

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 17275

(13) С1

(46) 2013.06.30

(51) МПК

B 60F 1/04 (2006.01)

(54) ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО НА КОМБИНИРОВАННОМ ХОДУ

(21) Номер заявки: а 20101618

(22) 2010.11.12

(43) 2012.06.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет транспорта" (ВУ)

(72) Авторы: Бочкарев Дмитрий Игоревич; Довгяло Владимир Александрович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет транспорта" (ВУ)

(56) RU 2167768 С1, 2001.

ВУ 5927 U, 2010.

ВУ 6769 U, 2010.

ВУ 20080118 А, 2009.

ВУ 6397 U, 2010.

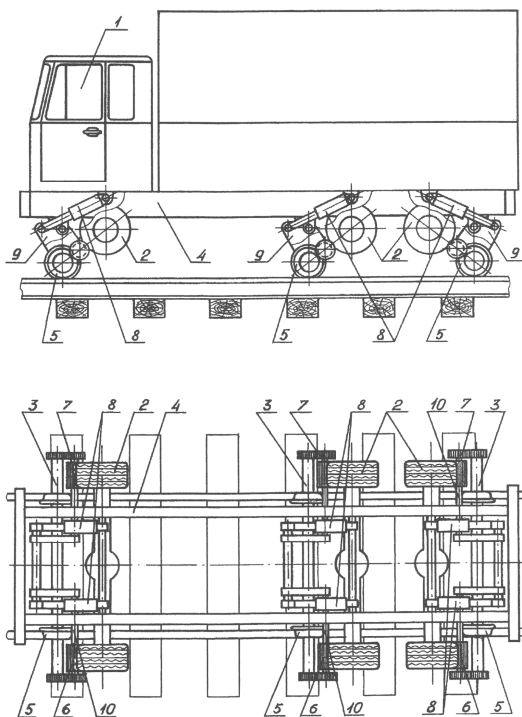
RU 2130387 С1, 1999.

RU 2171191 С2, 2001.

US 5756903 А, 1998.

(57)

1. Транспортное средство на комбинированном ходу, содержащее оси с пневматическими колесами, связанными с приводом, и железнодорожные колесные пары, установленные на раме транспортного средства посредством несущих рам, шарнирно связанных с рамой и имеющих возможность перемещения в вертикальной плоскости относительно



Фиг. 1

ВУ 17275 С1 2013.06.30

рамы транспортного средства посредством приводов, причем колеса железнодорожных колесных пар связаны с опорно-приводными барабанами, выполненными с возможностью взаимодействия с пневматическими колесами и вращения колес железнодорожных колесных пар, **отличающееся** тем, что опорно-приводные барабаны связаны с колесами железнодорожных колесных пар через цилиндрические зубчатые передачи, при этом диаметры опорно-приводных барабанов, диаметры колес железнодорожных колесных пар и начальных окружностей колес цилиндрической зубчатой передачи имеют отношение, при котором окружные скорости точек протектора пневматических колес транспортного средства и точек окружности качения колес железнодорожных колесных пар равны.

2. Транспортное средство по п. 1, **отличающееся** тем, что привод перемещения несущих рам с железнодорожными колесными парами в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства содержит установленные на раме транспортного средства гидроцилиндры, кинематически связанные с несущими рамами железнодорожных колесных пар и соединенные с гидронасосом и гидрораспределителем посредством гидролиний подачи рабочей жидкости.

3. Транспортное средство по п. 2, **отличающееся** тем, что в гидролинии подачи рабочей жидкости в поршневые полости гидроцилиндров привода перемещения несущих рам с железнодорожными колесными парами в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства установлены пневмогидроаккумуляторы.

4. Транспортное средство по п. 2, **отличающееся** тем, что в гидролинии подачи рабочей жидкости в поршневые полости гидроцилиндров привода перемещения несущих рам с железнодорожными колесными парами в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства установлены гидрозамки.

5. Транспортное средство по п. 1, **отличающееся** тем, что привод перемещения несущих рам с железнодорожными колесными парами в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства содержит установленные на раме транспортного средства винтовые передачи, кинематически связанные с несущими рамами железнодорожных колесных пар.

6. Транспортное средство по п. 1, **отличающееся** тем, что привод перемещения несущих рам с железнодорожными колесными парами в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства содержит установленные на раме транспортного средства реечные передачи, кинематически связанные с несущими рамами железнодорожных колесных пар.

