

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040986**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.08.26

(21) Номер заявки
202190432

(22) Дата подачи заявки
2019.09.06

(51) Int. Cl. **B60L 50/60** (2019.01)
B60L 58/18 (2019.01)
B60L 7/10 (2006.01)
B60K 1/04 (2006.01)
B60K 1/02 (2006.01)

**(54) СИСТЕМА И СПОСОБ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ДЛЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ГОРНОЙ МАШИНЫ**

(31) 62/727,930; 16/434,400

(32) 2018.09.06; 2019.06.07

(33) US

(43) 2021.06.24

(86) PCT/US2019/049911

(87) WO 2020/051427 2020.03.12

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АРТИСАН ВЕХИКЛ СИСТЕМЗ,
ИНК. (US)**

(72) Изобретатель:
**Хафф Брайан Р., Хики Кайл, Вохоска
Кристофер (US)**

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)**

(56) US-A1-20170352203
US-A1-20110089897
US-A1-20140225622
US-A1-20140184159
KR-A-1020170051059

(57) Описаны система и способ распределения электропитания для электрической горной машины. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения способ распределения электропитания включает прием информации, относящейся к уровню заряда первого батарейного блока, который подает электропитание на передний электродвигатель, сконфигурированный для привода передней оси электрической горной машины. Способ также включает прием информации, относящейся к уровню заряда второго батарейного блока, который подает электропитание на задний электродвигатель, сконфигурированный для привода задней оси электрической горной машины. Способ включает сравнение уровня заряда первого батарейного блока с уровнем заряда второго батарейного блока, и когда определено, что уровень заряда второго батарейного блока больше, чем уровень заряда первого батарейного блока, увеличение электропитания заднего электродвигателя электрической горной машины.

040986 B1

040986 B1

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Настоящая заявка испрашивает приоритет предварительной заявки № 62/724930, поданной 6 сентября 2018 года и озаглавленной "Электрическая горная машина с нулевыми выбросами", содержание которой полностью включено в настоящее описание путем ссылки. Также настоящая заявка связана с совместной заявкой на патент США, озаглавленной "Электрическая горная погрузочно-доставочная машина" (номер дела патентного поверенного 123-1086); заявкой на патент США, озаглавленной "Механизм зарядки батарей для электрической горной погрузочно-доставочной машины" (номер дела патентного поверенного 123-1087) и заявкой на патент США, озаглавленной "Отделяемая система отпускания тормоза прицепного устройства" (номер дела патентного поверенного 123-1089), которые были поданы 7 июня 2019, и содержание которых полностью включено в настоящее описание путем ссылки.

Предпосылки создания изобретения

Область техники

Настоящая заявка относится в общем к электрическим машинам и транспортным средствам, а именно к электрическим машинам и транспортным средствам, применяемым в подземных выработках.

Описание существующего уровня техники

Обзор условий окружающей среды в подземных выработках и общее описание электрических машин для добычи полезных ископаемых приведены в патенте США № 9,994,117, выданном 12 июня 2018 года и озаглавленном "Система и способ подачи электропитания для добычи полезных ископаемых", содержание которого полностью включено в настоящее описание путем ссылки. Настоящее изобретение относится к тяжелым машинам или транспортным средствам с электроприводом, которые способны функционировать в условиях непрерывного цикла, например в подземной выработке. В электрических горных машинах применяют тяжелые, мощные батарейные блоки, которые состоят из множества аккумуляторных модулей, заключенных в корпус блока. Каждый модуль состоит из множества элементов. Модули оснащены массивом рабочих датчиков и электронными компонентами, передающими данные с датчиков в отдельную сеть технического обслуживания. В числе датчиков могут быть датчики температуры, устройства отсчета времени, устройства регистрации уровня заряда и другие устройства мониторинга, применяемые для предоставления, в центр управления, точных данных в реальном времени о характеристиках модуля и их динамике во времени. Примеры батарейных блоков и систем управления батареями, а также соответствующего формирования и мониторинга данных, подробно рассмотрены в совместном патенте США № 9,960,396, озаглавленном "Опорная сеть модулей" и зарегистрированном 1 мая 2018 года, а также в патенте США № 10,063,069, озаглавленном "Система технического обслуживания модулей" и зарегистрированном 28 августа 2018 года, содержание которых полностью включено в настоящее описание путем ссылки.

Одновременно находящиеся на рассмотрении совместная заявка на патент США № 15/980,314, поданная 15 мая 2018 года и озаглавленная "Горная машина с электрическим приводом"; заявка на патент США № 15/908,794, поданная 28 февраля 2018 года и озаглавленная "Электрический карьерный самосвал"; заявка на патент США № 15/908,799, поданная 28 февраля 2018 года и озаглавленная "Система установки и съема батарейного узла"; заявка на патент США № 15/908,802, поданная 28 февраля 2018 года и озаглавленная "Способ и система установки и съема батарей в транспортном средстве"; и заявка на патент США № 15/908,804, поданная 28 февраля 2018 года и озаглавленная "Механизм центровки и фиксации для съемного батарейного узла", содержат описания электрических горных машин, аккумуляторов и условий работы в подземных выработках, при этом содержание упомянутых заявок полностью включено в настоящее описание путем ссылки.

Сущность изобретения

В соответствии с изобретением, предложены система и способ распределения электропитания для электрической горной машины.

В одном из аспектов настоящего изобретения предложен способ распределения электропитания в электрической горной машине. Способ включает прием информации, относящейся к уровню заряда первого батарейного блока. Первый батарейный блок подает электропитание на передний электродвигатель, сконфигурированный для привода передней оси электрической горной машины. Способ также включает прием информации, относящейся к уровню заряда второго батарейного блока. Второй батарейный блок подает электропитание на задний электродвигатель, сконфигурированный для привода задней оси электрической горной машины. Способ включает сравнение уровня заряда первого батарейного блока с уровнем заряда второго батарейного блока, и когда определено, что уровень заряда второго батарейного блока больше, чем уровень заряда первого батарейного блока, увеличение электропитания заднего электродвигателя электрической горной машины.

В еще одном из аспектов настоящего изобретения для обеспечения распределения электропитания предложена система управления электропитанием в электрической горной машине. Предложенная система управления электропитанием включает контроллер системы электропитания, связанный, по меньшей мере, с первым батарейным блоком и вторым батарейным блоком электрической горной машины. Первый батарейный блок сконфигурирован для подачи электропитания на передний электродвигатель, для привода передней оси электрической горной машины. Второй батарейный блок сконфигурирован

для подачи электропитания на задний электродвигатель, для привода задней оси электрической горной машины. Контроллер системы электропитания сконфигурирован для сравнения уровня заряда первого батарейного блока с уровнем заряда второго батарейного блока, и когда определено, что уровень заряда второго батарейного блока больше, чем уровень заряда первого батарейного блока, для увеличения электропитания заднего электродвигателя электрической горной машины.

В еще одном из аспектов настоящего изобретения предложена электрическая горная машина. Электрическая горная машина включает передний электродвигатель, сконфигурированный для привода передней оси электрической горной машины. Электрическая горная машина также включает задний электродвигатель, сконфигурированный для привода задней оси электрической горной машины. Первый батарейный блок сконфигурирован для подачи электропитания на передний электродвигатель, а второй батарейный блок сконфигурирован для подачи электропитания на задний электродвигатель. Контроллер системы электропитания связан, по меньшей мере, с первым батарейным блоком, передним электродвигателем, вторым батарейным блоком и задним электродвигателем. Контроллер системы электропитания сконфигурирован для сравнения уровня заряда первого батарейного блока с уровнем заряда второго батарейного блока, и когда определено, что уровень заряда второго батарейного блока больше, чем уровень заряда первого батарейного блока, для увеличения электропитания заднего электродвигателя электрической горной машины.

После изучения приведенных ниже чертежей и подробного описания настоящего изобретения специалистами в настоящей области техники могут быть найдены и другие системы, способы, а также дополнительные отличительные признаки и преимущества настоящего изобретения. Следует понимать, что все такие дополнительные системы, способы, а также отличительные признаки и преимущества входят в объем настоящего описания, а также приведенного краткого описания сущности изобретения, приложенной формулы изобретения.

Краткое описание чертежей

Приведенные ниже чертежи и подробное описание служат для более полного понимания настоящего изобретения. Компоненты на чертежах не обязательно показаны в масштабе, поскольку они предназначены для иллюстрации принципов настоящего изобретения. При этом на всех чертежах аналогичными числовыми обозначениями обозначены соответствующие друг другу элементы на различных видах.

На фиг. 1 представлен вид в перспективе одного из примеров осуществления электрической горной машины.

Фиг. 2 представляет собой эскизное изображение одного из примеров осуществления электрической горной машины, на котором проиллюстрированы компоненты системы управления электропитанием.

На фиг. 3 представлено схематическое изображение компонентов системы управления электропитанием электрической горной машины.

На фиг. 4 представлен иллюстративный чертеж одного из примеров осуществления распределения электропитания в электрической горной машине под нагрузкой.

На фиг. 5 представлен иллюстративный чертеж одного из примеров осуществления распределения электропитания в электрической горной машине во время рекуперативного торможения.

На фиг. 6 представлена блок-схема алгоритма для одного из примеров осуществления способа распределения электропитания в электрической горной машине.

