

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039614**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.02.16

(21) Номер заявки
201991996

(22) Дата подачи заявки
2019.09.24

(51) Int. Cl. **B61C 17/00** (2006.01)
B61C 3/02 (2006.01)
B60L 58/12 (2019.01)
F02B 63/04 (2006.01)
F02B 63/06 (2006.01)

(54) **СПОСОБ И СИСТЕМЫ ДЛЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ЭНЕРГОБЛОКА ЛОКОМОТИВА**

(31) **16/140,329; 16/140,359**

(32) **2018.09.24**

(33) **US**

(43) **2020.06.30**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ТРАНСПОРТЕЙШН АйПи
ХОЛДИНГС, ЛЛС (US)**

(56) **US-A1-20130239845**
US-A1-20060214626
US-B2-6928972
EA-B1-005176
RU-C2-2411143
US-A-5025734

(72) Изобретатель:
**Сондур Каушик Д., Балу Гири,
Мудалиар Сасикумар Вишванатан,
Секхар Тарунендра, Сабарад
Джаяпракаш, Верма Раджив Р. (IN)**

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

(57) Предложены различные способы и системы для вспомогательного энергоблока локомотива, обеспечивающего подачу электроэнергии и сжатого воздуха, когда основной двигатель локомотива не работает. В одном варианте выполнения система для локомотива, содержащего основной энергоблок (ОЭБ), присоединенный к альтернатору, и вспомогательный энергоблок (ВЭБ), выполненный с возможностью подачи электроэнергии к одной или более хозяйственно-бытовым нагрузкам локомотива, содержит контроллер с машиночитаемыми командами, которые хранятся в долговременной памяти и при выполнении которых во время работы локомотива контроллер инициирует работу ВЭБ в ответ по меньшей мере на одно из следующих условий: состояние заряда (СЗ) аккумуляторной батареи локомотива меньше заданного порогового уровня СЗ, при этом ОЭБ не работает; к аккумуляторной батарее подключена стоковая нагрузка, которая разрядит аккумуляторную батарею до уровня СЗ, который меньше заданного порогового уровня СЗ, за меньшее время, чем заданный период, при этом ОЭБ не работает; и уровень давления воздуха в воздушном резервуаре локомотива ниже заданного порогового уровня давления воздуха, при этом ОЭБ не работает.

039614 B1

039614 B1

Область техники

Варианты выполнения предмета изобретения, раскрытого в данном документе, относятся к локомотиву и к работе вспомогательного энергоблока, когда основной двигатель локомотива не работает.

Уровень техники

Локомотив или другое транспортное средство может содержать основной двигатель, предназначенный для приведения в движение локомотива, и вспомогательный энергоблок (ВЭБ), вырабатывающий электроэнергию для питания одного или более компонентов локомотива, когда основной двигатель не способен это сделать, например, когда основной двигатель остановлен, а локомотив находится в рабочем состоянии (например, вследствие неподвижного состояния локомотива). ВЭБ может содержать двигатель, который меньше основного двигателя, в результате чего уменьшено потребление топлива по сравнению с поддержанием работоспособного состояния основного двигателя для обеспечения подачи питания к указанным одному или более компонентам локомотива. Например, двигатель ВЭБ может быть присоединен с возможностью вращения к альтернатору ВЭБ для выработки электроэнергии, подаваемой затем к одной или более электрическим нагрузкам локомотива. В качестве другого примера, ВЭБ может дополнительно содержать компрессор, присоединенный с возможностью вращения к двигателю ВЭБ. Компрессор может быть выполнен с возможностью подачи сжатого воздуха в воздушный резервуар локомотива для пневматических тормозов. Таким образом, пневматические тормоза локомотива могут поддерживаться в рабочем состоянии во время работы ВЭБ и при остановленном основном двигателе.

Сущность изобретения

В одном варианте выполнения предложена система для локомотива, содержащего основной энергоблок (ОЭБ), присоединенный к альтернатору, и вспомогательный энергоблок (ВЭБ), причем ВЭБ выполнен с возможностью подачи энергии к одной или более хозяйственно-бытовым нагрузкам локомотива, при этом указанная система содержит контроллер с машиночитаемыми командами, которые хранятся в долговременной памяти и при выполнении которых во время работы локомотива контроллер инициирует работу ВЭБ в ответ по меньшей мере на одно из следующих условий: состояние заряда (СЗ) аккумуляторной батареи локомотива меньше заданного порогового уровня СЗ, при этом ОЭБ не работает; к аккумуляторной батарее подключена стоковая нагрузка, которая разрядит аккумуляторную батарею до уровня СЗ, который меньше заданного порогового уровня СЗ, за меньшее время, чем заданный период, при этом ОЭБ не работает; и уровень давления воздуха в воздушном резервуаре локомотива ниже заданного порогового уровня давления воздуха, при этом ОЭБ не работает.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 изображает схематический вид транспортного средства, например локомотива, с основным двигателем и вспомогательным энергоблоком в соответствии с вариантом выполнения изобретения;

фиг. 2 - блок-схему механических и электрических соединений вспомогательного энергоблока, содержащего двигатель, компрессор и альтернатор, в соответствии с вариантом выполнения изобретения;

