным.

Пьезогенераторы размещаются внутри защитного кожуха из меди, который герметично запечатывает пьезоэлементы и соединения с разъемом. Схема подключения пьезогенератора содержит выпрямитель и контроллер зарядки аккумуляторов, как показано на рис. 2.

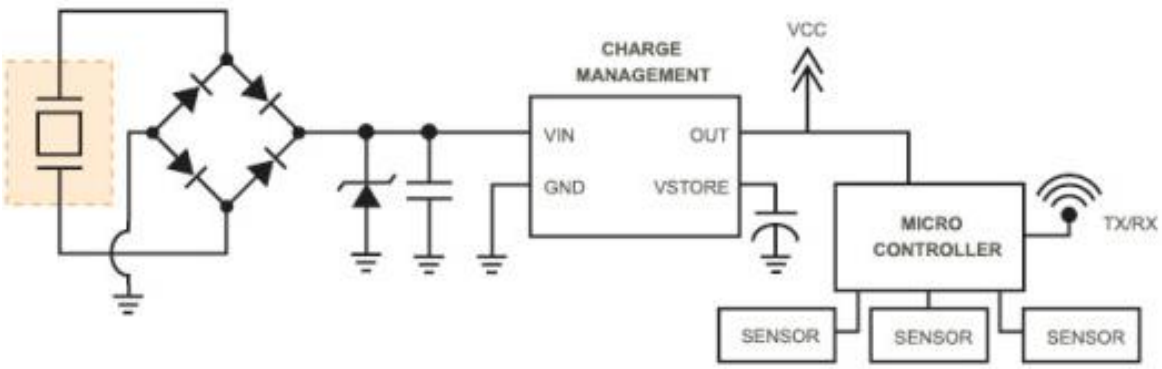

Рисунок 2 - Схема беспроводного датчика с пьезогенератором

Заключение

Разработана схема измерения веса вагонов на основе датчиков с пьезогенераторами и беспроводной передачи данных.

Выполнены замеры прогибов рессорных комплектов вагона-образца в груженом и порожнем состоянии.

Разработана методика определения веса груза по показаниям датчиков о зазорах в рессорном подвешивании.

Внедрение предложенной системы дает следующие положительные эффекты как для перевозчика, так и для грузоотправителя:

1. Контроль равномерной загрузки вагона.

2. Предотвращение превышения грузоподъемности вагона.

3. Сокращение времени нахождения вагона под грузовой операцией за счет исключения перемещения вагона для взвешивания на весы. Сокращение времени нахождения вагона на станции (пограничном переходе).

4. Сокращение маневровых операций и времени отвлечения маневрового локомотива.

5. Отсутствие расходов на оплату услуг по перевеске вагонов.

6. Увеличение пропускной способности станции.

7. Увеличение производительности предприятий.

8. Увеличение объемов перевозок, в том числе импортных контейнерных перевозок.

9. Увеличение преимуществ в конкуренции с автомобильным транспортом.

10. Увеличение маршрутной скорости при сокращении операций на пограничных станциях.

Список использованных источников

1. "Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации" от 10.01.2003 № 18-ФЗ ст. 26 (ред. От 03.08.2018).

2.https://yandex.ru/search/?text=%D1%80%D0%B6%D0%B4&clid=2270455&banerid=6301000000%3A590e379090a7a80019abfbb7&win=279&lr=21627

3. https://www.compel.ru/lib/ne/2015/7/5-sborshhiki-energii-vibratsiy-ot-mide-technology-prihodyat-na-smenu-batareykam.