На фиг. 7 представлен иллюстративный чертеж для одного из примеров осуществления процедуры замены батарейного блока электрической горной машины.

На фиг. 8 представлен иллюстративный чертеж для одного из примеров осуществления электрической горной машины с запасным батарейным блоком.

Подробное описание изобретения

Электрические горные машины, как правило, питаются от бортовых батарейных блоков. Такие машины могут быть погрузочно-доставочными (load-haul-dump, LHD) машинами, оборотниками кровли, грейдерами, скреперными погрузчиками, камнедробилками, врубовыми машинами, грузовыми автомобилями или их комбинацией. Как правило, электрические горные машины являются тяжелыми транспортными средствами, спроектированными для сложных условий работы под землей в ограниченном пространстве, и питаются от бортовых батарей или иных источников электропитания. Обычно такие машины имеют инструментальную концевую часть, колеса и шины повышенной прочности, место оператора, органы управления, а также могут включать съемный источник электропитания, устанавливаемый на борту машины.

Настоящее изобретение относится к системе и способу распределения электропитания для электрической горной машины, имеющей два основных батарейных блока, каждый из которых питает отдельные электродвигатели на передней и задней осях электрической горной машины. В соответствии с рассмотренными в настоящем описании техническими принципами предложенные способ и система распределения электропитания обеспечивают распределение электропитания между отдельными электродвигателями для выравнивания остаточного уровня заряда в двух основных батарейных блоках.

На фиг. 1 проиллюстрирован пример осуществления электрической горной машины 100. В одном

из вариантов осуществления настоящего изобретения электрическая горная машина 100 является погрузочно-доставочной (LHD) машиной с производительностью около 10 метрических тонн. Однако в других вариантах осуществления настоящего изобретения технические принципы предложенных вариантов осуществления распределения электропитания могут применяться в любых других типах электрических горных машин или электрических транспортных средств.

В соответствии с фиг. 1 в данном варианте осуществления настоящего изобретения электрическая горная машина включает шасси (или раму) 102, которое содержит основной корпус электрической горной машины 100. Шасси 102 сконфигурировано для сопряжения со съемным источником 104 электропитания, который подает электропитание на электрическую горную машину 100. Съемный источник 104 электропитания включает раму 106 батареи, которая удерживает батарейные блоки, обеспечивающие электрическую горную машину 100 электропитанием. В данном варианте осуществления настоящего изобретения съемный источник 104 электропитания имеет два батарейных блока, включающих первый батарейный блок 108 и второй батарейный блок 110. Каждый из батарейных блоков является отдельным и автономным и сконфигурирован для подачи электропитания на отдельные электродвигатели, как это будет описано ниже.

В одном из примеров осуществления настоящего изобретения каждый из первого батарейного блока 108 и второго батарейного блока 110 могут быть тяжелыми и мощными батарейными блоками, состоящими из множества батарейных модулей, собранных в корпусе блока. Каждый батарейный модуль (или просто модуль) состоит из множества батарейных элементов (или ячеек). Модули также оснащены массивом рабочих датчиков и электронными компонентами, передающими данные с датчиков в отдельную сеть технического обслуживания. Соответствующие батарейные модули, а также связанные с ними датчики и компоненты описаны в совместных патентах США № 9,960,396 и 10,063,069, которые, как было упомянуто, включены в настоящее описание путем ссылки.

Съемный источник 104 электропитания крепится, с возможностью съема, к электрической горной машине 100. В настоящем описании под "съемным креплением" понимается соединение двух компонентов таким образом, чтобы они могли быть отсоединены без разрушения одного или другого из компонентов. Т.е. компоненты могут быть отсоединены друг от друга без повреждений. Примеры "съемного крепления" включают соединения с помощью съемных крепежей, защелок, замков, крюков, а также магнитные и другие соединения.

В данном варианте осуществления настоящего изобретения съемный источник 104 электропитания крепится, с возможностью съема, на шасси 102, на задней части электрической горной машины 100. К примеру, в соответствии с иллюстрацией фиг. 1, крепежный механизм 112 входит в зацепление с частью рамы 106 батареи съемного источника 104 электропитания с помощью набора крюков. Нужно понимать, что крепежный механизм 112 на фиг. 1 является лишь одним из примеров, и для крепления съемного источника 104 электропитания на электрическую горную машину 100 могут применяться крепежные механизмы и других типов. При этом в других вариантах осуществления настоящего изобретения может отличаться и место крепления съемного источника 104 электропитания на электрическую горную машину 100.

В одном из примеров осуществления настоящего изобретения электрическая горная машина 100 представляет собой погрузочно-доставочную (LHD) машину и имеет ковш с передней стороны. Однако в других вариантах осуществления настоящего изобретения электрическая горная машина может быть электрической горной машиной или электрическим транспортным средством любого другого типа. В подобных вариантах осуществления настоящего изобретения электрическая горная машина может быть оснащена, в зависимости от своих функций, различными механизмами. Т.е. ковш 114 является опциональным и не требуется для реализации предложенных технических принципов в примерах осуществления настоящего изобретения.

В некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения шасси 102, несущее основной корпус электрической горной машины 100, может включать первую часть 116 корпуса и вторую часть 118 корпуса. Первая часть 116 корпуса может быть задней частью электрической горной машины 100. Вторая часть 118 корпуса может быть передней частью электрической горной машины 100. В некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения механическая сцепка 120 соединяет первую часть 116 корпуса и вторую часть 118 корпуса, благодаря чему эти две части могут двигаться относительно друг друга (например, может применяться поворотное или шарнирное соединение).

В одном из примеров осуществления настоящего изобретения электрическая горная машина 100 имеет систему обеспечения движения, включающую один или более электродвигателей, питаемых одной или более аккумуляторными батареями. В некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения электрическая горная машина 100 может включать по меньшей мере два электродвигателя для привода каждой из колесных пар. К примеру, в данном варианте осуществления настоящего изобретения электрическая горная машина 100 включает первую колесную пару 122, расположенную во второй части 118 корпуса, относящейся к передней части электрической горной машины 100. Первая колесная пара 122 соединена с передней осью 124, приводимой в движение передним электродвигателем. В данном варианте осуществления настоящего изобретения электрическая горная машина 100 также включает вто-

рую колесную пару 126, расположенную в первой части 116 корпуса, относящейся к задней части электрической горной машины 100. Вторая колесная пара 126 соединена с задней осью 128, приводимой в движение задним электродвигателем.

В одном из примеров осуществления настоящего изобретения каждая колесная пара (например, первая колесная пара 122 и вторая колесная пара 126) может содержать пару из колес на каждой стороне электрической горной машины 100 (т.е. по одному колесу на каждой стороне). В других вариантах осуществления настоящего изобретения на одной из осей или на обеих осях могут быть установлены дополнительные колеса. Например, в некоторых случаях передняя ось 124 и/или задняя ось 128 могут содержать по два колеса на каждой из сторон электрической горной машины 100.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения передняя ось 124 и задняя ось 128 механически не связаны между собой. Т.е. каждая из осей может приводиться в движение независимо собственным соответствующим электродвигателем. Таким образом, первая колесная пара 122 на передней оси 124 и вторая колесная пара 126 на задней оси 128 могут вращаться с различными скоростями и/или на них может подаваться различная мощность.

В некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения электрическая горная машина 100 может включать дополнительные компоненты, включая различные стандартные транспортные аппаратные устройства и оборудование. К примеру, в соответствии с иллюстрацией фиг. 1, электрическая горная машина 100 имеет кабину 130 для размещения одного или более операторов электрической горной машины 100. Также, в данном варианте осуществления настоящего изобретения электрическая горная машина 100 включает вспомогательный батарейный блок 132, размещенный на второй части 118 корпуса на шасси 102. Вспомогательный батарейный блок 132 установлен отдельно от батарейных блоков, входящих в состав съемного источника 104 электропитания (например, первого батарейного блока 108 и второго батарейного блока 110), и сконфигурирован для подачи вспомогательного электропитания для электрической горной машины 100, например, во время замены съемного источника 104 электропитания, как будет более подробно описано ниже.

В одном из примеров осуществления настоящего изобретения съемный источник 104 электропитания размещают на внешней поверхности электрической горной машины 100. А именно, различные внешние поверхности корпуса (т.е. рамы 106 батареи), который содержит первый батарейный блок 108 и второй батарейный блок 110, могут составлять часть внешней поверхности электрической горной машины 100. При этом вспомогательный батарейный блок 132 является внутренней аккумуляторной батареей и содержится внутри шасси 102 электрической горной машины 100.

В некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения вспомогательный батарейный блок 132 может быть "жестко закреплен" на электрической горной машине 100. Т.е. вспомогательный батарейный блок 132 не может быть отделен от электрической горной машины 100 без частичной разборки электрической горной машины 100 и/или без разрушения одной или более частей.