фиг. 3 - блок-схему механических и электрических соединений вспомогательного энергоблока по отношению к дополнительным компонентам транспортного средства в соответствии с вариантом выполнения изобретения;

фиг. 4 - вид в аксонометрии внутренних компонентов вспомогательного энергоблока в соответствии с вариантом выполнения изобретения;

фиг. 5 - вид в аксонометрии наружных компонентов вспомогательного энергоблока в соответствии с вариантом выполнения изобретения;

фиг. 6 - вид в аксонометрии вспомогательного энергоблока с удаленным наружным корпусом в соответствии с вариантом выполнения изобретения;

фиг. 7 схематически иллюстрирует размещение вспомогательного энергоблока внутри транспортного средства;

фиг. 8 изображает блок-схему, иллюстрирующую способ работы вспомогательного энергоблока для обеспечения питания одного или более электрических компонентов и подачи сжатого воздуха в воздушный резервуар, когда основной двигатель не работает, в соответствии с вариантом выполнения изобретения;

фиг. 9 - схему примерного топливного тендера и локомотива, работающего на природном газовом топливе, в соответствии с вариантом выполнения изобретения;

фиг. 4-6 приведены в масштабе.

Подробное описание изобретения

Нижеследующее описание относится к вариантам выполнения системы для транспортного средства, содержащего основной энергоблок (ОЭБ), присоединенный к альтернатору, и вспомогательный энергоблок (ВЭБ), причем ВЭБ выполнен с возможностью подачи энергии к одной или более хозяйственно-бытовым нагрузкам локомотива, при этом указанная система содержит контроллер с машиночитаемыми командами, которые хранятся в долговременной памяти и при выполнении которых во время работы транспортного средства контроллер инициирует работу ВЭБ в ответ по меньшей мере на одно из следующих условий: состояние заряда (СЗ) аккумуляторной батареи транспортного средства меньше заданного порогового уровня, при этом ОЭБ не работает; к аккумуляторной батарее подключена стоковая нагрузка, которая разрядит аккумуляторную батарею до уровня СЗ, который меньше заданного порогового

уровня, за меньшее время, чем заданный период, при этом ОЭБ не работает; и уровень давления воздуха в воздушном резервуаре транспортного средства ниже заданного порогового уровня давления воздуха, при этом ОЭБ не работает. В одном примере ОЭБ представляет собой двигатель для приведения транспортного средства в движение, при этом ОЭБ выключается в ответ на переход транспортного средства в неподвижное состояние. В другом примере ВЭБ содержит двигатель, присоединенный с возможностью вращения как к альтернатору, так и к компрессору при помощи коробки скоростей. Например, компрессор может быть выполнен с возможностью подачи воздуха в воздушный резервуар, а альтернатор может быть выполнен с возможностью подачи энергии к одной или более нагрузкам транспортного средства во время работы ВЭБ. В одном примере выходная мощность как компрессора, так и альтернатора может быть отрегулирована при помощи контроллера путем регулирования выходного крутящего момента двигателя ВЭБ. Например, при уменьшении заряда аккумуляторной батареи транспортного средства и/или уровня давления воздуха в воздушном резервуаре контроллер может увеличивать выходной крутящий момент двигателя ВЭБ для повышения выходной мощности компрессора и/или альтернатора. В еще одном примере в ответ на достижение или превышение пороговой величины давления воздуха в воздушном резервуаре контроллер может отключать компрессор, в то время как ВЭБ остается в работающем состоянии вследствие расцепления муфты, присоединенной между коробкой скоростей и компрессором.

Обычно для согласования работы стандартных ВЭБ с зарядкой аккумуляторной батареи транспортного средства и заполнением воздушного резервуара использовались сложные средства сопряжения. Кроме того, стандартные ВЭБ могут занимать большое пространство при их установке в транспортном средстве, и транспортные средства меньших размеров, по существу, не смогут вместить ВЭБ. Однако варианты выполнения, описанные в данном документе, обеспечивают возможность приведения ВЭБ в действие в ответ на выключение основного двигателя транспортного средства независимо от состояния заряда аккумуляторной батареи транспортного средства и от давления воздуха в воздушном резервуаре. Например, контроллер (например, управляющий блок) ВЭБ может быть вторичным контроллером, который приводится в действие первичным контроллером транспортного средства в ответ на выключение основного двигателя. В этом случае контроллер ВЭБ может регулировать выходную мощность ВЭБ на основании сигналов, полученных от первичного контроллера (например, касающихся состояния заряда аккумуляторной батареи транспортного средства и давления воздуха в воздушном резервуаре). Таким образом, состояние заряда аккумуляторной батареи транспортного средства и давление воздуха в воздушном резервуаре надежно поддерживаются при одновременном снижении потребления топлива путем поддержания основного двигателя в выключенном состоянии и регулирования выходной мощности ВЭБ в ответ на сигналы, полученные от первичного контроллера. Кроме того, ВЭБ может обеспечивать питание дополнительных электрических нагрузок транспортного средства, таких как осветительные средства и система нагрева, вентиляции и кондиционирования воздуха (НВКВ), с поддержанием тем самым удобства пассажира без потребления тока аккумуляторной батареи транспортного средства.