Изобретение относится к транспортным средствам, преобразуемым для движения как по автомобильным, так и железным дорогам, и может найти применение в качестве локомотива для маневровых и поездных работ, а также мобильного энергонасыщенного носителя оборудования по содержанию и ремонту автомобильных дорог и железнодорожных путей в железнодорожных войсках и организациях, имеющих подъездные пути.

Известно универсальное колесное транспортное средство [1], включающее шасси с рулевыми и ведущими колесами, состоящими из дисков и шин, и кузов с кабиной управления, механизмом поворота рулевых колес, воздушным компрессором и вакуумным устройством, использующим разрежение во всасывающем коллекторе двигателя, на внешней стороне дисков ведущих и рулевых колес которого жестко закреплены дополнительные цельнометаллические колеса, снабженные профильным кругом качения и гребнями, выполненными под головку железнодорожного рельса, внутренние полости шин колес присоединены через управляющий вентиль раздельно как к воздушному компрессору, так и к вакуумному устройству, использующему разрежение во всасывающем коллекторе двигателя, причем внешний диаметр шин колес по кругу качения при избыточном

давлении в них сжатого воздуха больше диаметра круга качения упомянутого цельнометаллического колеса, а рулевое управление снабжено механизмом его блокировки. Недостатками известного транспортного средства являются ограниченность количества моделей базовых шасси, колея колес которых должна быть меньше колеи железнодорожного пути, снижение долговечности ступичных подшипников рулевых и ведущих колес вследствие увеличения плеча обкатки при движении по рельсам, невысокая живучесть транспортного средства, в частности, невозможность заезда или съезда с железнодорожного пути в случае отказа воздушного компрессора или вакуумного устройства.

Известно транспортное средство для передвижения по автомобильным и железным дорогам [2], содержащее автомобильные колеса, установленные на раме через гидропневматическую рычажную подвеску, поворотные железнодорожные тележки, установленные в нижней части рамы, и механизм преобразования хода с автомобильного на железнодорожный. При этом каждая тележка выполнена из двух сочлененных между собой горизонтальным поперечным шарниром полурам, связанных с нижней частью рамы транспортного средства сферическим шарниром, а механизм преобразования хода каждой тележки выполнен в виде четырех активных гидропневматических рессор, связанных с рамой транспортного средства и с тележками в зоне расположения букс железнодорожных колес. Недостатками существующего транспортного средства являются возможность создания только на шасси, оборудованном гидропневматической подвеской автомобильных колес, невысокая живучесть транспортного средства, в частности, невозможность заезда или съезда с железнодорожного пути в случае отказа гидросистемы гидропневматических рессор.

Известно транспортное средство для передвижения по автомобильным и железным дорогам [3], содержащее пневмоколеса, имеющие колею, не совпадающую с железнодорожной, переднюю и заднюю откидывающиеся рамы и оси с железнодорожными катками и приводными при прижатии к пневмоколесам роликами, при этом приводные ролики связаны с катками через планетарные редукторы, ведущие шестерни которых связаны с приводными роликами, ведомые - с катками, а водила закреплены на осях катков, закрепленных через резиновые втулки в шарнирно установленных на цапфах рам балансирах, связанных с рамами упругими элементами. При этом в положении для движения по рельсам рамы поджаты к упорам, которые установлены на раме транспортного средства, силами реакции на катках от веса транспортного средства, а оси приводных роликов, цапф и пневмоколес расположены в одной плоскости. Недостатком рассмотренного транспортного средства является сложность конструкции механизмов привода железнодорожных катков.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению является транспортное средство [4], преобразуемое для движения по рельсам и автомобильным дорогам, содержащее оси с пневматическими колесами, связанные с приводом, и железнодорожные колесные пары, оси которых установлены на раме транспортного средства с возможностью поворота приводами в вертикальной плоскости, а колеса этих колесных пар выполнены с опорно-приводными барабанами, которые при взаимодействии с пневматическими колесами обеспечивают вращение железнодорожных колесных пар, при этом на транспортном средстве смонтировано устройство реверсирования, содержащее редуктор реверса, один вал которого соединен с коробкой отбора мощности, включаемой муфтой включения и связанной с первичным валом раздаточной коробки, на который передается вращение с коробки переключения передач, а второй вал редуктора реверса соединяется с промежуточным валом раздаточной коробки. Кроме того, транспортное средство включает в себя три оси с пневматическими колесами и три железнодорожные колесные пары, две из которых установлены на раме транспортного средства при помощи несущих рам и стоек-амортизаторов, шарнирно закрепленных на соответствующих несущих рамах с возможностью поворота в вертикальной плоскости приводами, при этом тре-