Обратимся к фиг. 2, где приведен контурный чертеж электрической горной машины 100 для иллюстрации компонентов системы 200 управления электропитанием. В некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения каждый из батарейных блоков съемного источника 104 электропитания (т.е. первый батарейный блок 108 и второй батарейный блок 110) могут подавать электропитание на различные электродвигатели (и соответственно, на различные колесные пары). В некоторых случаях каждый из батарейных блоков может питать электродвигатель на отдельной оси (например, передней оси 124 или задней оси 128). К примеру, в данном варианте осуществления настоящего изобретения первый батарейный блок 108 подает электропитание на передний электродвигатель 202 для привода передней оси 124, и соответственно, передней колесной пары 122 электрической горной машины 100. Аналогично, второй батарейный блок 110 подает электропитание на задний электродвигатель 204 для привода задней оси 128, и соответственно, второй колесной пары 126.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения, в соответствии с иллюстрацией фиг. 2 первый батарейный блок 108 может быть подключен, при помощи питающего кабеля 206, для подачи электропитания на компоненты на передней оси 124, включая передний электродвигатель 202. Аналогично, второй батарейный блок 110 может быть подключен, при помощи питающего кабеля 208, для подачи электропитания на компоненты на задней оси 128, включая задний электродвигатель 204.

За счет того, что передняя и задняя оси получают питание от отдельных батарейных блоков (например, первый батарейный блок 108 питает переднюю ось 124, а второй батарейный блок 110 питает заднюю ось 128), мощность, подаваемая на каждый источник, уменьшается. Это позволяет применять более компактные питающие кабели (или кабели с меньшей токовой нагрузкой), с которыми проще обращаться и/или вероятность отказа которых меньше.

При этом в некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения система 200 управления электропитанием может включать дополнительные компоненты. К примеру, как упоминалось выше, в основном корпусе (например, шасси 102) электрической горной машины 100 может быть установлен вспомогательный батарейный блок 132. Вспомогательный батарейный блок 132 подключают питающим кабелем 210 к заднему электродвигателю 204 и/или питающим кабелем 212 к переднему электродвигателю 202. В некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения вспомогательный батарейный

блок 132 может быть подключен только к одному из электродвигателей питающим кабелем 210 или питающим кабелем 212. В таких вариантах осуществления настоящего изобретения может применяться соединительное устройство, которое связывает вспомогательный батарейный блок 132 с обоими электродвигателями, чтобы питать одновременно переднюю ось 124 и заднюю ось 128, например, в соответствии с иллюстрацией фиг. 7 ниже.

Рассмотрим фиг. 3, где показано эскизное изображение компонентов системы 200 управления электропитанием электрической горной машины 100. В данном варианте осуществления настоящего изобретения система 200 управления электропитанием электрической горной машины 100 включает компоненты, описанные в соответствии с фиг. 2. В дополнение, как упоминалось выше, в некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения электрическая горная машина 100 может включать и другие компоненты. К примеру, в соответствии с иллюстрацией фиг. 3, электрическая горная машина 100 может включать одно или более вспомогательных приспособлений 300. Вспомогательные приспособления 300 могут включать различные компоненты, установленные на электрической горной машине 100 и потребляющие электропитание от системы 200 управления электропитанием. К примеру, такими приспособлениями 300 могут быть фары, радиостанции, обогревательные и/или охлаждающие приборы, блоки отбора мощности или другие компоненты, которые подключены к системе 200 управления электропитанием и потребляют электрическую мощность от нее.

В данном варианте осуществления настоящего изобретения вспомогательные приспособления 300 получают питание от первого батарейного блока 108 питающим кабелем 302. Таким образом, в некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения первый батарейный блок 103 подает электропитание не только на передний электродвигатель 202 для привода передней оси 124, но также и на вспомогательные приспособления 300. В результате в подобных вариантах осуществления настоящего изобретения первый батарейный блок 108 может испытывать большую нагрузку, или разряжаться быстрее, чем второй батарейный блок 110, который питает только задний электродвигатель 204 для привода задней оси 128. В других вариантах осуществления настоящего изобретения вспомогательные приспособления 300 могут получать питание от второго батарейного блока 110 вместо первого батарейного блока 108.

Соответственно, система и способ распределения электропитания, соответствующие техническим принципам рассмотренных здесь вариантов осуществления настоящего изобретения, обеспечивают распределение электропитания между отдельными электродвигателями (например, передним электродвигателем 202 и задним электродвигателем 204) таким образом, чтобы выравнять оставшийся уровень заряда между двумя батарейными блоками (например, первым батарейным блоком 108 и вторым батарейным блоком 110). При такой схеме неравномерная нагрузка и/или скорость разряда в первом батарейном блоке 108 и втором батарейном блоке 110 могут быть скомпенсированы для обеспечения лучшего распределения электрической силовой нагрузки и/или скоростей разряда.

В одном из примеров осуществления настоящего изобретения система 200 управления электропитанием в электрической горной машине 100 может включать контроллер 310 системы электропитания, связанный с компонентами системы 200 управления электропитанием. К примеру, в данном варианте осуществления настоящего изобретения контроллер 310 системы электропитания связан, по меньшей мере, с первым батарейным блоком 108, передним электродвигателем 202, вторым батарейным блоком 110, и задним электродвигателем 204. В некоторых случаях один или более питающих кабелей могут иметь функции связи, например, это могут быть питающие кабели 206, 208, 210, 212, описанные выше. В других вариантах осуществления настоящего изобретения между компонентами системы 200 управления электропитанием для связи с контроллером 310 системы электропитания могут быть использованы отдельные кабели связи.

Также, в данном варианте осуществления настоящего изобретения каждый из батарейных блоков в съемном источнике 104 электропитания (например, первый батарейный блок 108 и второй батарейный блок 110) питает компоненты системы 200 управления электропитанием электрической горной машины 100 при помощи соединения с контроллером 310 системы электропитания. К примеру, в соответствии с иллюстрацией фиг. 3, первый батарейный блок 108 соединен с контроллером 310 системы электропитания и системой 200 управления электропитанием питающим кабелем 304. Аналогично, второй батарейный блок 110 соединен с контроллером 310 системы электропитания и системой 200 управления электропитанием питающим кабелем 306.

После того, как все батарейные блоки подключены к контроллеру 310 системы электропитания, они могут подавать электропитание на соответствующие связанные с ними компоненты. К примеру, первый батарейный блок 108 может подавать электропитание на передний электродвигатель 202 и вспомогательные приспособления 300 по питающему кабелю 304, питающему кабелю 206 и питающему кабелю 302. Второй батарейный блок 110 может подавать электропитание на задний электродвигатель 204 по питающему кабелю 306 и питающему кабелю 208. В данном варианте осуществления настоящего изобретения питающие кабели, проложенные между батарейными блоками в съемном источнике 104 электропитания и шасси 102 электрической горной машины 100, сконфигурированы для соединения с возможностью съема для оперативной замены съемного источника 104 электропитания. Соответственно,

питающий кабель 304 и питающий кабель 306 сконфигурированы для разъёмного соединения и разъединения с разъёмами, связанными с контроллером 310 системы электропитания на основном корпусе электрической горной машины 100 для гальванического соединения и разъединения съёмного источника 104 электропитания и системы 200 управления электропитанием.

В одном из примеров осуществления настоящего изобретения контроллер 310 системы электропитания может быть сконфигурирован для реализации рассмотренных в настоящем описании технических принципов распределения электропитания. К примеру, контроллер 310 системы электропитания может иметь в своем составе компьютер или процессор, сконфигурированный для исполнения инструкций, реализующих способ распределения электропитания, соответствующий примерам осуществления настоящего изобретения.

Рассмотрим фиг. 4 и 5, где проиллюстрированы примеры сценариев для распределения электропитания в электрической горной машине 100, соответствующие техническим принципам, предложенным в настоящем изобретении. На фиг. 4 представлен иллюстративный чертеж одного из примеров осуществления распределения электропитания в электрической горной машине 100 под нагрузкой. В соответствии с иллюстрацией фиг. 4, электрическая горная машина 100 находится под нагрузкой, например загружает породу и/или поднимается по наклонной поверхности 400. При нагрузке электропитание, подаваемое на электродвигатели (например, передний электродвигатель 202 и задний электродвигатель 204), как правило, должна быть увеличена для компенсации нагрузки.

В данном варианте осуществления настоящего изобретения первый батарейный блок 108, который подает электропитание на передний электродвигатель 202 для привода передней оси 124 электрической горной машины 100, имеет низкий уровень 402 заряда. К примеру, в соответствии с иллюстрацией фиг. 4, уровень 402 заряда первого батарейного блока 108 указывает на то, что первый батарейный блок 108 имеет около 10% или менее от своей зарядной емкости. В то же время второй батарейный блок 110, который подает электропитание на задний электродвигатель 204 для привода задней оси 128 электрической горной машины 100, имеет более высокий уровень 404 заряда. Например, в соответствии с иллюстрацией фиг. 4, уровень 404 заряда второго батарейного блока 110 указывает на то, что второй батарейный блок 110 имеет около 80% или более от своей зарядной емкости.

Различия в уровнях заряда двух батарейных блоков (т.е. между низким уровнем 402 заряда первого батарейного блока 108 и высоким уровнем 404 заряда, второго батарейного блока 110) могут быть обусловлены различными факторами. Например, как упоминалось выше, в некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения первый батарейный блок 108 может также питать вспомогательные приспособления 300 и может иметь более высокую скорость разряда, чем второй батарейный блок 110. В других вариантах осуществления настоящего изобретения первый батарейный блок 108 может быть менее эффективен, может иметь один или более неисправных батарейных элементов, или может работать в отличающихся условиях, приводящих к его разрядке. Независимо от причины неравенства в уровне заряда, описанные здесь технические принципы обеспечивают механизм выравнивания остаточного уровня заряда в двух основных батарейных блоках (например, в первом батарейном блоке 108 и втором батарейном блоке 110).

