

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2735160

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ МАШИНОТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Кремчеев Эльдар Абдоллович (RU), Смирнов Юрий Дмитриевич (RU), Лунтовская Яна Алексеевна (RU), Кремчеева Динара Абдолловна (RU)*

Заявка № 2020111750

Приоритет изобретения 20 марта 2020 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 28 октября 2020 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 20 марта 2040 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01L 5/13 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020111750, 20.03.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.03.2020

Дата регистрации:
28.10.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.03.2020

(45) Опубликовано: 28.10.2020 Бюл. № 31

Адрес для переписки:
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Кремчеев Эльдар Абдоллович (RU),
Смирнов Юрий Дмитриевич (RU),
Лунтовская Яна Алексеевна (RU),
Кремчеева Динара Абдолловна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2566513 C1, 27.10.2015. SU
1216685 A1, 07.03.1986. SU 402776 A1, 19.10.1973.
RU 2678533 C2, 29.01.2019.

(54) ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ТРАНСПОРТНЫХ МАШИНОТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

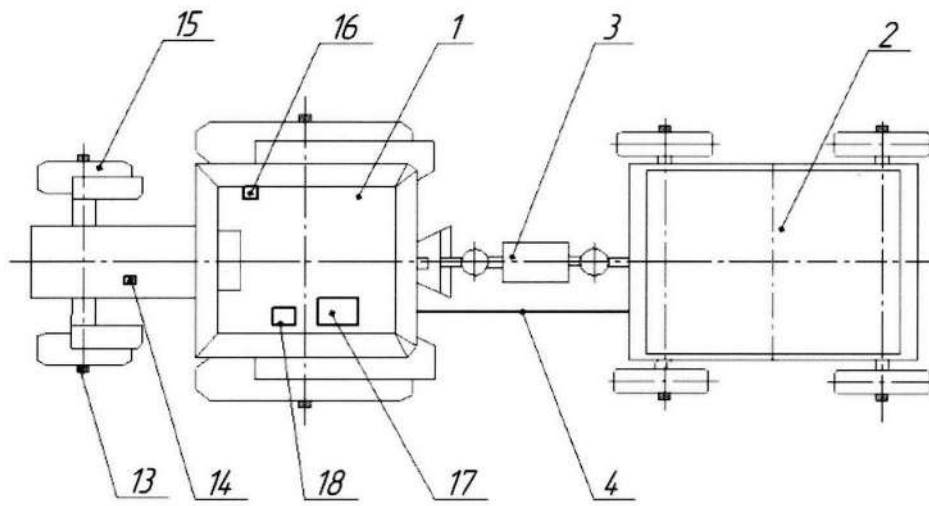
(57) Реферат:

Изобретение относится к исследовательским метрологическим системам и позволяет проводить измерения тяговых характеристик транспортных машинотракторных агрегатов. Измерительная система содержит прицепное устройство, силоизмерительную аппаратуру, шарнирный карданный вал. Тяговое звено и шарнирный карданный вал соединяет тяговую машину с прицепным устройством при помощи рымов. Тяговое звено выполнено в форме цилиндра и покрыто защитным корпусом, внутри цилиндра установлены пружины, разграниченные

буртиком стакана. На одном из концов штока закреплен поршень. На тяговую машину и прицепное устройство установлена силоизмерительная аппаратура, в качестве которой используют бесконтактные датчики скорости, потенциометрический датчик, датчик ускорения, соединенные с аналого-цифровым преобразователем и компьютером. Достигается обеспечение достоверности оценки определяемых характеристик машинотракторного агрегата в реальных условиях эксплуатации машинотракторных агрегатов. 2 ил.

RU 2 735 160 C1

RU 2 735 160 C1



Фиг. 1

RU 2735160 C1

RU 2735160 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G01L 5/13 (2006.01)
G01M 17/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01L 5/13 (2020.08)

(21)(22) Application: **2020111750, 20.03.2020**

(24) Effective date for property rights:
20.03.2020

Registration date:
28.10.2020

Priority:

(22) Date of filing: **20.03.2020**

(45) Date of publication: **28.10.2020 Bull. № 31**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet", Patentno-litsenziornyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Kremcheev Eldar Abdollovich (RU),
Smirnov Yuriy Dmitrievich (RU),
Luntovskaya Yana Alekseevna (RU),
Kremcheeva Dinara Abdollovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet" (RU)**

(54) **MEASURING SYSTEM FOR DETERMINATION OF TRACTION CHARACTERISTICS OF TRANSPORT AND TRACTOR UNITS**

(57) Abstract:

FIELD: measurement.