тя железнодорожная колесная пара образована железнодорожными колесами на оси, которая прикреплена к четырем стойкам-амортизаторам, две из которых прикреплены к соответствующим рычагам, установленным на раме транспортного средства с возможностью поворота приводами в вертикальной плоскости, а две другие прикреплены к кронштейнам, закрепленным на раме транспортного средства, при этом оси двух железнодорожных колесных пар соединены двумя быстросъемными винтовыми стяжками, а на несущих рамах установлены поворотные приводами в горизонтальной плоскости винтовые упоры для ограничения вертикальных перемещений осей с пневматическими колесами. Недостатком данного транспортного средства является сложность устройства и, как следствие, невысокая надежность трансмиссии.

Задачей заявляемого изобретения является упрощение конструкции транспортного средства на комбинированном ходу, а также повышение безопасности движения по железнодорожному пути.

Поставленная задача достигается тем, что транспортное средство на комбинированном ходу, содержащее оси с пневматическими колесами, связанными с приводом, и железнодорожные колесные пары, установленные на раме транспортного средства посредством несущих рам, шарнирно связанных с рамой и имеющих возможность перемещения в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства посредством приводов, причем колеса железнодорожных колесных пар связаны с опорно-приводными барабанами, выполненными с возможностью взаимодействия с пневматическими колесами и вращения колес железнодорожных колесных пар, содержит цилиндрические зубчатые передачи, через которые опорно-приводные барабаны связаны с колесами железнодорожных колесных пар, а привод перемещения несущих рам с железнодорожными колесными парами в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства содержит установленные на раме транспортного средства гидроцилиндры, кинематически связанные с несущими рамами железнодорожных колесных пар и соединенные с гидронасосом и гидрораспределителем посредством гидролиний подачи рабочей жидкости, в гидролинии подачи рабочей жидкости в поршневые полости которых установлены пневмогидроаккумуляторы или гидрозамки, при этом диаметры опорно-приводных барабанов, диаметры колес железнодорожных колесных пар и начальных окружностей колес цилиндрической зубчатой передачи имеют отношение, при котором окружные скорости точек протектора пневматических колес транспортного средства и точек окружности качения колес железнодорожных колесных пар равны. Кроме того, привод перемещения несущих рам с железнодорожными колесными парами в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства может осуществляться установленными на раме транспортного средства винтовыми или реечными передачами, кинематически связанными с несущими рамами железнодорожных колесных пар.

На фиг. 1 изображено транспортное средство на комбинированном ходу при движении по железнодорожному пути, на фиг. 2 изображена принципиальная гидравлическая схема установки пневмогидроаккумуляторов в гидролинии подачи рабочей жидкости в поршневые полости гидроцилиндров перемещения в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства несущих рам с железнодорожными колесными парами, на фиг. 3 изображена принципиальная гидравлическая схема установки гидрозамков в гидролинии подачи рабочей жидкости в гидроцилиндры перемещения в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства несущих рам с железнодорожными колесными парами (на примере одной пары данных гидроцилиндров), на фиг. 4 изображена расчетная кинематическая схема для определения соотношения диаметров опорно-приводных барабанов, диаметров колес железнодорожных колесных пар и диаметров начальных окружностей колес цилиндрической зубчатой передачи.

Транспортное средство на комбинированном ходу (фиг. 1) состоит из базовой машины 1 и включает в себя оси с пневматическими колесами 2 и железнодорожные колесные па-

ры 3. Железнодорожные колесные пары 3 установлены на раме 4 транспортного средства посредством несущих рам 9, шарнирно связанных с рамой 4. Колеса 5 железнодорожных колесных пар 3 приводятся во вращение от опорно-приводных барабанов 6, через цилиндрические зубчатые передачи 7. Опорно-приводные барабаны установлены на осях 10. Поверхность опорно-приводных барабанов 6 выполнена рифленой для лучшего сцепления с пневматическими колесами 2 базовой машины 1. Каждая несущая рама железнодорожных колесных пар имеет два гидроцилиндра или две винтовых, или две реечных передачи 8, посредством которых осуществляется ее перемещение в вертикальной плоскости относительно рамы 4 транспортного средства.

