

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **048096**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.10.24

(51) Int. Cl. **G01L 1/00** (2006.01)

(21) Номер заявки
202300061

(22) Дата подачи заявки
2022.06.06

(54) **СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ НА ОСЬ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С ТЕМПЕРАТУРНОЙ КОМПЕНСАЦИЕЙ С ПОМОЩЬЮ ДАТЧИКА ДЕФОРМАЦИИ (ВАРИАНТЫ)**

(31) **2021117368**

(56) **US-B2-7478001
RU-C1-2711183
US-A-4042049
US-B2-9121747
RU-U1-68991**

(32) **2021.06.15**

(33) **RU**

(43) **2024.05.20**

(86) **PCT/RU2022/000186**

(87) **WO 2022/265533 2022.12.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ВЕСА
СИСТЕМ" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Галеев Руслан Ильгизович, Ситдииков
Дамир Талгатевич (RU)**

(57) Изобретение относится к измерительной технике, в частности к весоизмерительным устройствам, и может быть использовано для определения полной массы, веса груза и нагрузки на ось транспортного средства. Способ включает получение первого выходного электрического сигнала от датчика деформации, установленного на мост транспортного средства и измеряющего деформацию растяжения-сжатия этого моста вдоль его продольной оси, получение второго выходного электрического сигнала от датчика, установленного на мост транспортного средства и измеряющего деформацию растяжения-сжатия этого моста вдоль его поперечной оси, и вычисление значения нагрузки на ось транспортного средства по разности между первым и вторым выходными электрическими сигналами. Технический результат заключается в минимизации влияния колебаний температуры окружающей среды на показания датчика деформации, устанавливаемого на мост транспортного средства.

B1

048096

048096

B1

Предлагаемый способ измерения нагрузки на ось транспортного средства с температурной компенсацией с помощью датчика деформации, в качестве которого может быть использован датчик тензометрического, струнного и других типов, относится к весоизмерительным устройствам и может быть использован для определения полной массы и нагрузки на ось транспортного средства, веса груза.

В настоящее время существует проблема работоспособности датчиков деформации, используемых в условиях значительных колебаний температуры окружающей среды от -50 до $+70^{\circ}\text{C}$. При работе в подобных условиях точность измерения нагрузки на ось транспортного средства значительно снижается, выходной электрический сигнал датчика деформации, вызванный приложенной нагрузкой, становится сопоставим с выходным электрическим сигналом датчика деформации, обусловленным изменением температуры окружающей среды.

Основной проблемой возникающей при использовании датчика деформации при измерении нагрузки на ось транспортного средства являются значительные колебания температуры окружающей среды от -50 до $+70^{\circ}\text{C}$ в процессе эксплуатации системы. При этом стоит учитывать, что ведущие мосты транспортного средства (оси с редуктором) из-за тормозных и приводных нагрузок нагреваются до температуры $+70^{\circ}\text{C}$, в результате разница температур между датчиком и мостом может достигать 5°C . В результате на выходной электрический сигнал датчика деформации, помимо температуры окружающей среды, влияние оказывает разница температур между датчиком деформации и мостом транспортного средства. При таких жестких условиях эксплуатации выходной электрический сигнал датчика деформации должен отражать только характеристики нагрузки и не должен реагировать на колебания температуры окружающей среды и моста транспортного средства.

Из исследованного уровня техники заявителем выявлены различные аналоги заявленного изобретения по совпадающей совокупности признаков способа измерения нагрузки на ось транспортного средства с температурной компенсацией с помощью датчика деформации, которые рассмотрены далее более детально.

Из исследованного уровня техники выявлено изобретение по патенту (US № 4042049, МПК G01G 19/12, опубликовано в 16.08.1977). Сущностью является система измерения нагрузки для тандемноколесной техники (со сдвоенной балансирной тележкой). Сдвоенные оси транспортного средства входят в зацепление с противоположными концами двух разнесенных в поперечном направлении балансирных балок, средние точки которых поддерживают транспортное средство с возможностью поворота. Деформация балансирных балок и передней оси в ответ на нагрузку транспортного средства воспринимаются тензометрическим датчиком деформации, установленным на каждой балансирной балке и на передней оси. Схема усиления принимает выходные сигналы тензометрического датчика деформации и управляет индикатором нагрузки. Индикатор нагрузки обеспечивает визуальную индикацию нагрузки на ось передних и задних колес относительно заданной максимальной точки нагрузки.