В соответствии с иллюстрацией фиг. 4, когда электрическая горная машина 100 находится под нагрузкой, например поднимается по наклонной поверхности 400 и/или загружает породу, способ распределения электропитания, предложенный в вариантах осуществления настоящего изобретения, сконфигурирован для увеличения электропитания 406 заднего электродвигателя 204 электрической горной машины 100. Увеличенное электропитание 406, подаваемое на задний электродвигатель 204, обеспечивает повышенное тяговое усилие на задней оси 128, и, следовательно, второй колесной паре 126. Увеличение электропитания 406 на заднем электродвигателе 204 обеспечивает подачу, вторым батарейным блоком 110, соответствующей повышенной электрической мощности, что приводит к потере вторым батарейным блоком 110 величины 408 заряда от высокого уровня 404 заряда.

В то же время, поскольку электрическая горная машина 100 под нагрузкой приводится в движение в основном задним электродвигателем 204, приводящим вторую колесную пару 126 на задней оси 128, первый батарейный блок 108 может подавать меньшее электропитание или вообще не подавать электропитание на передний электродвигатель 202 для привода первой колесной пары 122 на передней оси 124. При такой схеме второй батарейный блок 110 подает увеличенное электропитание на задний электродвигатель 204 и разряжается больше (т.е. на величину 408 заряда), чем первый батарейный блок 108, чтобы компенсировать неравенство уровней заряда между двумя батарейными блоками (т.е. неравенство между низким уровнем 402 заряда первого батарейного блока 108 и исходно более высоким уровнем 404 заряда второго батарейного блока 110). Таким образом, в подобных условиях, предложенные в вариантах осуществления настоящего изобретения система и способ распределения электропитания обеспечивают распределение электропитания между отдельными электродвигателями в попытке выровнять остаточный уровень заряда в двух основных батарейных блоках.

При этом в сценарии, рассмотренном на примере фиг. 4, первый батарейный блок 108 имел меньший уровень заряда, чем второй батарейный блок 110. Однако нужно понимать, что в случае, когда второй батарейный блок 110 имеет меньший уровень заряда, чем первый батарейный блок 108, аналогичным образом увеличенное электропитание может подаваться на передний электродвигатель 202, чтобы

более сильно разрядить первый батарейный блок 108 в попытке выровнять остаточный уровень заряда двух основных батарейных блоков.

На фиг. 5 представлен иллюстративный чертеж одного из примеров осуществления распределения электропитания в электрической горной машине 100 во время рекуперативного торможения. В соответствии с иллюстрацией фиг. 5 электрическая горная машина 100 выполняет рекуперативное торможение, например, при движении вниз по наклонной поверхности 500. При регенеративном торможении кинетическая энергия транспортного средства преобразуется в электричество, которое может накапливаться в его батарейных блоках. К примеру, в случае электрической горной машины 100 электродвигатели (например, передний электродвигатель 202 и/или задний электродвигатель 204) могут применяться для торможения соответствующих осей (например, передней оси 124 и/или задней оси 128) для снижения скорости вращения соответствующих колесных пар (например, первой колесной пары 122 и/или второй колесной пары 126), и соответственно, для замедления движения электрической горной машины 100. В процессе подобного рекуперативного торможения накапливаемое электричество, выработанное за счет торможения электродвигателями, может использоваться для подзарядки батарейных блоков (например, первого батарейного блока 108 и второго батарейного блока 110). При этом в некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения для дополнительного, или вспомогательного, тормозного усилия, помимо рекуперативного торможения могут применяться и обычные тормоза.

В данном варианте осуществления настоящего изобретения первый батарейный блок 108, который подает электропитание на передний электродвигатель 202 для привода передней оси 124 электрической горной машины 100, имеет низкий уровень 502 заряда. Например, в соответствии с иллюстрацией фиг. 5, уровень 502 заряда первого батарейного блока 108 указывает на то, что первый батарейный блок 108 имеет около 10% или меньше от своей зарядной емкости. В то же время второй батарейный блок 110, который подает электропитание на задний электродвигатель 204 для привода задней оси 128 электрической горной машины 100, имеет более высокий уровень 504 заряда. Например, в соответствии с иллюстрацией фиг. 5, уровень 504 заряда второго батарейного блока 110 указывает на то, что второй батарейный блок 110 имеет около 80% или более от своей зарядной емкости.

Как упоминалось выше, различия в уровне заряда двух батарейных блоков (т.е. между низким уровнем 502 заряда первого батарейного блока 108 и высоким уровнем 504 заряда второго батарейного блока 110) могут быть обусловлены различными факторами. Например, как упоминалось выше, в некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения первый батарейный блок 108 может также питать вспомогательные приспособления 300 и может иметь большую скорость разряда, чем второй батарейный блок 110. В других вариантах осуществления настоящего изобретения первый батарейный блок 108 может быть менее эффективен, может иметь один или более неисправных батарейных элементов, или может работать в отличающихся условиях, приводящих к его разрядке. Независимо от причины неравенства в уровне заряда, описанные здесь технические принципы обеспечивают механизм выравнивания остаточного уровня заряда между двумя основными батарейными блоками (например, в первом батарейном блоке 108 и втором батарейном блоке 110).

В соответствии с иллюстрацией фиг. 5, когда электрическая горная машина 100 выполняет рекуперативное торможение, например, при спуске по наклонной поверхности 500, способ распределения электропитания, предложенный в вариантах осуществления настоящего изобретения, сконфигурирован для зарядки первого батарейного блока 108 электрической горной машины 100. Электричество, вырабатываемое в процессе рекуперативного торможения (например, за счет торможения при помощи переднего электродвигателя 202 и/или заднего электродвигателя 204) может подаваться в систему 200 управления электропитанием электрической горной машины 100, и перенаправляться, или передаваться, в первый батарейный блок 108. К примеру, контроллер 310 системы электропитания может направлять электричество, вырабатываемое при рекуперативном торможении, в первый батарейный блок 108 по питающему кабелю 304.

Электричество, подаваемое в первый батарейный блок 108 при рекуперативном торможении, обеспечивает повышение уровня заряда первого батарейного блока 108 от низкого уровня 502 заряда до более высокого уровня 506 заряда. Например, в соответствии с иллюстрацией фиг. 5 уровень 506 заряда первого батарейного блока 108 указывает на то, что остаточный уровень заряда первого батарейного блока 108 повысился от приблизительно 10% или менее до приблизительно 50% или более от его зарядной емкости. При такой схеме электричество, полученное в результате рекуперативного торможения, обеспечивает зарядку первого батарейного блока 108 для компенсации отличий в уровне заряда между двумя батарейными блоками (т.е. между исходно низким уровнем 502 заряда первого батарейного блока 108 и более высоким уровнем 504 заряда второго батарейного блока 110). Таким образом, в подобных условиях, предложенные в вариантах осуществления настоящего изобретения система и способ распределения электропитания обеспечивают распределение зарядки в попытке выровнять остаточный уровень заряда в двух основных батарейных блоках.

При этом в сценарии, рассмотренном на примере фиг. 5, первый батарейный блок 108 имел меньший уровень заряда, чем второй батарейный блок 110. Однако нужно понимать, что в случае когда второй батарейный блок 110 имеет меньший уровень заряда, чем первый батарейный блок 108, электричество, вырабатываемое при рекуперативном торможении, аналогичным образом может подаваться на вто-

рой батарейный блок 110, чтобы увеличить уровень заряда второго батарейного блока 110 в попытке выровнять остаточный уровень заряда между двумя основными батарейными блоками.

На фиг. 6 представлена блок-схема алгоритма для одного из примеров осуществления способа 600 распределения электропитания в электрической горной машине. В некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения способ 600 может быть реализован в электрической горной машине 100. В других вариантах осуществления настоящего изобретения способ 600 может быть реализован в других электрических горных машинах и/или электрических транспортных средствах. В одном из примеров осуществления настоящего изобретения способ 600 может выполняться контроллером 310 системы электропитания электрической горной машины 100.

В таком варианте осуществления настоящего изобретения способ 600 начинается с операции 602 "начало". В некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения операция 602 "начало" может автоматически запускаться при обнаружении нагрузки на электрическую горную машину или при обнаружении того, что выполняется рекуперативное торможение. В других вариантах осуществления настоящего изобретения операция 602 "начало" может запускаться вручную оператором электрической горной машины.

В некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения операция 602 "начало" может включать прием информации об уровне заряда, относящейся к двум основным батарейными блокам электрической горной машины. К примеру, операция 602 "начало" может включать прием информации, относящейся к уровню заряда первого батарейного блока, который питает передний электродвигатель, сконфигурированный для привода передней оси электрической горной машины, и прием информации, относящейся к уровню заряда второго батарейного блока, который питает задний электродвигатель, сконфигурированный для привода задней оси электрической горной машины.