В гидролинии подачи рабочей жидкости в поршневые полости гидроцилиндров перемещения в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства несущих рам с железнодорожными колесными парами установлены пневмогидроаккумуляторы (фиг. 2). Гидронасос 11, приводимый в действие от двигателя базовой машины (на фиг. 2 не показан), из бака 12 под давлением подает рабочую жидкость к гидрораспределителям 13, управляющим подачей рабочей жидкости в гидроцилиндры 8 перемещения в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства соответствующих несущих рам с железнодорожными колесными парами 3. В гидролинии подачи рабочей жидкости в поршневые полости указанных гидроцилиндров 8 установлены пневмогидроаккумуляторы 14, нижние полости которых заполнены инертным газом (например, азотом), находящимся под давлением, что обеспечивает демпфирование колебаний, возникающих при движении транспортного средства по железнодорожному пути и постоянное усилие прижатия колес железнодорожных пар к рельсам, что повышает безопасность движения. От перегрузок гидролинии подачи рабочей жидкости в поршневые полости гидроцилиндров 8 и напорная гидролиния насоса 11 защищены предохранительными клапанами 15 и 16 соответственно. Сливная гидролиния насоса 11 имеет фильтр 17.

В гидролинии (фиг. 3), содержащей гидрораспределитель 13, управляющий подачей рабочей жидкости в гидроцилиндры 8 перемещения в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства несущих рам с железнодорожными колесными парами 3, установлены гидрозамки 18, которые при потере герметичности гидролиний обеспечивают их запирающие и исключают перемещения штоков в гидроцилиндры 8.

Соотношение диаметров опорно-приводных барабанов d_2 , диаметров колес железнодорожных колесных пар d_5 и диаметров начальных окружностей d_3 и d_4 колес цилиндрической зубчатой передачи, равно

$$d_2 \cdot d_4 = d_3 \cdot d_5 \quad \text{или} \quad \frac{d_2}{d_3} = \frac{d_5}{d_4},$$

обеспечивает равенство окружных скоростей точек протектора пневматических колес транспортного средства и точек окружности качения колес железнодорожных колесных пар (фиг. 4).

При движении транспортного средства на комбинированном ходу по железнодорожному пути окружности протектора пневматических колес d_1 , опорно-приводных барабанов d_2 , а также начальные окружности колес цилиндрической зубчатой передачи d_3 и d_4 перекатываются друг по другу без скольжения.

Следовательно, окружная скорость v_1 точки касания окружностей протектора пневматического колеса d_1 и опорно-приводного барабана d_2 будет одинакова

$$v_1 = \omega_1 \cdot \frac{d_1}{2} = \omega_2 \cdot \frac{d_2}{2} \tag{1}$$

Аналогично окружная скорость V_2 точки касания начальных окружностей колес цилиндрической зубчатой передачи d_3 и d_4 также будет одинакова

$$v_2 = \omega_3 \cdot \frac{d_3}{2} = \omega_4 \cdot \frac{d_4}{2} \tag{2}$$

ВУ 17275 С1 2013.06.30

Одновременно с этим колеса железнодорожных колесных пар катятся по рельсам железнодорожного пути также без скольжения.

Следовательно, окружная скорость v_3 точки окружности качения колеса железнодорожной колесной пары

$$v_3 = \omega_3 \cdot \frac{d_5}{2}. \quad (3)$$

Равенство окружных скоростей v_1 и v_3 обеспечивает равенство линейных скоростей движения транспортного средства на комбинированном ходу как при движении на пневматических колесах диаметром d_1 , так и при движении на колесах железнодорожных колесных пар диаметром d_5

$$v_1 = v_3, \quad (4)$$

что с учетом формул (1) и (3) позволяет записать

$$\omega_1 \cdot \frac{d_1}{2} = \omega_3 \cdot \frac{d_5}{2}. \quad (5)$$

С учетом формулы (2)

$$\omega_3 = \frac{\omega_2 \cdot d_3}{d_4}. \quad (6)$$

Тогда формула (5) примет вид

$$\omega_1 \cdot \frac{d_1}{2} = \frac{\omega_2 \cdot d_3}{d_4} \cdot \frac{d_5}{2}. \quad (7)$$