Недостатком данной системы является то, что система не имеет температурную компенсацию и подвержена неточностям в показаниях веса из-за изменений, происходящих в тензометрическом датчике деформации под влиянием температуры окружающей среды. Такие температурные изменения не отражают реальных изменений в загрузке транспортного средства, но влияют на выходной сигнал тензометрического датчика деформации. Описанный в патенте тензометрический датчик деформации измеряет прогиб каждой балансирной балки и рулевой оси транспортного средства и с помощью калибровочной линейной функции показания тензометрического датчика деформации пересчитываются в вес. Рулевая ось и балансирная балка транспортного средства имеет отличный от датчика коэффициент теплового расширения, это в дальнейшем влияет на выходной сигнал датчика, не отражая реальную нагрузку на ось.

Из исследованного уровня техники выявлено изобретение по патенту (RU № 2711183, МПК G01L 1/22, G01G 19/12, G01B 7/16, опубликовано в 15.01.2020). Сущностью является тензометрический датчик измерения нагрузки на ось грузового транспортного средства, который состоит из сборки, содержащей две пары перпендикулярно направленных тензорезисторов фольгового типа на основе константана, представляющих собой полномостовую схему Уитсона, наклеенную в геометрическом центре дугобразной, предварительно отполированной ручным или полумеханическим способом до уровня не менее 7 класса чистоты, затем обезжиренной поверхности металлического элемента конструкции датчика, содержащей интегрированный во внутрь корпуса датчика электронный модуль обработки сигналов тензорезисторной сборки, включающий 32-битный процессор на основе ядра Cortex-M0, высокоточный цифровой датчик температуры для осуществления процесса температурной компенсации, NFC модуль, позволяющий идентифицировать датчик и передавать служебную информацию беспроводным способом на внешнее беспроводное считывающее устройство и CAN интерфейс для проводной передачи данных на монитор системы для дальнейшей обработки и индикации, при этом металлическая часть корпуса датчика выполнена из легированной стали марки 40CrNiMoA, а пластиковая часть корпуса выполнена из ударопрочного и маслобензостойкого стеклонеполненного полиамида, все внутренние элементы конструкции защищены демпфирующим влагостойким компаундом марки "Этал-1480ТГ".

Недостатком тензометрического датчика измерения нагрузки на ось является то, что процесс температурной компенсации осуществляется только непосредственно в отношении самого датчика дефор-

мации, но не в отношении разницы коэффициентов теплового расширения моста транспортного средства и датчика деформации.

Наиболее близким к заявляемому изобретению по совокупности существенных признаков и назначение выявлено изобретение по патенту (US № 7478001, МПК G01G 23/01, G01G 19/08, опубликовано в 23.10.2008). Сущностью является способ измерения веса с компенсацией температуры включает в себя прием первого выходного сигнала от устройства датчика нагрузки, соединенного с конструктивным элементом, получение второго выходного сигнала от устройства датчика температуры и вычисление значения веса груза с использованием первого выходного сигнала и второго выходного сигнала и применение статистически сгенерированного коэффициента температурной компенсации.

Недостатком данного способа является привязка калибровочной кривой датчика к конкретной оси, на которую он установлен. Производится либо индивидуальная калибровка каждого датчика при трех различных температурах и трех различных загрузках, либо используется усредненная калибровочная характеристика для данного материала моста транспортного средства. Данный подход позволяет получить низкую погрешность при измерении веса (до 0,5% процентов при индивидуальной калибровке и до 2% при выборе усредненных коэффициентов), но он чрезвычайно трудоемок и требует больших финансовых затрат.

Таким образом, с учетом вышеизложенных известных обстоятельств существует потребность в экономически эффективной системе бортового взвешивания, на датчиках деформации, работающей в широком диапазоне температур и обеспечивающую низкую погрешность до 2%. Выходной сигнал датчика деформации должен отражать только характеристики нагрузки и не должен реагировать на колебания температуры.

Задачей данного изобретения является уменьшение влияния на выходной электрический сигнал датчика деформации температуры окружающей среды и разницы температур между датчиком деформации и мостом транспортного средства, что обеспечит снижение погрешности измерения нагрузки на ось до 2% в широком диапазоне температуры окружающей среды от -50 до +70°C.