Кроме того, варианты выполнения ВЭБ могут содержать компактный высокоскоростной двигатель, присоединенный к альтернатору и к компрессору через коробку скоростей. Коробка скоростей может обеспечивать возможность работы двигателя, альтернатора и компрессора с разными скоростями вращения. Двигатель, альтернатор и компрессор ВЭБ могут быть расположены в виде треугольника относительно друг друга с обеспечением тем самым уменьшения длины ВЭБ и повышением его компактности по сравнению со случаем, когда двигатель ВЭБ, альтернатор и компрессор расположены на одной линии. Кроме того, компрессор может быть присоединен к коробке скоростей с помощью муфты, что делает возможным отсоединение компрессора от двигателя ВЭБ и выключение компрессора при заполненном воздушном резервуаре с обеспечением тем самым дополнительного снижения потребления топлива ВЭБ. Дополнительно ВЭБ может содержать наружный корпус, который окружает указанные двигатель, компрессор, альтернатор, коробку скоростей и контроллер. ВЭБ может быть расположен в транспортном средстве так, что длина ВЭБ перпендикулярна продольному направлению транспортного средства. Благодаря расположению ВЭБ перпендикулярно продольной оси транспортного средства может быть обеспечен свободный воздушный тракт, проходящий через ВЭБ (например, от первой стороны ко второй стороне). Кроме того, ВЭБ может быть установлен в транспортном средстве с любой его стороны с исключением тем самым разрушения потолка транспортного средства. В частности, базовая часть наружного корпуса может иметь удлиненные отверстия, предназначенные для размещения в них зубьев вилочного погрузчика, так что ВЭБ может быть установлен с любой стороны транспортного средства с помощью вилочного погрузчика. Таким образом, компактный моноблочный ВЭБ может быть легко установлен в транспортном средстве в положении, при котором в воздушном тракте ВЭБ не размещено другое оборудование транспортного средства.

На фиг. 1 изображен вариант выполнения транспортного средства, в котором может быть установлена система двигателя, содержащая ВЭБ. В некоторых примерах ВЭБ и основной двигатель, предназначенный для приведения транспортного средства в движение, могут получать топливо из общего топливного бака. В другом примере транспортное средство может дополнительно содержать контейнер с топливом из жидкого природного газа (например бак), расположенный на топливном тендере, как показано на фиг. 9, при этом основной двигатель может представлять собой двухтопливный двигатель. Как пока-

зано на фиг. 2 и 3, ВЭБ может содержать двигатель присоединенный с возможностью вращения как к компрессору, так и к альтернатору через коробку скоростей. Кроме того, компрессор ВЭБ может быть присоединен по текучей среде к воздушному резервуару транспортного средства, тогда как альтернатор может быть электрически присоединен к одной или более электрическим нагрузкам транспортного средства с помощью зарядного/выпрямительного устройства ВЭБ, как также показано на фиг. 2 и 3. Двигатель, компрессор и альтернатор ВЭБ могут быть окружены прямоугольным корпусом и расположены в виде треугольника относительно друг друга, как изображено на фиг. 4-6. Как показано на фиг. 7, ВЭБ может быть расположен в радиаторной кабине транспортного средства, за кабиной оператора, и ориентирован поперек продольной оси транспортного средства. Управляющий блок ВЭБ может быть выполнен с возможностью управления ВЭБ для обеспечения подачи электроэнергии к одной или более электрическим нагрузкам транспортного средства и сжатого воздуха к воздушному резервуару транспортного средства в ответ на выключение основного двигателя транспортного средства, например, в соответствии со способом, проиллюстрированным на фиг. 8. В одном аспекте выражение "основной двигатель" относится к двигателю транспортного средства, отличному от двигателя ВЭБ. Кроме того, основной двигатель может использоваться главным образом для подачи энергии для продвижения транспортного средства, т.е. основная часть его выходной мощности используется для продвижения, и/или рабочий объем или номинальная мощность основного двигателя могут быть больше, чем у двигателя ВЭБ. В результате потребление топлива транспортным средством может быть снижено путем выключения основного двигателя при одновременном поддержании работы требуемых электрических компонентов транспортного средства и давления воздуха в воздушном резервуаре с помощью ВЭБ.

Подход, описанный в данном документе, может быть применен в различных типах двигателей и в различных системах, приводимых в действие двигателем. Некоторые из этих систем могут быть неподвижными, тогда как другие могут быть расположены на полуподвижных или подвижных платформах. Полуподвижные платформы могут быть перемещены между эксплуатационными периодами, например установлены на безбортовых прицепах. Подвижные платформы содержат самоходные транспортные средства. К таким транспортным средствам могут относиться дорожные транспортные средства, а также горнодобывающее оборудование, морские суда, рельсовые транспортные средства и другие внедорожные транспортные средства (ВДТС). Для ясности иллюстрации в качестве примера подвижной платформы, поддерживающей систему, содержащую вариант выполнения изобретения, представлен локомотив.