С учетом формулы (1)

$$\omega_1 = \frac{\omega_2 \cdot d_2}{d_1}. \quad (8)$$

Тогда, согласно формуле (7), можно записать

$$d_2 \cdot d_4 = d_3 \cdot d_5 \quad \text{или} \quad \frac{d_2}{d_3} = \frac{d_5}{d_4}, \quad (9)$$

т.е. соотношение диаметров опорно-приводных барабанов d_2 , диаметров колес железнодорожных колесных пар d_5 и диаметров начальных окружностей колес цилиндрической зубчатой передачи d_3 и d_4 обеспечивает равенство окружных скоростей точек протектора пневматических колес транспортного средства и точек окружности качения колес железнодорожных колесных пар.

В качестве примера зададимся следующими исходными данными:

$$d_1 = 1,0 \text{ м}; \quad \omega_1 = 10 \text{ рад/с}; \quad v_1 = 5,0 \text{ м/с};$$

$$d_2 = 0,3 \text{ м}; \quad d_3 = 0,1 \text{ м}; \quad d_4 = 0,15 \text{ м}; \quad d_5 = 0,45 \text{ м}.$$

Тогда

$$\omega_2 = \frac{v_1}{\frac{d_2}{2}} = 33,3 \text{ рад/с};$$

$$v_2 = 1,665 \text{ м/с};$$

$$\omega_3 = \frac{v_2}{\frac{d_4}{2}} = 22,2 \text{ рад/с};$$

$$v_3 = 5,0 \text{ м/с}.$$

Транспортное средство на комбинированном ходу (фиг. 1) работает следующим образом: при движении по автомобильным дорогам несущие рамы 9 подняты и зафиксированы, причем все элементы конструкции, необходимые для преобразования транспортного средства для движения по железнодорожному пути, расположены выше дорожного просвета и не ухудшают проходимости транспортного средства; при установке на железнодо-

ВУ 17275 С1 2013.06.30

рожный путь базовая машина 1 заезжает на него так, чтобы пневматические колеса 2 были расположены по обе стороны рельсовой колеи с одинаковым зазором. После этого несущие рамы 9 посредством гидроцилиндров 8 перемещаются относительно рамы 4 и, упираясь колесами 5 железнодорожных колесных пар 3 в рельсы, поднимают транспортное средство над рельсами. В исполнении транспортного средства с приводом перемещения несущих рам с железнодорожными колесными парами в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства, имеющим винтовые передачи, несущие рамы 9 посредством указанных передач 8 перемещаются относительно рамы 4 и, упираясь колесами 5 железнодорожных колесных пар 3 в рельсы, поднимают транспортное средство над рельсами. В исполнении транспортного средства с приводом перемещения несущих рам с железнодорожными колесными парами в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства, имеющим реечные передачи, несущие рамы 9 посредством указанных передач 8 перемещаются относительно рамы 4 и, упираясь колесами 5 железнодорожных колесных пар 3 в рельсы, также поднимают транспортное средство над рельсами. При этом опорно-приводные барабаны 6 прижимаются к пневматическим колесам 2 транспортного средства. Движение транспортного средства по железнодорожному пути осуществляется за счет вращения пневматических колес 2 его ведущих осей, вращаемых от двигателя внутреннего сгорания через трансмиссию, которые передают крутящий момент опорно-приводным барабанам 6, установленным на осях 10, и через цилиндрические зубчатые передачи 7 - железнодорожным колесам 5. При этом направление вращения пневматических 2 и железнодорожных 5 колес совпадает, а соотношение диаметров d_2 опорно-приводных барабанов 6, диаметров d_5 колес 5 железнодорожных колесных пар и диаметров начальных окружностей d_3 и d_4 колес цилиндрической зубчатой передачи 7, равное

$$d_2 \cdot d_4 = d_3 \cdot d_5 \quad \text{или} \quad \frac{d_2}{d_3} = \frac{d_5}{d_4},$$