Вышеуказанная задача решается способом измерения нагрузки на ось транспортного средства, включающим в себя получение первого выходного электрического сигнала от датчика деформации, установленного на мост транспортного средства и измеряющего деформацию растяжения-сжатия этого моста вдоль его продольной оси, получение второго выходного электрического сигнала от датчика, установленного на мост транспортного средства и измеряющего деформацию растяжения-сжатия этого моста вдоль его поперечной оси, и вычисление значения нагрузки на ось транспортного средства по разности между первым и вторым выходными электрическими сигналами.

Вышеуказанная задача решается также вариантом способа измерения нагрузки на ось транспортного средства, включающим в себя получение первого выходного электрического сигнала от датчика деформации, установленного на верхнюю плоскость моста транспортного средства и измеряющего деформацию растяжения-сжатия этого моста вдоль его продольной оси, получение второго выходного электрического сигнала от датчика деформации, установленного на нижнюю плоскость моста транспортного средства и измеряющего деформацию растяжения-сжатия этого моста вдоль его продольной оси, и вычисление значения нагрузки на ось транспортного средства по разности между первым и вторым выходными электрическими сигналами.

Заявляемое изобретение поясняется чертежами.

Фиг. 1. Представлена возможная реализация термокомпенсированного измерения нагрузки на ось с помощью датчика деформации, представляющего собой два датчика деформации, смонтированных в одном корпусе и измеряющих деформацию в двух взаимно перпендикулярных направлениях на поворотной оси грузовика. В этом примере датчик деформации (6) устанавливается на балку моста (1) либо с помощью трех приварных кронштейнов (3), либо на отливку (2) изготовленную непосредственно при производстве балки моста (1). Датчик деформации (6) закреплен на кронштейнах (3), либо на отливке (2) с помощью трех креплений (7). Датчик деформации (6) центрирован по осевой линии (5) балки моста (1) и располагается на равном расстоянии от пружин автомобиля (4).

Фиг. 2. Представлена возможная реализация термокомпенсированного измерения нагрузки на ось с помощью двух отдельных идентичных датчиков деформации, устанавливаемых во взаимно перпендикулярных направлениях на поворотной оси грузовика. В этом примере датчики деформации (10) устанавливаются на балку моста (1) либо непосредственно с применением клея, либо с помощью четырех приварных кронштейнов (9), либо на отливки (8) изготовленные непосредственно при производстве балки моста (1). Датчики деформации (10) закреплены на кронштейнах (9), либо на отливке (8) с помощью четырех креплений (7). Датчик деформации (10) центрирован по осевой линии (5) балки моста (1) и располагается на равном расстоянии от пружин автомобиля (4).

Фиг. 3. Представлена возможная реализация термокомпенсированного измерения нагрузки на ось с помощью двух отдельных идентичных датчиков деформации, устанавливаемых сверху и снизу поворотной оси грузовика. В этом примере датчики деформации (10) устанавливаются на балку моста (1) либо непосредственно с применением клея, либо с помощью четырех приварных кронштейнов (12), либо на отливки (11) изготовленные непосредственно при производстве балки моста (1). Датчики деформации

(10) закреплены на кронштейнах (12), либо на отливке (11) с помощью четырех креплений (7). Датчик деформации (10) центрирован по осевой линии (5) балки моста (1) и располагается на равном расстоянии от пружин автомобиля (4).

Поэлементное описание фиг. 1:

- 1 - балка моста поворотной оси грузовика;
- 2 - отливка под крепление датчика деформации;
- 3 - кронштейн под крепление датчика деформации;
- 4 - места крепления пружин автомобиля;
- 5 - осевая линия балки моста поворотной оси грузовика;
- 6 - датчик деформации;
- 7 - элементы крепления датчик деформации.

2. Поэлементное описание фиг. 2:

- 1 - балка моста поворотной оси грузовика;
- 4 - места крепления пружин автомобиля;
- 5 - осевая линия балки моста поворотной оси грузовика;
- 7 - элементы крепления датчик деформации;
- 8 - отливка под крепление датчика деформации;
- 9 - кронштейн под крепление датчика деформации;
- 10 - датчики деформации.