После операции 602 "начало" способ 600 переходит к операции 604, на которой сравнивают уровни заряда двух основных батарейных блоков. Например, в операции 604 уровень заряда второго батарейного блока (например, второго батарейного блока 110), который питает задний электродвигатель, сконфигурированный для привода задней оси электрической горной машины, сравнивают с уровнем заряда первого батарейного блока (например, первого батарейного блока 108), который питает передний электродвигатель, сконфигурированный для привода передней оси электрической горной машины. В операции 604 определяют, является ли уровень заряда второго батарейного блока более высоким, чем уровень заряда первого батарейного блока.

После определения, в операции 604, является ли уровень заряда второго батарейного блока более высоким, чем уровень заряда первого батарейного блока, способ 600 переходит к операции 606. Во время операции 606 определяют, находится ли транспортное средство (например, электрическая горная машина 100) под нагрузкой, например загружает породу и/или движется вверх по наклонной поверхности. Например, это может соответствовать сценарию, проиллюстрированному выше на фиг. 4.

Когда в операции 606 определено, что транспортное средство находится под нагрузкой, способ 600 переходит к операции 608. Во время операции 608 увеличивают электропитание на заднем электродвигателе (например, электродвигателе, получающем питание от второго батарейного блока, имеющего более высокий уровень заряда). При этом в некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения, во время операции 608, дополнительно или альтернативно, электропитание на переднем электродвигателе может быть уменьшено (например, на электродвигателе, получающем питание от первого батарейного блока с меньшим уровнем заряда).

Соответственно, благодаря увеличению электропитания, подаваемого на задний электродвигатель (и/или уменьшению электропитания на переднем электродвигателе), второй батарейный блок разряжается сильнее (например, второй батарейный блок 110), чем первый батарейный блок (например, первый батарейный блок 108). При такой схеме способ 600 может применяться для выравнивания остаточного уровня заряда между двумя основными батарейными блоками (например, в первом батарейном блоке 108 и втором батарейном блоке 110).

Вернемся к рассмотрению операции 606: если определено, что транспортное средство (например, электрическая горная машина 100) не под нагрузкой, то способ 600 переходит к операции 610. Во время операции 610 определяют, выполняет ли транспортное средство (например, электрическая горная машина 100) рекуперативное торможение. Например, это может соответствовать сценарию, проиллюстрированному выше на фиг. 5.

Когда во время операции 610 определено, что транспортное средство выполняет рекуперативное торможение, способ 600 переходит к операции 612. Во время операции 612 полученное электричество, выработанное в процессе рекуперативного торможения, используют для зарядки первого батарейного блока (например, батарейного блока, имеющего меньший уровень заряда). Если во время операции 610 определено, что транспортное средство не выполняет рекуперативное торможение, способ 600 возвращается к операции 602 "начало" до ее нового выполнения.

Вернемся к рассмотрению операции 604: если определено, что уровень заряда второго батарейного блока не больше, чем уровень заряда первого батарейного блока, способ 600 переходит к операции 614. Во время операции 614 определяют, является ли уровень заряда первого батарейного блока более высоким,

чем уровень заряда второго батарейного блока. Если во время операции 614 определено, что уровень заряда первого батарейного блока не больше, чем уровень заряда второго батарейного блока, способ 600 возвращается к операции 602 до ее нового выполнения. Другими словами, в этот момент нет разницы в уровне заряда между двумя батарейными блоками, который было бы необходимо выровнять в этот момент.

Если во время операции 614 определено, что уровень заряда первого батарейного блока больше, чем уровень заряда второго батарейного блока, способ 600 переходит к операции 616. Во время операции 616 определяют, находится ли транспортное средство (например, электрическая горная машина 100) под нагрузкой, например загружает породу и/или движется вверх по наклонной поверхности. Например, это может выполняться в соответствии со сценарием, рассмотренным выше на примере фиг. 4.

Если во время операции 616 определено, что транспортное средство находится под нагрузкой, способ 600 переходит к операции 618. Во время операции 618 увеличивают электропитание на первом электродвигателе (например, электродвигателе, получающем питание от первого батарейного блока с более высоким уровнем заряда). При этом в некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения во время операции 618, альтернативно или в дополнение, может быть уменьшено электропитание на заднем электродвигателе (например, электродвигателе, получающем питание от второго батарейного блока с меньшим уровнем заряда).

Соответственно, из-за увеличения электропитания на переднем электродвигателе (и/или понижения электропитания на заднем электродвигателе) первый батарейный блок (например, первый батарейный блок 108) разряжается сильнее, чем второй батарейный блок (например, второй батарейный блок 110). При такой схеме способ 600 может использоваться для выравнивания остаточного уровня заряда между двумя основными батарейными блоками (например, в первом батарейном блоке 108 и втором батарейном блоке 110).

Вернемся к рассмотрению операции 616, если определено, что транспортное средство (например, электрическая горная машина 100) не испытывает нагрузки, способ 600 переходит к операции 620. Во время операции 620 определяют, выполняет ли транспортное средство (например, электрическая горная машина 100) рекуперативное торможение. Например, это может выполняться в соответствии со сценарием, рассмотренным выше на примере фиг. 5.

Если во время операции 620 определено, что транспортное средство испытывает, или выполняет, рекуперативное торможение, способ 600 переходит к операции 622. Во время операции 622 полученное электричество, выработанное в процессе рекуперативного торможения, используют для зарядки второго батарейного блока (например, батарейного блока, имеющего меньший уровень заряда). Если во время операции 620 определено, что транспортное средство не выполняет рекуперативное торможение, способ 600 возвращается к операции 602 "начало" до ее нового выполнения.

При такой схеме способ 600 распределения электропитания может использоваться для выравнивания остаточного уровня заряда между двумя основными батарейными блоками (например, в первом батарейном блоке 108 и втором батарейном блоке 110) электрической горной машины (например, электрической горной машины 100).

В некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения электрическая горная машина может иметь в своем составе вспомогательный батарейный блок, служащий для обеспечения возможности замены съемного источника электропитания. В таких вариантах осуществления настоящего изобретения вспомогательный батарейный блок сконфигурирован для подачи электропитания на задний электродвигатель и передний электродвигатель электрической горной машины во время замены какого-либо батарейного блока. К примеру, в соответствии с иллюстрацией фиг. 1-3 выше, электрическая горная машина 100 имеет вспомогательный батарейный блок 132, который подает электропитание на задний электродвигатель 204 и/или передний электродвигатель 202 во время замены съемного источника 104 электропитания, включающего первый батарейный блок 108 и второй батарейный блок 110.

Рассмотрим теперь фиг. 7 и 8, на которых представлены иллюстративные чертежи одного из примеров осуществления процедуры замены батарейного блока электрической горной машины. В соответствии с иллюстрацией фиг. 7, когда один из основных батарейных блоков электрической горной машины 100, или оба этих блока, разряжены или достигли минимального порога остаточного уровня заряда, съемный источник 104 электропитания может заменяться на другой съемный источник электропитания, имеющий заряженные батарейные блоки. В одном из примеров, показанном на фиг. 7, первый батарейный блок 108 разряжен, что проиллюстрировано уровнем 700 заряда, указывающим на малый уровень заряда или его полное отсутствие. Аналогично, второй батарейный блок 110 тоже значительно разряжен, что проиллюстрировано уровнем 702 заряда, указывающим на низкий остаточный уровень заряда. В этом варианте осуществления настоящего изобретения малый остаточный уровень заряда, проиллюстрированный уровнем 702 заряда второго батарейного блока 110, может быть ниже минимального порога, например менее 5% от остаточной емкости.

В данном варианте осуществления настоящего изобретения, соответственно, съемный источник 104 электропитания, содержащий первый батарейный блок 108 и второй батарейный блок 110, может быть заменен, с установкой на электрическую горную машину другого съемного источника электропитания, имеющего заряженные батарейные блоки. В одном из примеров осуществления настоящего изобретения

электрическая горная машина 100 имеет вспомогательный батарейный блок 132, который сконфигурирован для подачи электропитания на задний электродвигатель 204 и/или передний электродвигатель 202 во время замены съемного источника 104 электропитания. В данном варианте осуществления настоящего изобретения съемный источник 104 электропитания отсоединен от основного корпуса, или шасси 102, электрической горной машины 100. К примеру, съемный источник 104 электропитания может быть отсоединен от шасси 102 за счет размыкания крепежного механизма 112.

Пока съемный источник 104 электропитания отсоединен от электрической горной машины 100, вспомогательный батарейный блок 132 подает электропитание на задний электродвигатель 204 и/или передний электродвигатель 202. В соответствии с иллюстрацией фиг. 7, вспомогательный батарейный блок 132 имеет уровень 704 заряда, указывающий на то, что вспомогательный батарейный блок имеет значительный остаточный уровень заряда, например около 90% или более от его зарядной емкости. Соответственно, вспомогательный батарейный блок 132 может использоваться для подачи электропитания на задний электродвигатель 204 и/или передний электродвигатель 202 для перемещения и/или позиционирования электрической горной машины 100 для приема съемного источника электропитания, имеющего заряженные батарейные блоки.