SUBSTANCE: invention relates to research metrological systems and makes it possible to measure traction characteristics of transport machine and tractor units. Measuring system comprises towing device, force-measuring equipment, hinged propeller shaft. Pulling link and hinged propeller shaft connects traction machine with towing device by means of pins. Pulling link is made in the form of cylinder and covered with protective housing, inside cylinder there installed are springs delimited by collar of barrel. Piston is secured

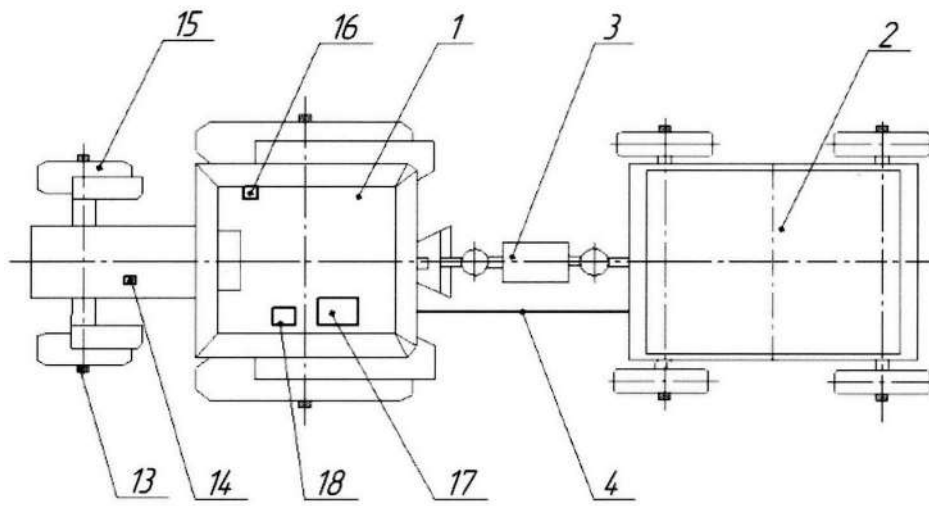
at rod one end. On the traction machine and the towing device the force-measuring equipment is installed, which is represented by contactless velocity sensors, a potentiometric sensor, an acceleration sensor connected to the analogue-to-digital converter and a computer.

EFFECT: providing reliability of evaluation of determined characteristics of machine and tractor unit in real conditions of operation of machine and tractor units.

1 cl, 2 dwg

RU 2 735 160 C1

RU 2 735 160 C1



Фиг. 1

RU 2735160 C1

RU 2735160 C1

Изобретение, относится к исследовательским метрологическим системам, позволяющим проводить измерения кинематических, динамических и тяговых характеристик транспортных пневмоколесных машинотракторных агрегатов с различными колесными формулами на естественных поверхностях в реальных условиях эксплуатации.

Известно устройство для определения коэффициента сцепления колеса с поверхностью (патент РФ №103911, опубл. 27.04.11), содержащее несущую раму, два измерительных колеса, дифференциал, механически соединенный с измерительными колесами с помощью полуосей, элемент торможения, механически соединенный с дифференциалом и измеритель силы трения выполнен в виде двух датчиков силы трения колеса о поверхность, причем силовоспринимающие элементы одного датчика силы трения колеса о поверхность закреплены на несущей раме и ступице одного измерительного колеса, а силовоспринимающие элементы другого датчика силы трения колеса о поверхность закреплены на несущей раме и ступице другого измерительного колеса.

Недостатками данного устройства является то, что установленные датчики не позволяют достоверно оценить величину скорости агрегата, из-за чего сложно оценить достоверность получаемых результатов измерений коэффициента сцепления колеса с поверхностью.