На фиг. 1 изображен схематический вид транспортного средства 10, перемещающегося из первой рабочей точки во вторую рабочую точку по заданной траектории. В изображенном варианте выполнения транспортное средство является рельсовым транспортным средством, таким как локомотив. Например, как показано на фиг. 1, рельсовое транспортное средство выполнено с возможностью движения по рельсу 17 при помощи колес 15. К подходящим транспортным средствам относятся пассажирские и непассажирские транспортные средства, гибридные транспортные средства, внедорожные транспортные средства, дорожные транспортные средства (такие как тракторные прицепы), гусеничные транспортные средства, рельсовые транспортные средства и т.п. Транспортное средство содержит двигатель 12 и иллюстративную управляющую систему 14, присоединенную к двигателю. В одном варианте выполнения двигатель может представлять собой двухтопливный двигатель. В данном документе указанный двигатель может рассматриваться, как основной энергоблок (ОЭБ).

В одном варианте выполнения транспортное средство приводится в движение двигателем, использующим несколько видов топлива. В иллюстративном двигателе благодаря сжиганию относительно большей части предварительно смешанного топлива обеспечена возможность снижения выбросов оксида азота (NOx) и твердых частиц (ТЧ). Например, в некоторых вариантах выполнения для приведения в действие двигателя может использоваться дизельное топливо и природный газ. Здесь следует отметить, что в некоторых вариантах выполнения транспортное средство может также использовать другие виды топлива вместо дизельного топлива и природного газа. Отношение вторичного топлива (например, природного газа) к суммарному топливу (вторичному топливу и первичному топливу (например дизельному топливу)), подаваемому к двигателю для сгорания может называться в данном документе отношением замещения.

В одном варианте выполнения рельсовое транспортное средство является дизель-электрическим транспортным средством. Как изображено на фиг. 1, двигатель присоединен к системе выработки электроэнергии, содержащей альтернатор/генератор 11 и тяговые электродвигатели 13. Например, двигатель представляет собой дизельный двигатель и/или двигатель на природном газе, который создает на выходе крутящий момент, сообщаемый альтернатору/генератору, механически присоединенному к указанному двигателю.

Альтернатор/генератор вырабатывает электроэнергию, которая может храниться и использоваться для последующей передачи к различным расположенным далее электрическим компонентам. В качестве примера, альтернатор/генератор может быть электрически присоединен к указанным тяговым электродвигателям и может подавать к ним электроэнергию. Тяговые электродвигатели могут совместно содержать электроприводную движительную установку. Как показано на чертежах, каждый тяговый электродвигатель присоединен к одному из колес с обеспечением тяговой мощности для продвижения рельсово-

го транспортного средства. Одна иллюстративная конфигурация содержит один тяговый двигатель на одну колесную пару. Как показано в данном документе, шесть тяговых двигателей соответствуют каждой из шести пар движущих колес рельсового транспортного средства. В другом примере альтернатор/генератор может быть присоединен к одной или более резистивным решеткам 19. Резистивные решетки могут быть выполнены с возможностью распределения чрезмерного крутящего момента двигателя посредством тепла, выделяемого ими вследствие электроэнергии, вырабатываемой альтернатором/генератором. В других вариантах выполнения чрезмерный крутящий момент двигателя может быть распределен к резервному компоненту, такому как устройство для аккумуляции энергии, или дополнительным электрическим компонентам 22, 23 и 24. В качестве примера, как показано на фиг. 1, дополнительные электрические компоненты, питаемые от альтернатора/генератора, могут содержать одно или более из следующего: компрессоры, воздухоудвухные устройства, аккумуляторные батареи и контроллеры (такие как контроллер управляющей системы или дополнительные контроллеры транспортного средства). В одном примере аккумуляторные батареи могут содержать пусковую аккумуляторную батарею, предназначенную для работы двигателя в период запуска. В другом примере, дополнительно или как вариант, аккумуляторные батареи могут содержать движительный блок аккумуляторных батарей, предназначенный для подачи электроэнергии к электроприводной движительной установке. Кроме того, дополнительные электрические компоненты могут содержать хозяйственно-бытовые нагрузки транспортного средства, такие как электрические нагрузки, содержащиеся в системе климатического контроля (например в системе нагревания, вентиляции и кондиционирования воздуха), коммуникационная система (содержащая коммуникационное оборудование), развлекательная система, осветительные средства транспортного средства, блок регазификации природного газа (например испаритель), фильтры двигателя и т.д. Используемое в данном документе выражение "хозяйственно-бытовая нагрузка" означает любую электрическую нагрузку транспортного средства, которая не используется для обеспечения движения транспортного средства.

Транспортное средство дополнительно содержит вспомогательный энергоблок (ВЭБ) 25. ВЭБ может содержать второй, меньший двигатель (по сравнению с двигателем, предназначенным для приведения транспортного средства в движение), присоединенный к альтернатору и компрессору. Дополнительные элементы ВЭБ описаны ниже со ссылкой на фиг. 2-6. Например, на фиг. 2 и 3 схематически показаны механические и электрические соединения компонентов ВЭБ, а на фиг. 4-6 показан пример пространственного расположения и компоновки указанных компонентов. Как показано на фиг. 1, ВЭБ электрически присоединен к дополнительным электрическим компонентам транспортного средства, тяговым электродвигателям 13 (например, электроприводной движительной установке) и управляющей системе транспортного средства. Как описано более подробно ниже, когда двигатель (двигатель 12 транспортного средства) выключен (например выключен и не сжигает топливо с образованием выхлопного газа), ВЭБ может продолжать вырабатывать энергию с помощью второго двигателя. Затем энергия может быть передана от ВЭБ к электрическим компонентам транспортного средства, в то время как двигатель выключен. Кроме того, ВЭБ может работать с обеспечением генерации дополнительной энергии в то время, когда двигатель (двигатель 12 транспортного средства) включен (например, сжигает воздух и топливо), как описано более подробно ниже со ссылкой на фиг. 8.