В одном из примеров осуществления настоящего изобретения могут быть проложены питающие кабели между основным корпусом или шасси 102 электрической горной машины 100 и каждым из основных батарейных блоков (например, первым батарейным блоком 108 и вторым батарейным блоком 110) для гальванического соединения электродвигателей с соответствующими батарейными блоками, подающими электропитание на соответствующие электродвигатели. К примеру, в соответствии с иллюстрацией фиг. 7, первый питающий кабель 706 сконфигурирован для соединения с первым батарейным блоком 108, а второй питающий кабель 708 сконфигурирован для соединения со вторым батарейным блоком 110. В процессе замены съемного источника 104 электропитания первый питающий кабель 706 отсоединяют от первого батарейного блока 108, а второй питающий кабель 708 отсоединяют от второго батарейного блока 110.

В некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения вспомогательный батарейный блок 132 может быть гальванически связан только с задним электродвигателем 204 или передним электродвигателем 202. В таких вариантах осуществления настоящего изобретения может применяться соединительное устройство, которое связывает обе электросистемы для заднего электродвигателя 204 и переднего электродвигателя 202 вместе, благодаря чему оба электродвигателя могут получать питание от вспомогательной аккумуляторной батареи 132. Например, соединительное устройство может использоваться для соединения конца 710 первого питающего кабеля 706, относящегося к переднему электродвигателю 202, с концом 712 второго питающего кабеля 708, относящегося к заднему электродвигателю 204, в результате чего вспомогательный батарейный блок 132 оказывается соединен с обоими двигателями.

В других вариантах осуществления настоящего изобретения для соединения вспомогательного батарейного блока 132 с задним электродвигателем 204 и передним электродвигателем 202 в состав системы 200 управления электропитанием может быть введен переключатель или иное устройство, например как часть контроллера 310 системы электропитания, или как устройство, находящееся под управлением упомянутого контроллера. В подобных вариантах осуществления настоящего изобретения соединение может выполняться автоматически, например, при отсоединении съемного источника 104 электропитания, или вручную, например оно может инициироваться оператором электрической горной машины 100.

В соответствии с иллюстрацией фиг. 8 электрическая горная машина 100 оснащена еще одним съемным источником 806 электропитания, который включает запасные батарейные блоки, включая первый запасной батарейный блок 808 (сконфигурированный для подачи электропитания на передний электродвигатель 202) и второй запасной батарейный блок 810 (сконфигурированный для подачи электропитания на задний электродвигатель 204). Съемный источник 806 электропитания имеет конфигурацию, по существу аналогичную описанному выше съемному источнику 104 электропитания, и включает раму батареи, которая сконфигурирована для удерживания и фиксации первого запасного батарейного блока 808 и второго запасного батарейного блока 810. При этом съемный источник 806 электропитания имеет аналогичный механизм крепления, позволяющий присоединять его и отсоединять от основного корпуса или шасси 102 электрической горной машины 100, например, при помощи крепежного механизма 112.

При такой схеме, когда съемный источник 806 электропитания подключен к системе 200 управления электропитанием, первый запасной батарейный блок 808 может подавать электропитание на передний электродвигатель 202, а второй запасной батарейный блок 810 может подавать электропитание на задний электродвигатель 204. В соответствии с иллюстрацией фиг. 8 запасной первый батарейный блок 108 имеет уровень 800 заряда, который указывает на то, что первый запасной батарейный блок 808 полностью заряжен (т.е. остается около 100% от его зарядной емкости), а второй запасной батарейный блок 810 имеет уровень 802 заряда, указывающий на то, что второй запасной батарейный блок 810 полностью заряжен (т.е. остается около 100% от его зарядной емкости).

Напротив, вспомогательный батарейный блок 132 имеет уровень 804 заряда, который указывает на то, что остаточный уровень заряда вспомогательного батарейного блока 132 уменьшился по сравнению с предыдущим уровнем 704 заряда, до его использования в процессе замены батарейных блоков. Соответ-

ственно, вспомогательный батарейный блок 132 может подавать достаточное электропитание на задний электродвигатель 204 и/или передний электродвигатель 202 для перемещения и/или позиционирования электрической горной машины 100 для приема съемного источника 806 электропитания, имеющего заряженные батарейные блоки (например, первый запасной батарейный блок 808 и второй запасной батарейный блок 810). Таким образом, вспомогательный батарейный блок 132 обеспечивает возможность замены съемного источника электропитания электрической горной машины 100. При такой схеме полностью заряженные запасные батарейные блоки могут быть оперативно и с высокой степенью удобства установлены на электрическую горную машину 100, что позволяет снизить или совсем устранить время простоя электрической горной машины 100.

При этом в некоторых из вариантов осуществления настоящего изобретения после установки запасного съемного источника 806 электропитания на электрическую горную машину 100 первый запасной батарейный блок 808 и/или второй запасной батарейный блок 810 могут использоваться для зарядки вспомогательного батарейного блока 132.

Предложенные варианты осуществления для распределения электропитания были рассмотрены на примере электрической горной машины, имеющей две оси, каждая из которых приводится в движение отдельным электродвигателем, получающим питание от соответствующего батарейного блока. Нужно понимать, что технические принципы, описанные в данном документе, могут применяться также для электрических горных машин и/или электрических транспортных средств, имеющих большее количество ведущих осей. К примеру, рассмотренные здесь технические принципы могут быть также применимы для электрической горной машины и/или электрического транспортного средства с тремя осями, каждая из которых приводится в движение отдельным электродвигателем, получающим питание от соответствующего батарейного блока. В подобных вариантах осуществления настоящего изобретения система и способ управления электропитанием, рассмотренные в примерах осуществления настоящего изобретения, могут использоваться для выравнивания уровня заряда в трех батарейных блоках, аналогично приведенному выше описанию для двух батарейных блоков. Подобным образом рассмотренные здесь технические принципы распределения электропитания могут применяться и в других вариантах осуществления настоящего изобретения, имеющих любое количество независимых ведущих осей.

Настоящее описание в основном касается бортовых съемных аккумуляторных батарей, таких как съемный источник электропитания и/или батарейные блоки, описанные выше, однако нужно понимать, что в объем настоящего изобретения попадают и различные вариации источников энергии. Т.е. сменным устройством для подачи энергии может быть аккумуляторная батарея, аккумулятор иного типа, генератор, топливный двигатель или адаптер для любой существующей инфраструктуры энергоснабжения. Нужно также понимать, что предложенная система может применяться вместе с любой комбинацией устройств, например аккумуляторных батарей, адаптеров и т.п. Также, нужно понимать, что источник энергии совместим с системой привода и с контроллером привода, и связан с ними. Источник энергии, будь это аккумулятор или токосъемное устройство, или источник иного типа, должен быть совместим с системой и контроллером привода. В соответствии с настоящим описанием система контактной подвески (overhead catenary system, OCS) или контактного рельса может иметь возможность работы в беспроводном режиме, например с помощью системы питания с уровня земли или бортовых систем накопления энергии. Еще одним, третьим, менее разработанным вариантом, является выработка электроэнергии на борту, однако это может измениться с развитием технологий водородных топливных элементов. В объем настоящего изобретения попадает любая комбинация энергетических систем. Система питания с уровня земли может быть как контактной, так и бесконтактной. В контактных системах питания с уровня земли чаще всего применяют проложенный третий рельс, применяемый, как правило, в системах метрополитена, который также применялся в ранних вариантах трамвайных линий. Значительно более совершенные варианты этой технологии имеют свои преимущества при применении в сложных условиях окружающей среды, где присутствуют большие нагрузки из-за необходимости нагрева или охлаждения, или необходимость преодолевать крутые уклоны, что может приводить к быстрому разряду системы накопления электроэнергии.

Еще одним типом существующей инфраструктуры может быть бесконтактная система питания с уровня земли, в которой для электропитания транспортного средства применяют индукционные катушки. Как правило, передача электроэнергии происходит, только когда транспортное средство находится непосредственно над катушками, при этом дальность действия такой системы может быть расширена за счет комбинирования ее с бортовым энергонакопителем, благодаря которому снимается необходимость наличия катушек на всем протяжении системы. Бортовой энергонакопитель является альтернативой или дополнением для питания с уровня земли. Механизмы накопления могут включать аккумуляторные батареи, конденсаторы, маховики, и в некоторых случаях кинетическая энергия при торможении может использоваться для повышения энергоэффективности системы. Система, которая не обеспечивает электроснабжения на некотором ограниченном сегменте, чаще всего обеспечивает дозарядку бортового энергонакопителя при движении на подключенном сегменте. Продолжительные периоды работы без подключения к сети могут требовать подхода с применением зарядных станций, остановки на которых будут требовать достаточного времени выдержки. К примеру, в некоторых трамвайных системах запрограммированного времени выдержки для контакта на зарядной станции достаточно для перезарядки установ-

ленных на крыше ионисторов, которые заряжаются в течение короткого времени благодаря характеристикам их рабочего цикла.