Известно устройство для определения коэффициента сцепления колеса с поверхностью (патент РФ №2626581, опубл. 28.07.17), содержащее установленную на транспортном средстве раму, установленные на раме узел создания момента силы торможения, измерительное колесо, датчик силы давления, установленный с возможностью измерения вертикальной силы давления измерительного колеса на контролируемую поверхность, датчик угловой скорости измерительного колеса, элемент определения скорости транспортного средства, датчик силы сцепления измерительного колеса с контролируемой поверхностью, вычислительный блок, к входам которого подключены выходы датчика силы давления, датчика угловой скорости измерительного колеса, элемента определения скорости транспортного средства и датчика силы сцепления, и блок управления, вход которого подключен к выходу вычислительного блока, узел создания момента силы торможения выполнен в виде индукционного электромагнитного тормоза, статор которого установлен на раме и на валу ротора которого установлено измерительное колесо, а датчик силы сцепления измерительного колеса с контролируемой поверхностью выполнен в виде аналогового датчика Холла, установленного на статоре индукционного электромагнитного тормоза между его полюсами.

Недостатками данного устройства является ограниченность применения устройства в применения на одно измерительное колесо, затруднительно проводить испытания в реальных условиях эксплуатации подключаемых тягачей, разных параметров динамических и кинематических характеристик для других колес, которые могут находиться на различных поверхностях.

Известно устройство для измерения коэффициента сцепления дорожного покрытия (патент РФ №162536, опубл. 10.06.2016), содержащий буксируемый прицеп с измерительным колесом, тормоз, измерительные преобразователи измеряемых величин, а также средства для передачи сигналов с преобразователей, пирометрические преобразователи для измерения температуры дорожного покрытия и беговой дорожки измерительного колеса.

Недостатками данного устройства является установленные датчики не позволяют достоверно оценить величину скорости агрегата, из-за чего сложно оценить

достоверность получаемых результатов измерений коэффициента сцепления колеса с поверхностью при определении кинематической характеристики двигателей тракторов в условиях полевых испытаний агрегатов на естественных основаниях.

Известно устройство для экспресс-анализа тягово-сцепных свойств двигателей тракторов (патент РФ №2096747, МПК G01M 17/00, опубл. 20.11.1997), оборудованных валом отбора мощности с синхронным приводом, преимущественно колесных, содержащее неподвижную опору, датчик продольной силы, связанный с ней и с трактором подвижной связью, барабан с закрепленным и намотанным на нем тросом, свободный конец которого прикреплен к неподвижной опоре, зубчатую передачу с постоянным передаточным числом, входной вал которой кинематически жестко связан с колесами двигателя, а на выходном валу неподвижно закреплен барабан, прицепная тележка, дышло которой через датчик продольной силы присоединено к прицепному крюку трактора, а на раме установлен редуктор зубчатой передачи, причем кинематическая связь входного вала зубчатой передачи с колесами двигателя осуществляется посредством карданной передачи равных угловых скоростей, разъемного подвижного шлицевого соединения и вала отбора мощности.

Недостатками данного изобретения является то, что фиксированная длина троса, свободный конец которого прикреплен к неподвижной опоре, приводит к ограничению по его применению и малой маневренности машинотракторного агрегата при проведении полевых испытаний, а измерения коэффициента сцепления шины с опорной поверхностью производится с высокими значениями неопределенности по заданному алгоритму обработки результатов измерений.

Известен способ определения тягово-мощностных показателей тракторов и устройство для его осуществления, (патент РФ №2566513, опубл. 27.10.15) принятое за прототип, содержащее силоизмерительную аппаратуру, загрузочный трактор, передняя навеска которого соединена при помощи троса с поперечиной прицепного устройства задней навески или гидрокрюком испытуемого трактора и прицепную одноосную раму, на которой установлен с возможностью перемещения груз, установленный в лонжеронах внутреннего пространства рамы, на которой сверху закреплено пневматическое тормозное устройство, соединенное через шарнирный карданный вал с валом отбора мощности испытуемого трактора.

Недостатком данного устройства является то, что конструктивно предусмотрено совместное использование двух тракторов, но используемые датчики позволяют измерить кинематические и динамические характеристики только испытуемого трактора, а не другого прицепного оборудования из состава транспортных машинотракторных агрегатов.

Техническим результатом является создания измерительной системы, обладающей высокой точностью измерения при определении характеристик машинно-тракторного агрегата в условиях, как с активным, так и с пассивным прицепным транспортным оборудованием и маневренным ходом при проведении испытаний машинотракторных агрегатов в реальных условиях эксплуатации.