ВЭБ может быть также присоединен к воздушному резервуару 18, как показано на фиг. 1. Например, компрессор ВЭБ может обеспечивать подачу сжатого воздуха в воздушный резервуар, когда двигатель выключен. В свою очередь, воздушный резервуар может подавать воздух к пневматическим тормозам 20 через трубу 21 тормозной магистрали. Пневматические тормоза могут входить в соединение с колесами и выходить из соединения с ними на основании давления воздуха в трубе тормозной магистрали. Как показано на фиг. 1, каждый пневматический тормоз может быть присоединен к одному из колес. В качестве примера, когда давление воздуха, подаваемого в трубу тормозной магистрали, является высоким (например, выше, чем ненулевое пороговое давление), пневматические тормоза могут быть отсоединены от колес и не входить с ними в контакт. В качестве другого примера, когда давление воздуха, подаваемого в трубу тормозной магистрали, понижено (например, ниже, чем ненулевое пороговое давление), пневматические тормоза могут входить в соединение с колесами, что приводит к возникновению трения, замедляющего колеса и, следовательно, движение транспортного средства. Кроме того, управляющей системе транспортного средства с помощью датчика давления 26, присоединенного к воздушному резервуару, могут предоставляться показания о давлении воздуха (или уровне давления) в воздушном резервуаре. Например, управляющая система транспортного средства может регулировать количество воздуха, подаваемого в воздушный резервуар, на основании выходного сигнала указанного датчика давления.

ВЭБ также может быть электронным образом присоединен к роботизированной машине 30. Роботизированная машина может быть избирательно присоединена к транспортному средству с помощью механического соединительного механизма 32. Притом что роботизированная машина механически присоединена к транспортному средству, она также может быть электронным образом присоединена к ВЭБ для получения электроэнергии, вырабатываемой ВЭБ. Например, электроэнергия может быть подана от ВЭБ к роботизированной машине для управления электрическими или электромеханическими системами указанной машины. В качестве другого примера, электроэнергия может быть подана от ВЭБ к роботизиро-

ванной машине для зарядки блока аккумуляторных батарей указанной машины.

Управляющая система транспортного средства выполнена с возможностью регулирования работы двигателя и ВЭБ. В качестве одного примера, указанная управляющая система может содержать систему автоматического запуска/остановки двигателя (АЗОД), предназначенную для автоматического (например, без непосредственного участия оператора транспортного средства) выключения двигателя во время работы транспортного средства в ответ на первое условие (например условие остановки двигателя) и автоматического перезапуска двигателя в ответ на второе условие (например условие перезапуска двигателя). В одном примере условие остановки транспортного средства может заключаться в неподвижности транспортного средства в течение порогового периода времени. Управляющая система транспортного средства и способы управления двигателем и ВЭБ объяснены более подробно ниже со ссылкой на соответствующие чертежи, в частности со ссылкой на фиг. 8.

Далее, на фиг. 2 изображена схема иллюстративного варианта выполнения системы 200 ВЭБ, которая содержит ВЭБ 25, показанный на фиг. 1, и может быть установлена в транспортном средстве (например, транспортном средстве 10, показанном на фиг. 1). Компоненты, показанные на фиг. 2 и функционально эквивалентные компонентам, показанным на фиг. 1, обозначены теми же номерами позиций и могут быть повторно не рассмотрены. Показанный на чертежах ВЭБ содержит двигатель 202, присоединенный к альтернатору 206 и компрессору 208 через коробку скоростей 204. Коробка скоростей присоединена с возможностью вращения к двигателю ВЭБ при помощи коленчатого вала 203 двигателя ВЭБ, в результате чего обеспечено присоединение с возможностью вращения компрессора и альтернатора к коленчатому валу. В качестве примера, альтернатор может представлять собой трехфазный альтернатор, а компрессор может представлять собой ротационный винтовой компрессор. Коробка скоростей обеспечивает возможность работы двигателя ВЭБ, альтернатора и компрессора с разными скоростями вращения. Например, двигатель ВЭБ может быть компактным, высокоскоростным дизельным двигателем ВЭБ с большим соотношением мощности к занимаемому объему (произведению длины, ширины и высоты). Неограничивающими иллюстративными размерами ВЭБ являются длина 168,5 см, ширина 92 см и высота 85 см. В другом примере ВЭБ может иметь длину в диапазоне 167-170 см, ширину в диапазоне 90-94 см и высоту в диапазоне 83-87 см. Кроме того, коробка скоростей обеспечивает возможность, по существу, треугольного расположения двигателя ВЭБ, альтернатора и компрессора, как рассмотрено подробно ниже со ссылкой на фиг. 4.