В общем случае, в настоящем документе, под "электрическим транспортным средством" понимают транспортное средство, в котором для обеспечения движения используют электрическую энергию по меньшей мере в одном из режимов работы. Т.е. электрические транспортные средства включают полностью электрические транспортные средства (например, транспортные средства с тяговым двигателем и исключительно бортовым устройством накопления электроэнергии или механизмом для приема электроэнергии от внебортового источника, такого как контактная подвеска или контактный рельс), гибридно-электрические транспортные средства (например, транспортные средства с тяговым двигателем, устройством накопления энергии, гидрореактивным двигателем, и топливным двигателем, топливным элементом или аналогичным устройством для подзарядки устройства накопления энергии и/или непосредственной выработки энергии для работы тягового двигателя), двухрежимные транспортные средства (например, транспортные средства с режимом работы только от двигателя и режимом работы только от электричества, или транспортные средства с первым режимом работы, в котором тяговое электричество обеспечивается двигателем, и вторым режимом работы, в котором тяговое электричество предоставляется из другого источника), дизельно-электрические и другие топливно-электрические транспортные средства (например, транспортные средства с двигателем, который вырабатывает электроэнергию для работы тягового двигателя), а также их комбинации и вариации. Электрические транспортные средства могут иметь как один, так и несколько тяговых двигателей, при этом под "тяговым двигателем" понимают двигатель достаточного размера и мощности для перемещения транспортного средства существенного размера для использования по его целевому назначению.

При этом оборудование для стыковки с транспортным средством в придорожных станциях может включать "подключаемые" модули, например транспортное средство может соединяться штепселем с розеткой в придорожной станции для приема от нее электроэнергии; интерфейс непрерывной подачи электропитания, при помощи которого транспортное средство может получать внебортовое электропитание во время движения, например упомянутую выше контактную подвеску или третий рельс; и т.п.

Приведенное выше описание различных вариантов осуществления настоящего изобретения является исключительно иллюстративным и не ограничивает настоящее изобретение, при этом специалисты в данной области техники должны понимать, что в пределах объема настоящего изобретения возможны множество дополнительных вариантов его осуществления и реализаций. Соответственно, настоящее изобретение ограничено исключительно пунктами приложенной формулы изобретения и их эквивалентами. Однако в пределах объема приложенной формулы изобретения также возможны множество изменений и модификаций.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ распределения электропитания в электрической горной машине, включающий:
 - прием информации, относящейся к уровню заряда первого батарейного блока, при этом первый батарейный блок подает электропитание на передний электродвигатель, выполненный с возможностью привода передней оси электрической горной машины;
 - прием информации, относящейся к уровню заряда второго батарейного блока, при этом второй батарейный блок подает электропитание на задний электродвигатель, выполненный с возможностью привода задней оси электрической горной машины;
 - сравнение уровня заряда первого батарейного блока с уровнем заряда второго батарейного блока; и
 - когда определено, что уровень заряда второго батарейного блока больше, чем уровень заряда первого батарейного блока, увеличение электропитания заднего электродвигателя электрической горной машины.
2. Способ по п.1, в котором, когда определено, что уровень заряда второго батарейного блока больше, чем уровень заряда первого батарейного блока, способ дополнительно включает уменьшение электропитания переднего электродвигателя электрической горной машины.
3. Способ по п.1, также включающий, когда определено, что уровень заряда первого батарейного блока больше, чем уровень заряда второго батарейного блока, увеличение электропитания переднего электродвигателя электрической горной машины.
4. Способ по п.1, в котором, когда определено, что уровень заряда второго батарейного блока больше, чем уровень заряда первого батарейного блока, способ дополнительно включает зарядку первого батарейного блока во время рекуперативного торможения.
5. Способ по п.1, также включающий, когда определено, что уровень заряда первого батарейного блока больше, чем уровень заряда второго батарейного блока, зарядку второго батарейного блока во время рекуперативного торможения.
6. Способ по п.1, в котором передняя ось и задняя ось механически не связаны.
7. Способ по п.1, в котором электрическая горная машина дополнительно включает вспомогательный батарейный блок; при этом вспомогательный батарейный блок выполнен с возможностью подачи

электропитания на задний электродвигатель и передний электродвигатель во время замены батарейного блока.

8. Система управления электропитанием в электрической горной машине для обеспечения распределения электропитания, включающая:

контроллер системы электропитания, связанный, по меньшей мере, с первым батарейным блоком и вторым батарейным блоком электрической горной машины;

первый батарейный блок, выполненный с возможностью подачи электропитания на передний электродвигатель для привода передней оси электрической горной машины;

второй батарейный блок, выполненный с возможностью подачи электропитания на задний электродвигатель для привода задней оси электрической горной машины;

при этом контроллер системы электропитания выполнен с возможностью сравнения уровня заряда первого батарейного блока с уровнем заряда второго батарейного блока; и когда определено, что уровень заряда второго батарейного блока больше, чем уровень заряда первого батарейного блока, увеличения электропитания заднего электродвигателя электрической горной машины.

9. Система управления электропитанием по п.8, в которой, когда определено, что уровень заряда второго батарейного блока больше, чем уровень заряда первого батарейного блока, контроллер системы электропитания выполнен с возможностью уменьшения электропитания переднего электродвигателя электрической горной машины.

10. Система управления электропитанием по п.8, в которой контроллер системы электропитания дополнительно выполнен с возможностью увеличения электропитания переднего электродвигателя электрической горной машины, когда определено, что уровень заряда первого батарейного блока больше, чем уровень заряда второго батарейного блока.

11. Система управления электропитанием по п.8, в которой, когда определено, что уровень заряда второго батарейного блока больше, чем уровень заряда первого батарейного блока, контроллер системы электропитания выполнен с возможностью зарядки первого батарейного блока во время рекуперативного торможения.

12. Система управления электропитанием по п.8, в которой контроллер системы электропитания дополнительно выполнен с возможностью зарядки второго батарейного блока во время рекуперативного торможения, когда определено, что уровень заряда первого батарейного блока больше, чем уровень заряда второго батарейного блока.

13. Система управления электропитанием по п.8, в которой передняя ось и задняя ось механически не связаны.

14. Система управления электропитанием по п.8, в которой электрическая горная машина дополнительно включает вспомогательный батарейный блок; при этом контроллер системы электропитания выполнен с возможностью управления вспомогательным батарейным блоком для подачи электропитания на задний электродвигатель и передний электродвигатель электрической горной машины во время замены батарейного блока.

15. Электрическая горная машина, включающая:

передний электродвигатель, выполненный с возможностью привода передней оси электрической горной машины;

задний электродвигатель, выполненный с возможностью привода задней оси электрической горной машины;

первый батарейный блок, выполненный с возможностью подачи электропитания на передний электродвигатель;

второй батарейный блок, выполненный с возможностью подачи электропитания на задний электродвигатель; и

контроллер системы электропитания, связанный, по меньшей мере, с первым батарейным блоком, передним электродвигателем, вторым батарейным блоком и задним электродвигателем, при этом контроллер системы электропитания выполнен с возможностью сравнения уровня заряда первого батарейного блока с уровнем заряда второго батарейного блока; и когда определено, что уровень заряда второго батарейного блока больше, чем уровень заряда первого батарейного блока, увеличения электропитания заднего электродвигателя электрической горной машины.

16. Электрическая горная машина по п.15, в которой, когда определено, что уровень заряда второго батарейного блока больше, чем уровень заряда первого батарейного блока, контроллер системы электропитания выполнен с возможностью уменьшения электропитания переднего электродвигателя электрической горной машины.

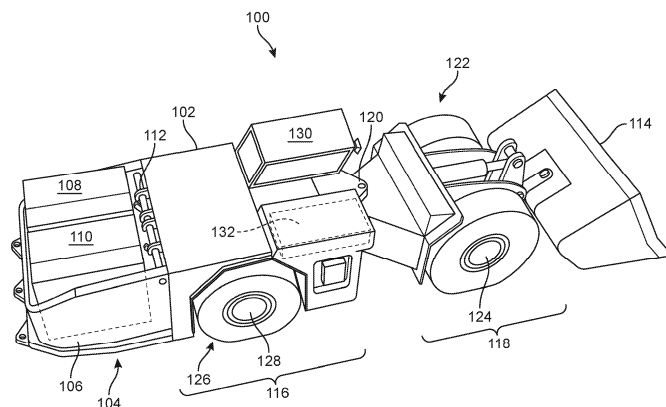
17. Электрическая горная машина по п.15, в которой контроллер системы электропитания дополнительно выполнен с возможностью увеличения электропитания переднего электродвигателя электрической горной машины, когда определено, что уровень заряда первого батарейного блока больше, чем уровень заряда второго батарейного блока.

18. Электрическая горная машина по п.15, в которой, во время рекуперативного торможения, контроллер системы электропитания выполнен с возможностью выбора первого батарейного блока или вто-

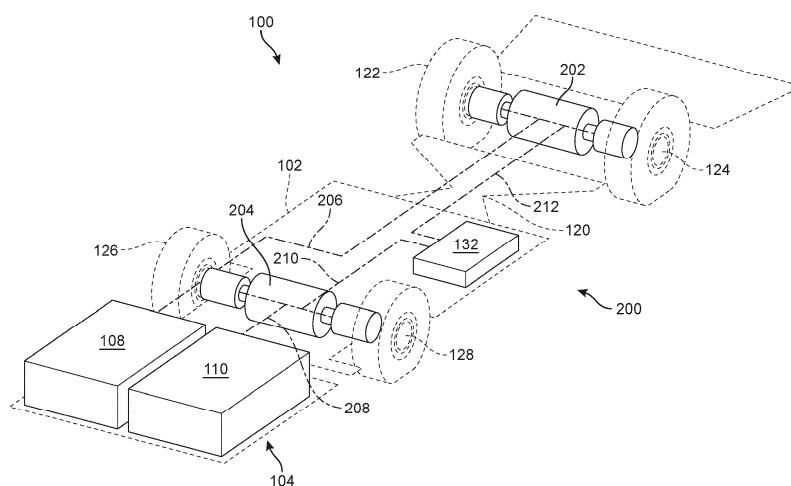
рого батарейного блока для зарядки на основе того, какой из первого батарейного блока или второго батарейного блока имеет меньший уровень заряда.