Технический результат достигается тем, что тяговое звено и шарнирный карданный вал соединяет тяговую машину с прицепным устройством при помощи рымов, причем тяговое звено выполнено в форе цилиндра, внутри которого установлены пружины, разграниченные буртиком стакана, на одном из концов штока закреплен поршень, а тяговое звено покрыто защитным корпусом, на тяговую машину и прицепное устройство установлена силоизмерительная аппаратура, в качестве которой используют бесконтактные датчиков скорости, которые жестко крепятся на ступицы приводных и

не приводных колес рабочей и тяговой машины и соединены через сети Wi-fi с аналогово-цифровым преобразователем, потенциометрический датчик, который жестко установлен на цилиндре и на кронштейне стакана, и датчика ускорения, который жестко закреплен на раме тяговой машины, и соединены с аналогово-цифровым преобразователем и компьютером по витым парам, приемный модуль GPS/ГЛОНАСС устанавливается на крыше тяговой машины, с учетом зоны видимости спутников и соединен через сети Wi-fi с аналогово-цифровым преобразователем.

Измерительная система для определения кинематических, динамических и тяговых характеристик транспортно-тракторных агрегатов поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - структурная схема измерительной системы для определения кинематических, динамических и тяговых характеристик, тракторно-тракторных агрегатов;

фиг. 2 - тяговое силоизмерительное звено тракторно-тракторного агрегата, где:

- 1 - тяговая машина;
- 2 - прицепное устройство;
- 3 - тяговое звено;
- 4 - шарнирный карданный вал;
- 5 - рым;
- 6 - пружина;
- 7 - стакан;
- 8 - шток;
- 9 - крепеж;
- 10 - поршень;
- 11 - защитный корпус;
- 12 - потенциометрический датчик;
- 13 - бесконтактный датчик скорости;
- 14 - датчик ускорения;
- 15 - колесо;
- 16 - приемный модуль GPS/ГЛОНАСС;
- 17 - компьютер;
- 18 - аналогово-цифровой преобразователь;

Измерительная система для определения кинематических, динамических и тяговых характеристик транспортно-тракторных агрегатов (фиг. 1) состоит из силоизмерительной аппаратуры, которая устанавливается на тяговую машину 1 и на прицепное устройство 2. Тяговое звено 3 и шарнирный карданный вал 4 соединяет тяговую машину 1 с прицепным устройством 2 с помощью рымов 5.

Тяговое звено 3 (фиг. 2) выполнено в форе цилиндра, внутри которого установлены пружины 6, которые разграничены буртиком стакана 7. На одном из концов штока 8 с помощью крепежа 9 закреплен поршень 10. Тяговое звено 3 по всей длине покрыто защитным корпусом 11.

Силовое измерительное устройство состоит из потенциометрического датчика 12, бесконтактных датчиков скорости 13 и датчика ускорения 14.

Потенциометрический датчик 12 жестко установлен на тяговом звене 3 на кронштейне стакана 7 с помощью крепежа 9. Бесконтактные датчики скорости 13 жестко крепятся на ступицы приводных и не приводных колес 15 прицепного устройства 2 и колес 15 тяговой машины 1. Датчик ускорения 14 жестко закреплен на раме тяговой машины 1. Бесконтактные датчики скорости 13 соединены через сети Wi-fi с аналогово-цифровым преобразователем 18. Потенциометрический датчик 12 и датчик ускорения 14 соединен

с аналогово-цифровым преобразователем 18 при помощи провода витой пары, которая жестко закреплена к корпусам тяговой машины 1 и прицепного устройства 2.

Портативный компьютер 17 и аналогово-цифровой преобразователь 18 установлен в кабине тяговой машины 1. Портативный компьютер 17 и аналогово-цифровой преобразователь 18 соединены между собой с использованием витой пары.

Приемный модуль GPS/ГЛОНАСС 16 устанавливается на крыше тяговой машины 1 с учетом зоны видимости спутников и соединен через сети Wi-fi с аналогово-цифровым преобразователем 18.

Пример работы измерительной системы для определения кинематических, динамических и тяговых характеристик транспортно-тракторных агрегатов приведен ниже: испытываемую тяговую машину 1 соединяют с прицепным устройством 2 при помощи шарнирного карданного вала 4 и тягового звена 3, предназначенного для косвенного измерения крюковой нагрузки при выполнении технологических операций. В качестве защитного корпуса 11 тягового звена 3 может быть использована резиновая гофра. При движении тяговой машины 1, под воздействием крюковой нагрузки стакан 7, перемещаясь вдоль штока 8, давит на одну из пружин 6, в зависимости от хода тракторного агрегата. Пружины имеют разную длину, которая зависит от номинального тягового усилия машины 1. В это время, потенциметрический датчик 12 фиксирует величину линейного перемещения стакана 7. Возникающие, в результате неравномерного движения тракторного агрегата, пики сглаживаются при помощи демпфирования нагрузки через сквозное отверстие в поршне 10.