обеспечивает равенство окружных скоростей точек протектора пневматических колес 2 транспортного средства и точек окружности качения колес 5 железнодорожных колесных пар. Торможение транспортного средства при движении как по автомобильным дорогам, так и по железнодорожному пути осуществляется через пневматические колеса ведущих осей 2 при помощи рабочей тормозной системы. Для движения как вперед, так и назад транспортное средство использует соответствующие передачи в трансмиссии. При движении транспортного средства на комбинированном ходу по железнодорожному пути поршневые полости гидроцилиндров 8 перемещения в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства несущих рам с железнодорожными колесными парами 3 постоянно сообщаются с пневмогидроаккумуляторами 14. Сжатый газ в нижней полости пневмогидроаккумуляторов 14 давит на их поршни и позволяет поддерживать постоянное давление в гидролиниях поршневых полостей гидроцилиндров 8, обеспечивая постоянное усилие прижатия колес железнодорожных колесных пар 3 к рельсам независимо от нагрузки на них и скорости движения транспортного средства. Установка гидрозамков 18 в гидролинии подачи рабочей жидкости в гидроцилиндры 8 перемещения в вертикальной плоскости относительно рамы транспортного средства несущих рам с железнодорожными колесными парами 3 позволяет в случае потери герметичности данных гидролиний исключить перемещение штоков в гидроцилиндры 8 и сохранить неизменным положение железнодорожных колесных пар 3 относительно рамы транспортного средства. При снятии транспортного средства с железнодорожного пути несущие рамы 9 посредством гидроцилиндров или винтовых, или реечных передач 8 перемещаются относительно рамы 4 базовой машины 1 в крайнее верхнее положение и фиксируются. При этом транспортное средство опускается и устанавливается на пневматические колеса 2, после чего съезжает с железнодорожного пути. Наличие на транспортном средстве железнодорожных колесных пар 3 в количестве, равном количеству ведущих осей с пневматическими колесами 2, поз-

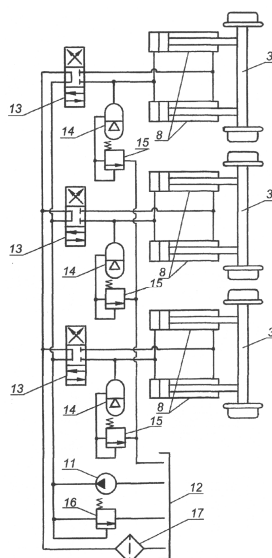
ВУ 17275 С1 2013.06.30

воляет полностью использовать сцепной вес транспортного средства, а также сохранить его грузоподъемность при движении по рельсам железнодорожного пути.

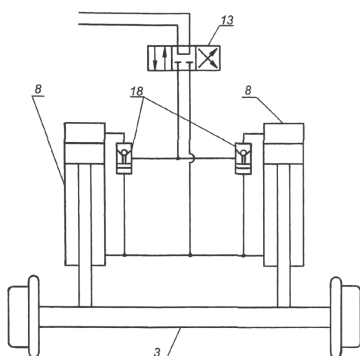
Предлагаемое транспортное средство имеет возможность заезда на железнодорожный путь как на переездах, так и вне их, быстрого преобразования автомобильного хода в железнодорожный и безопасного движения по железнодорожному пути как по прямым, так и кривым участкам и может найти применение в качестве локомотива для маневровых и поездных работ, а также мобильного энергонасыщенного носителя оборудования по содержанию и ремонту автомобильных дорог и железнодорожных путей в железнодорожных войсках и организациях, имеющих подъездные пути.

Источники информации:

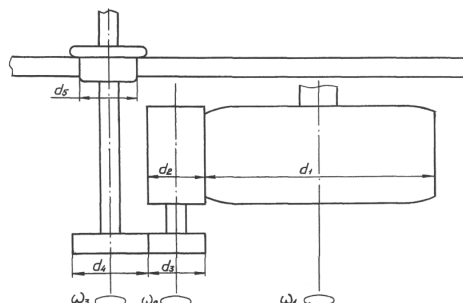
1. Патент RU 2255004, МПК В 60F 1/02, 2005.
2. Патент RU 2005085, МПК В 60F 1/04, 1993.
3. Патент RU 2130387, МПК В 60F 1/04, В60В 35/10, 1999.
4. Патент RU 2167768, МПК В 60F 1/04, 2001 (прототип).



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4