19. Электрическая горная машина по п.15, в которой передняя ось и задняя ось механически не связаны.

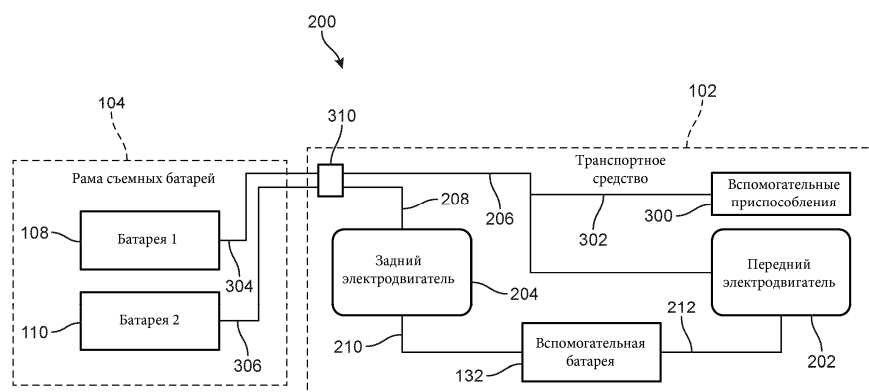
20. Электрическая горная машина по п.15, дополнительно включающая вспомогательный батарейный блок; при этом контроллер системы электропитания выполнен с возможностью управления вспомогательным батарейным блоком для подачи электропитания на задний электродвигатель и передний электродвигатель электрической горной машины во время замены батарейного блока.



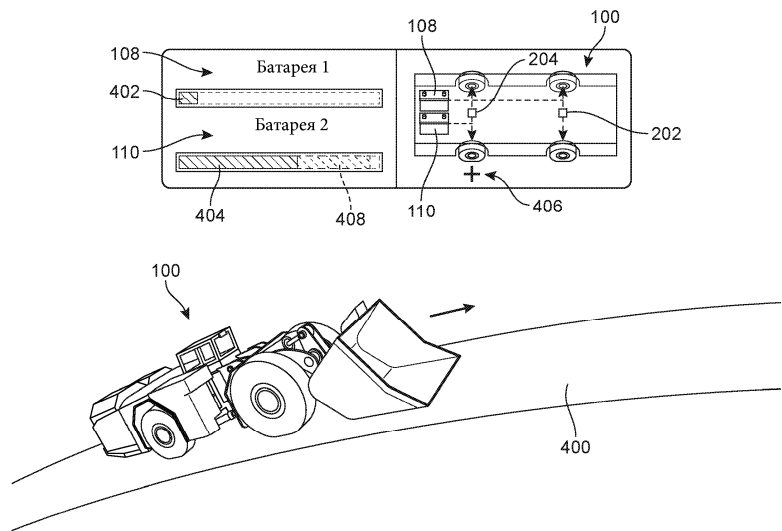
Фиг. 1



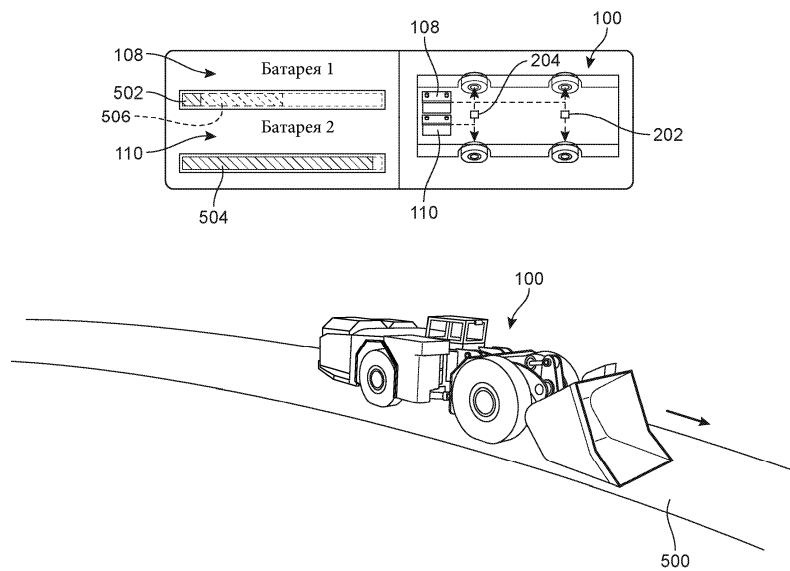
Фиг. 2



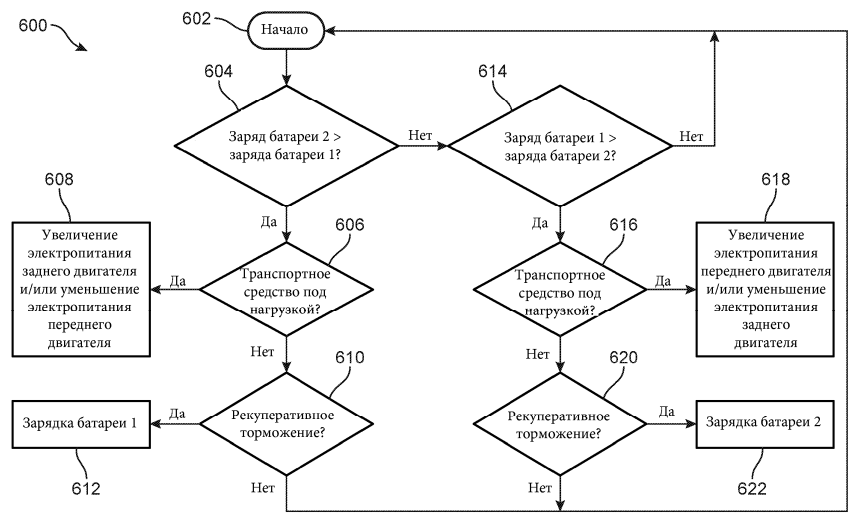
Фиг. 3



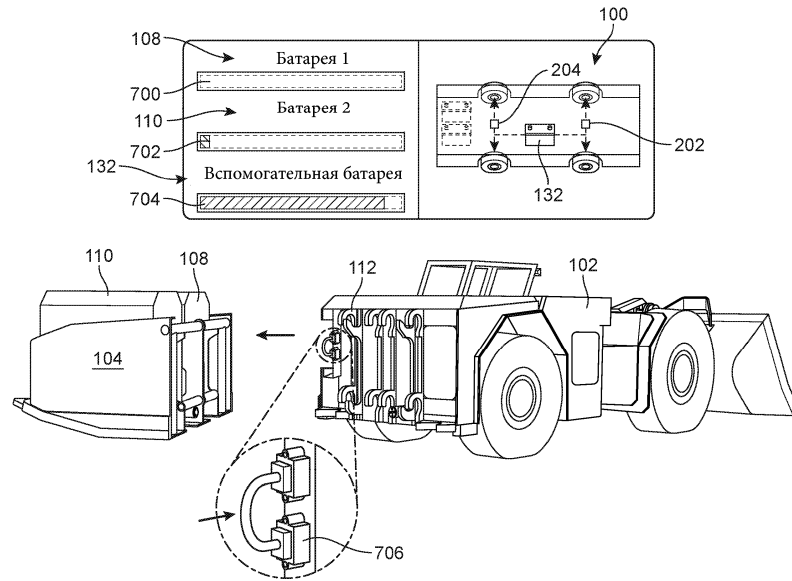
Фиг. 4



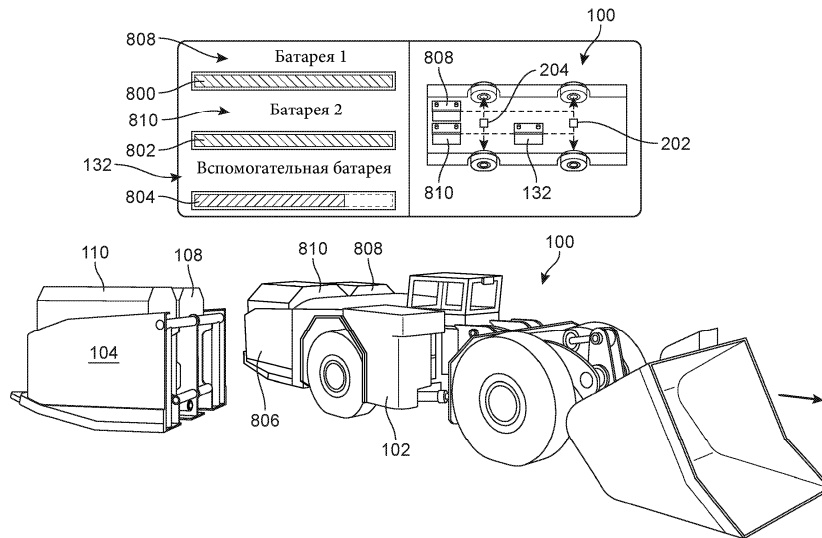
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