Бесконтактные датчики скорости 13 регистрируют значения частоты вращения колес 15 тяговой машины 1 и прицепного устройства 2, малые ускорения тракторного агрегата фиксируются датчиком 14, для получения информации о динамической характеристике трактора. Модуль GPS/ГЛОНАСС 16 регистрирует путь и время пути, пройденного тракторным агрегатом, впоследствии, эти данные используются для оценки действительной скорости движения тракторного агрегата. В процессе технологической операции данные с датчиков скорости, ускорения и потенциметрического датчика передаются в аналогово-цифровой преобразователь 18, далее на портативный компьютер 17 по витой паре, где осуществляется обработка результатов измерений по заданному алгоритму.

Широкое использование тракторных агрегатов на месторождениях, основаниях с низкой несущей способностью, и высокие скорости движения при выполнении практически всего комплекса технологических операций требует их высокой технологической надежности, заключающейся в сохранении проходимости во всем диапазоне вариации внешних воздействий. Для нормирования параметров производства необходимы достоверные сведения о тягово-сцепных свойствах техники в различных условиях эксплуатации. Без натурных испытаний получение такой информации затруднительно. Таким образом, создание универсальных систем или устройств и их метрологическое обеспечение являются важной задачей, решение которой востребовано производством.

По результатам испытаний с использованием разработанной измерительной системы, рассчитывается кинематическая (коэффициент буксования), тяговая (тяговое усилие на крюке) и динамическая (ускорение тракторного агрегата на заданном участке пути) характеристики по приведенному ниже алгоритму.

Коэффициент буксования рассчитывается по измеренным теоретической и действительной скоростям. Действительная скорость тракторного агрегата рассчитывается исходя из значений скорости, полученных с GPS/ГЛОНАСС 16 и

бесконтактных датчиков скорости 13, установленных на не приводных колесах 15 (прицепное устройство 2 или тяговая машина 1). Для расчета теоретической скорости машинотракторного агрегата берутся значения с бесконтактных датчиков скорости 13, установленных на приводных колесах 15 (прицепное устройство 2 или тяговая машина 1). Потенциометрический датчик 12 фиксирует величину линейного перемещения, позволяющего с помощью известного закона упругости (закон Гука) оценить тяговое усилие на крюке. Данные с датчика ускорения 14 передаются в цифровом формате на аналогово-цифровой преобразователь 18.

Коэффициент буксования S движителей трактора определяется по формуле 1:

$$\delta = \frac{v_t - v_r}{v_t} \cdot 100\% \quad (1)$$

где v_t , v_r - теоретическая и действительная скорости машинотракторного агрегата (м/с). Скорость трактора выражается через частоту вращения колеса. Таким образом, формула (1) примет следующий вид:

$$\delta = \frac{\pi d_k \omega - v_r}{\pi d \omega} \cdot 100\% \quad (2)$$

где d_k - диаметр колеса трактора (мм); ω - частота вращения колеса (об./мин).

Тяговое усилие на крюке $P_{кр}$ можно рассчитать по формуле (3):

$$P_{кр} = \Delta l \cdot c \quad (3)$$

где Δl - расстояние, на которое перемещается чувствительный элемент датчика положения (мм); c - жесткость пружины (Н/мм). Коэффициент жесткости пружины выражается следующим образом (ГОСТ 13765):

$$c = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n} \quad (4)$$

где G - модуль сдвига ($7,85 \cdot 10^4$ МПа); d - диаметр проволоки пружины (мм); D - средний диаметр пружин (мм); n - число рабочих витков (шт.).

Формула (4) принимает вид:

$$P_{кр} = \frac{\Delta l \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n} \quad (5)$$

Результаты анализа кинематической, динамической и тяговой характеристик машинотракторного агрегата, получаемые при проведении испытаний в реальных условиях эксплуатации, позволяют обоснованно комплектовать и эксплуатировать парк транспортной техники и оборудования с параметрами, рациональными для применяемой тяговой машины, что обеспечит минимум технических и экономических потерь, обоснованное применение различных приводных схем и колесных формул машинотракторного агрегата с учетом существующего парка техники на предприятии.