Приводной вал 209 компрессора присоединен к коробке скоростей с помощью муфты 207. В качестве примера, муфта может быть индукционной муфтой на принципе вихревых токов. Управляющий блок 214 ВЭБ может передавать командный сигнал к указанной муфте для ее введения в зацепление и выведения из зацепления с обеспечением присоединения или отсоединения компрессора от коробки скоростей (и, соответственно, двигателя ВЭБ). Например, управляющий блок ВЭБ может передавать возбуждающий сигнал к исполнительному устройству муфты (такому как пневматический, электрический двигатель или электромагнитное исполнительное устройство) для введения муфты в зацепление с обеспечением тем самым присоединения с возможностью вращения приводного вала компрессора к коленчатому валу двигателя ВЭБ и приведения компрессора в действие для подачи воздуха в воздушный резервуар. Например, вращательная энергия от двигателя ВЭБ может быть передана к приводному валу компрессора с обеспечением тем самым вращения компрессора и подачи им сжатого воздуха в воздушный резервуар. В качестве другого примера, управляющий блок ВЭБ может передавать возбуждающий сигнал к исполнительному устройству муфты для выведения муфты из зацепления с обеспечением тем самым отсоединения приводного вала компрессора от коленчатого вала двигателя и, соответственно, выключения компрессора, так что компрессор не подает воздух в воздушный резервуар. Благодаря выведению муфты из зацепления и отсоединению компрессора от двигателя ВЭБ может быть уменьшена или предотвращена избыточная загрузка воздушного резервуара. Кроме того, когда компрессор не требует получения вращательной энергии от двигателя ВЭБ, выходная мощность двигателя ВЭБ может быть уменьшена (например, двигатель ВЭБ может потреблять меньшее количество топлива). Управление компрессором описано более подробно ниже со ссылкой на фиг. 8.

Как показано на фиг. 2, приводной вал 209 альтернатора механически присоединен к коробке скоростей, которая механически присоединена к двигателю ВЭБ. Работа двигателя ВЭБ (например, вследствие сжигания воздуха и топлива) обеспечивает вращение альтернатора с помощью коробки скоростей и приводного вала альтернатора с вырабатыванием в нем трехфазного переменного тока 211. Трехфазный переменный ток, вырабатываемый альтернатором, подается к зарядному/выпрямительному устройству 210, преобразующему переменный ток (AC) в постоянный ток (DC), который может быть подан к электрическим нагрузкам, в том числе системной аккумуляторной батарее 222 и нагрузке 224. Например, системная аккумуляторная батарея и нагрузка могут содержать один или более из дополнительных электрических компонентов 22, 23 и 24, показанных на фиг. 1. В качестве примера, аккумуляторная батарея может представлять собой системную аккумуляторную батарею транспортного средства, а нагрузка может представлять собой осветительные средства транспортного средства. Осветительные средства могут содержать осветительные средства, расположенные, например, на наружной части и внутренней части транспортного средства. В другом примере нагрузка транспортного средства может также или как вари-

ант представлять собой систему климатического контроля (например, систему (НВКВ) транспортного средства. В качестве еще одного примера, аккумуляторная батарея может быть расположена в движительном блоке аккумуляторных батарей, а нагрузка может представлять собой тяговые электродвигатели (например, тяговые электродвигатели 13, показанные на фиг. 1). Например, батарея 222 может быть аккумуляторной батареей, предназначенной для подачи электроэнергии к тяговым электродвигателям для продвижения транспортного средства, а не пусковую батарею для двигателя транспортного средства.

В дополнение к передаче командного сигнала для приведения в действие исполнительного устройства муфты для изменения ее положения управляющий блок ВЭБ может передавать командный сигнал к исполнительным устройствам двигателя ВЭБ (таким как топливные форсунки, впускной и выпускной клапаны и т.д.) для регулирования их работы, а также к зарядному/выпрямительному устройству для регулирования его работы. В качестве примера, управляющий блок ВЭБ может представлять собой микрокомпьютер, содержащий микропроцессорный блок, входной/выходной порты, электронный носитель данных (например, память) для исполняемых программ (например, исполняемых команд) и поверочных величин (например, чип с долговременной постоянной памятью), оперативную память, энергонезависимую память и шину данных. Управляющий блок ВЭБ может принимать различные сигналы от датчиков, присоединенных к двигателю ВЭБ, и использовать различные исполнительные устройства двигателя ВЭБ для регулирования работы двигателя на основании принятых сигналов и команд, хранящихся в памяти управляющего блока ВЭБ.

Кроме того, управляющий блок ВЭБ может сообщаться с управляющей системой транспортного средства, например, через контроллерную сеть. Управляющая система транспортного средства может представлять собой первичный контроллер, осуществляющий однонаправленный контроль над управляющим блоком ВЭБ, который может быть вторичным контроллером. Например, управляющая система транспортного средства может передавать управляющие сигналы к управляющему блоку ВЭБ, который может передавать сигналы обратной связи (например, касающиеся рабочих параметров) к управляющей системе транспортного средства. Затем управляющая система транспортного средства может регулировать управляющие сигналы, переданные к управляющему блоку ВЭБ, на основании сигналов обратной связи, принятых управляющим блоком ВЭБ, а также на основании сигналов, принятых от датчиков системы транспортного средства, и исполняемых команд, хранящихся в памяти управляющей системы транспортного средства.