3. Поэлементное описание фиг. 3:

- 1 - балка моста поворотной оси грузовика;
- 4 - места крепления пружин автомобиля;
- 5 - осевая линия балки моста поворотной оси грузовика;
- 7 - элементы крепления датчик деформации;
- 10 - датчики деформации;
- 11 - отливка под крепление датчика деформации;
- 12 - кронштейн под крепление датчика деформации.

Способ осуществляется следующим образом.

Первоначально, исходя из конструктивных особенностей моста транспортного средства, выбирается место установки датчиков деформации. Учитывая технические особенности установки датчиков деформации в выбранное место на мосту, реализуется один из двух предлагаемых вариантов способа измерения нагрузки на ось транспортного средства.

Первый вариант способа измерения нагрузки на ось транспортного средства заключается в монтаже двух датчиков деформации на мост транспортного средства, измеряющих деформацию в двух взаимоперпендикулярных направлениях. Один датчик деформации измеряет деформацию растяжения-сжатия моста транспортного средства вдоль его продольной оси, при этом допускается установка датчика на верхней или нижней плоскости моста, место установки выбирается исходя из конструктивных особенностей моста транспортного средства. Второй датчик деформации измеряет деформацию растяжения-сжатия моста транспортного средства вдоль его поперечной оси, при этом допускается установка датчика на любой из плоскостей моста (верхней, нижней, или боковой), место установки выбирается исходя из конструктивных особенностей моста транспортного средства. Нагрузка на ось транспортного средства вычисляется по разности выходных электрических сигналов датчиков деформации.

Второй вариант способа измерения нагрузки на ось транспортного средства заключается в монтаже двух датчиков деформации на мост транспортного средства, и измеряющих деформацию в одном направлении. Один датчик деформации измеряет деформацию растяжения-сжатия моста транспортного средства вдоль его продольной оси, и устанавливается на верхней плоскости моста, место установки выбирается исходя из конструктивных особенностей моста транспортного средства. Второй датчик деформации измеряет деформацию растяжения-сжатия моста транспортного средства вдоль его продольной оси, и устанавливается на нижней плоскости моста, место установки выбирается исходя из конструктивных особенностей моста транспортного средства. Нагрузка на ось транспортного средства вычисляется по разности выходных электрических сигналов датчиков деформации.

Вычисление разности выходных электрических сигналов датчиков деформации может производиться либо аналоговым способом, путем подключения датчиков к одному преобразователю и изменения полярности выходного электрического сигнала одного из датчиков деформации, либо цифровым способом, путем подключения датчиков к двум преобразователям с последующим вычислением разности электрических сигналов датчиков деформации на микроконтроллере.

В первом варианте вышеприведенного способа измеряемая датчиком деформация s описывается следующей формулой:

$$\varepsilon(F, T) = \varepsilon_2(F) + T_2 \left(k_2 - k_1 \times \frac{T_1}{T_2} \right) + \varepsilon_1^0(T) + A,$$

где T_2 - температура моста;

T_1 - температура датчика;

k_2 - коэффициент температурного расширения материала моста;
 k_1 - коэффициент температурного расширения материала датчика;
 $\varepsilon_1^0(T)$ - температурная зависимость показаний датчика;
 $\varepsilon_2(F)$ - зависимость деформации моста от приложенной нагрузки;

A - постоянная величина, обусловленная ненулевой деформацией, возникающей после установки датчика на мост.

Влияние температуры в указанной выше формуле не зависит от наложенной на ось нагрузки, а определяется только разницей коэффициентов теплового расширения и температур моста транспортного средства и датчика деформации. Таким образом, вклад температурных эффектов в выходном сигнале двух идентичных датчиков деформации, установленных в местах с одинаковой температурой, будет одинаковым. Следовательно, использование разности выходных электрических сигналов двух идентичных датчиков деформации, установленных в местах с одинаковой температурой, позволяет исключить влияние температурных эффектов.

Разница между первым и вторым сигналами Δ_1 в первом варианте способа выражена следующей формулой:

$$\Delta_1 = \varepsilon_1^1(F, T) - \varepsilon_1^2(F, T) = \varepsilon_2(F) + A_1^{1-2},$$

где $\varepsilon_1^1(F, T)$ - сигнал датчика, измеряющего деформацию растяжения-сжатия материала моста вдоль его продольной оси;

$\varepsilon_1^2(F, T)$ - сигнал датчика, измеряющего деформацию растяжения-сжатия материала моста вдоль его поперечной оси;

$\varepsilon_2(F)$ - зависимость деформации моста от приложенной нагрузки;

A_1^{1-2} - постоянная величина, обусловленная ненулевой деформацией, возникающей после установки датчиков на мост.