Применение данной измерительной системы упрощает процесс проведения натурных испытаний. Метрологическое обеспечение измерительной системы позволяет обеспечить достоверность оценки определяемых характеристик машинотракторного агрегата в условиях эксплуатации машины. Результаты испытаний позволят обоснованно нормировать параметры отдельных технологических операций, рационально эксплуатировать парк техники, ликвидировать их простои из-за потери проходимости,

повысить эффективность работы оборудования и технологическую надежность производства.

(57) Формула изобретения

5 Измерительная система для определения тяговых характеристик транспортных
машинотракторных агрегатов, содержащая прицепное устройство, силоизмерительную
аппаратуру, шарнирный карданный вал, отличающаяся тем, что тяговое звено и
шарнирный карданный вал соединяет тяговую машину с прицепным устройством при
10 помощи рымов, причем тяговое звено выполнено в форме цилиндра, внутри которого
установлены пружины, разграниченные буртиком стакана, на одном из концов штока
закреплен поршень, а тяговое звено покрыто защитным корпусом, на тяговую машину
и прицепное устройство установлена силоизмерительная аппаратура, в качестве которой
используют бесконтактные датчики скорости, которые жестко крепятся на ступицы
15 приводных и не приводных колес рабочей и тяговой машины и соединены через сеть
Wi-Fi с аналого-цифровым преобразователем, потенциометрический датчик, который
жестко установлен на цилиндре и на кронштейне стакана, и датчика ускорения, который
жестко закреплен на раме тяговой машины, соединены с аналого-цифровым
преобразователем и компьютером по витым парам, приемный модуль GPS/ГЛОНАСС
устанавливается на крыше тяговой машины с учетом зоны видимости спутников и
20 соединен через сеть Wi-Fi с аналого-цифровым преобразователем.

25

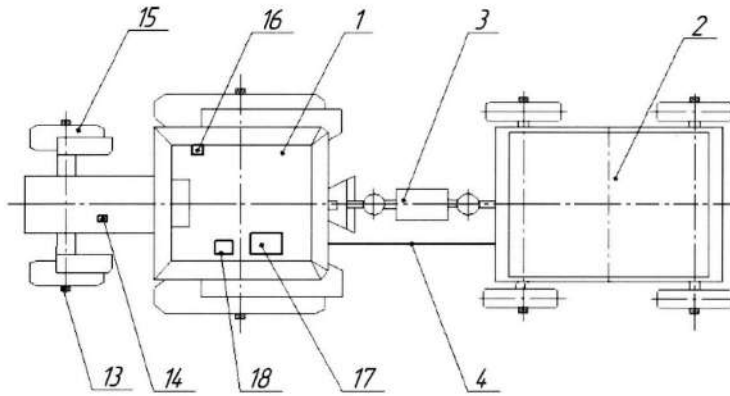
30

35

40

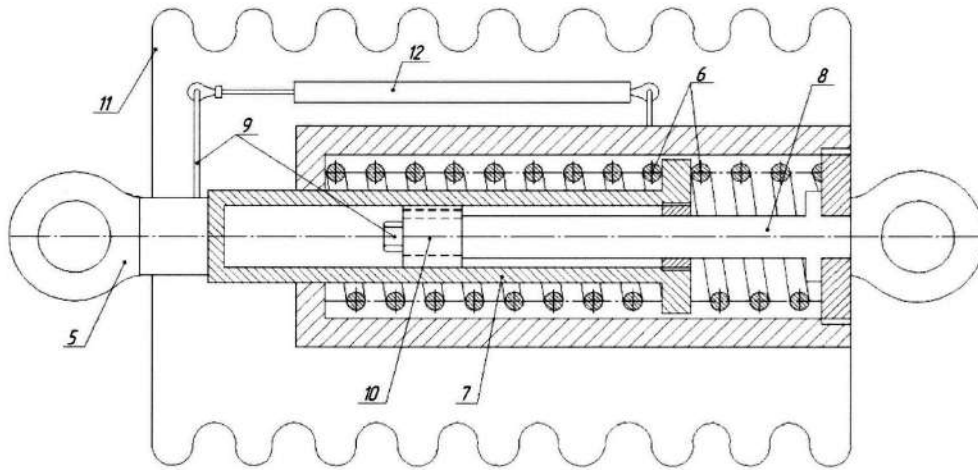
45

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2