В качестве одного примера, ВЭБ содержит электрическое управляющее средство 230 сопряжения, содержащее электрические соединения 232 для передачи электроэнергии и/или управляющих сигналов к транспортному средству 10. Например, электрические соединения могут представлять собой физические соединители/связи, которые присоединяются непосредственно к ответным электрическим средствам 234 сопряжения (например, к соединениям) на транспортном средстве. Таким образом, при установке рамы ВЭБ на место в транспортном средстве (как показано на фиг. 7) электрические соединения 232 могут автоматически входить в соединение с ответными электрическими средствами 234 сопряжения. Аналогичным образом, эти соединения могут автоматически отсоединяться при удалении ВЭБ из транспортного средства. Кроме того, управляющая система 14 транспортного средства через ответные электрические соединения электрического управляющего средства сопряжения может принимать сигнал, указывающий на установку ВЭБ в транспортном средстве (вместо отсутствия установки или установки других компонентов, таких как аккумуляторная батарея, в пространстве, предназначенном для размещения ВЭБ).

На фиг. 3 изображена схема иллюстративного варианта выполнения ВЭБ системы 300, которая содержит ВЭБ 25, показанный на фиг. 1 и 2, и может быть установлена в транспортном средстве (например, транспортном средстве 10, показанном на фиг. 1). На фиг. 3 показаны дополнительные компоненты, которые могут входить в систему ВЭБ и транспортное средство. Компоненты, показанные на фиг. 3 и функционально эквивалентные компонентам, показанным на фиг. 1 и 2, обозначены теми же номерами позиций и могут быть повторно не рассмотрены. Кроме того, на фиг. 3 показана только подгруппа сигналов, переданных и принятых управляющим блоком ВЭБ, при этом следует понимать, что сигналы, показанные между управляющим блоком ВЭБ и другими компонентами ВЭБ, по своему характеру не являются ограничивающими.

Как показано на фиг. 2, в двигатель 202 ВЭБ может подаваться топливо из основного топливного бака 302 при помощи топливной системы 304 ВЭБ. Например, основной топливный бак может подавать топливо к двигателю транспортного средства (например, двигателю 12, показанному на фиг. 1) в дополнение к двигателю ВЭБ. В основном топливном баке может храниться, например, дизельное топливо. Топливная система ВЭБ может представлять собой топливную систему возвратного типа, как показано на чертежах, безвозвратную топливную систему и т.п. Топливная система ВЭБ может содержать один или более топливных баков для хранения топлива, полученного из основного топливного бака, один или более топливных насосов для подачи и/или нагнетания топлива, фильтр для топлива и т.д. Топливо может поступать в топливную систему ВЭБ из основного топливного бака и подаваться к двигателю ВЭБ после запуска двигателя стартерным двигателем 310. Например, в ответ на управляющий сигнал на запуск двигателя ВЭБ, принятый от управляющей системы транспортного средства, управляющий блок ВЭБ может подавать энергию из аккумуляторной батареи 312 ВЭБ к стартерному двигателю для обеспе-

чения возможности запуска двигателя ВЭБ.

Во время работы двигатель ВЭБ может охлаждаться с помощью системы охлаждения, содержащей радиатор 306, охлаждающий вентилятор 307 и систему 308 подачи охладителя. Например, система подачи охладителя может содержать бак с охладителем и насос для охладителя для циркуляции жидкого охладителя вокруг двигателя ВЭБ с обеспечением поглощения им сбросного тепла и последующей подачи нагретого жидкого охладителя к радиатору. Радиатор может представлять собой теплообменник, выполненный с возможностью передачи тепла от нагретого жидкого охладителя к окружающему воздуху. Кроме того, охлаждающий вентилятор может приводиться в действие для увеличения потока воздуха, проходящего через двигатель и через радиатор, а также для охлаждения жидкого охладителя. Например, жидкий охладитель может проходить из радиатора в бак системы подачи охладителя.

Воздух для горения может подаваться к двигателю ВЭБ через впускную систему 314. Например, впускная система может содержать один или более воздушных фильтров, впускных патрубков, впускных коллекторов, впускных клапанов и т.д. В качестве примера, во впускную систему может поступать холодный окружающий воздух 318 из радиаторной кабины транспортного средства. Выхлопной газ, образующийся при сгорании воздуха и топлива в двигателе ВЭБ, может быть вытеснен через выхлопную систему 316. Например, выхлопная система может содержать один или более выпускных клапанов, выпускных патрубков, выпускных систем для дополнительной обработки, шумоглушителей и т.д. После прохождения через выхлопную систему выхлопной газ может быть выпущен в окружающий воздух 322 снаружи транспортного средства.

В дополнение к подаче в качестве поступающего воздуха во впускную систему, холодный окружающий воздух из радиаторной кабины также может быть подан в компрессор ВЭБ после прохождения через воздушный фильтр 320. После сжатия компрессором ВЭБ воздух под давлением может быть подан в воздушный резервуар через первый обратный клапан 326. Например, первый обратный клапан может представлять собой односторонний механический клапан, который открывается для обеспечения возможности прохождения воздуха из компрессора ВЭБ в воздушный резервуар и закрывается для предотвращения прохождения воздуха из воздушного резервуара в компрессор. Кроме того, сжатый воздух из компрессора может быть охлажден с использованием охлаждающего устройства 309 компрессора (например, комбинированного охлаждающего устройства) перед подачей в воздушный резервуар. Охлаждающее устройство компрессора может представлять собой двухсекционный теплообменник, имеющий первую секцию для охлаждения сжатого воздуха и вторую секцию для охлаждения масла компрессора. Холодный окружающий воздух, который находится снаружи транспортного средства и служит в качестве газообразного охладителя в охлаждающем устройстве компрессора, может быть подан в указанное устройство через воздухозаборный патрубок 311. Затем охлаждающее устройство компрессора может передавать тепло от сжатого воздуха окружающему воздуху (например, в первой секции) и передавать тепло от масла компрессора окружающему воздуху (например, во второй секции).