Таким образом, при осуществлении первого варианта способа разница между первым и вторым сигналами датчиков Δ_1 зависит только от деформации моста, обусловленной приложенной нагрузкой. Данное выражение справедливо при условии идентичности датчиков деформации и одинаковой температуры в местах их установки.

Для второго варианта способа измерения нагрузки на ось транспортного средства измеряемая датчиком деформация ε описывается следующей формулой:

$$\Delta_2 = \varepsilon_2^1(F, T) - \varepsilon_2^2(F, T) = 2 \cdot \varepsilon_2(F) + A_2^{1-2},$$

где $\varepsilon_2^1(F, T)$ - сигнал датчика, измеряющего деформацию растяжения-сжатия материала моста вдоль продольной оси;

$\varepsilon_2^2(F, T)$ - сигнал датчика, измеряющего деформацию растяжения-сжатия материала моста вдоль продольной оси;

$\varepsilon_2(F)$ - зависимость деформации моста от приложенной нагрузки;

A_2^{1-2} - постоянная величина, обусловленная ненулевой деформацией, возникающей после установки датчиков на мост.

Таким образом, при осуществлении второго варианта способа, разница между первым и вторым сигналами датчиков Δ_2 зависит только от удвоенной деформации моста, обусловленной наложенной нагрузкой. Данная формула будет справедлива при условии идентичности датчиков деформации и одинаковой температуры в местах их установки.

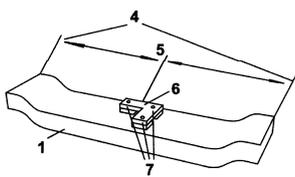
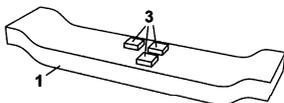
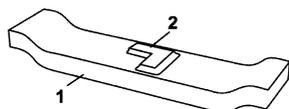
Техническим результатом настоящего изобретения является минимизация влияния колебаний температуры окружающей среды на показания датчика деформации, устанавливаемого на мост транспортного средства и обеспечение выполнения им только функции отражения характеристик весовых нагрузок на ось.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

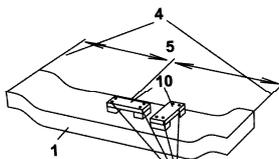
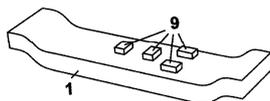
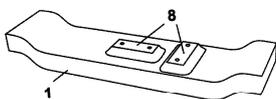
1. Способ измерения нагрузки на ось транспортного средства, включающий в себя получение первого выходного электрического сигнала от датчика деформации, установленного на мост транспортного средства и измеряющего деформацию растяжения-сжатия этого моста вдоль его продольной оси, получение второго выходного электрического сигнала от датчика, установленного на мост транспортного средства и измеряющего деформацию растяжения-сжатия этого моста вдоль его поперечной оси, и вычисление значения нагрузки на ось транспортного средства по разности между первым и вторым выходными электрическими сигналами.

2. Способ измерения нагрузки на ось транспортного средства, включающий в себя получение первого выходного электрического сигнала от датчика деформации, установленного на верхнюю плоскость моста транспортного средства и измеряющего деформацию растяжения-сжатия этого моста вдоль его продольной оси, получение второго выходного электрического сигнала от датчика деформации, установленного на нижнюю плоскость моста транспортного средства и измеряющего деформацию растяжения-сжатия этого моста вдоль его продольной оси, и вычисление значения нагрузки на ось транспортного средства по разности между первым и вторым выходными электрическими сигналами.

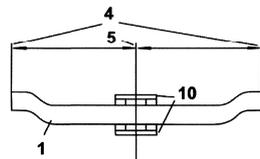
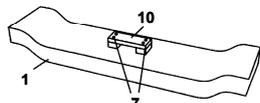
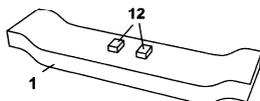
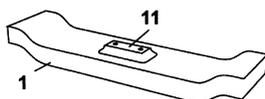
средства по разности между первым и вторым выходными электрическими сигналами.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