Воздушный резервуар может дополнительно принимать воздух под давлением от одного или более компрессоров 324 транспортного средства. В качестве одного примера, указанные один или более компрессоров транспортного средства могут быть винтовыми мотор-компрессорами, которые приводятся в действие с помощью электроэнергии, подаваемой системной аккумуляторной батареей. В другом примере один или более компрессоров транспортного средства могут быть дополнительно или как вариант приведены в действие с помощью электроэнергии, подаваемой непосредственно зарядным/выпрямительным устройством ВЭБ. Воздух под давлением из указанных одного или более компрессоров транспортного средства может быть подан в воздушный резервуар через второй обратный клапан 328. Например, второй обратный клапан может представлять собой односторонний механический клапан, который открывается для обеспечения возможности прохождения воздуха из указанных одного или более компрессоров в воздушный резервуар и закрывается для предотвращения прохождения воздуха из воздушного резервуара в указанные один или более компрессоров транспортного средства.

Зарядное/выпрямительное устройство может подавать питание постоянного тока к системе 323 нагревания, вентиляции и кондиционирования воздуха (НВКВ) в дополнение к системной аккумуляторной батарее. Система НВКВ может входить в дополнительные электрические компоненты 22, 23 и 24, показанные на фиг. 1. Система НВКВ может содержать, например, преобразователь и компрессор для кондиционирования воздуха. В иллюстративной конфигурации, изображенной на фиг. 3, энергию к нагрузке подает системная аккумуляторная батарея. Однако дополнительно или как вариант, энергию непосредственно к нагрузке может подавать зарядное/выпрямительное устройство ВЭБ, как, например, в иллюстративной конфигурации, изображенной на фиг. 2.

На фиг. 4-6 изображен иллюстративный вариант выполнения ВЭБ 450, который может представлять собой ВЭБ 25, показанный, например, на фиг. 1-3. В частности, на фиг. 4 изображен первый вид 400 в аксонометрии, на котором выделены внутренние компоненты ВЭБ, на фиг. 5 изображен второй вид 500 в аксонометрии, на котором выделены наружные компоненты и поверхности ВЭБ, а на фиг. 6 изображен третий вид 600 в аксонометрии, на котором удалена часть наружной поверхности. Каждый из указанных первого, второго и третьего видов в аксонометрии ориентированы относительно осей 499 координат. В одном примере ВЭБ может быть установлен в транспортном средстве, таком как рельсовое транспортное

средство 10, показанное на фиг. 1, так, что продольная ось транспортного средства расположена параллельно оси X из осей координат, показанных на фиг. 4-6.

Как показано на фиг. 4, ВЭБ содержит компрессор 420 и альтернатор 424, каждый из которых соединен с двигателем 430 через коробку 428 скоростей. В частности, компрессор с возможностью вращения присоединен к коробке скоростей (при помощи первого механического соединения), которая с возможностью вращения присоединена к двигателю (при помощи второго механического соединения), а альтернатор с возможностью вращения присоединен к той же коробке скоростей (при помощи третьего механического соединения), которая с возможностью вращения присоединена к двигателю (при помощи второго механического соединения). Как показано на фиг. 4, вращательное соединение между альтернатором и коробкой скоростей (например, третье механическое соединение) может быть окружено муфтовым корпусом 426.

Каждый из компрессора, альтернатора, двигателя и коробки скоростей смонтированы на верхней поверхности 404 общей базовой рамы 402 (например, базовой части). Базовая рама является частью корпуса ВЭБ, как показано на фиг. 5 и 6 и описано более подробно ниже. Одно или более устройств из компрессора, альтернатора, двигателя и коробки скоростей могут быть присоединены к базовой раме с помощью опорной рамы 418. Опорная рама, например, может уменьшать вибрации, передаваемые между базовой рамой и присоединенными компонентами. Опорная рама может быть присоединена с возможностью отсоединения к верхней поверхности базовой рамы, например, болтами, винтами или другими крепежными средствами. Аналогичным образом, двигатель, компрессор и альтернатор могут быть присоединены с возможностью отсоединения к опорной раме и/или базовой раме болтами, винтами или другими крепежными средствами. Таким образом, при присоединении к базовой раме и/или опорной раме (например, болтами, винтами или другими крепежными средствами) двигатель, компрессор и альтернатор прочно удерживаются на месте относительно базовой рамы и относительно друг друга. Компрессор, альтернатор и двигатель расположены относительно друг друга в треугольной конфигурации, которая обозначена треугольником 432, показанным пунктирными линиями, при этом компрессор и альтернатор расположены смежно друг с другом и параллельно друг другу. В частности, приводные валы альтернатора и компрессора расположены параллельно друг другу и непосредственно присоединены к коробке скоростей с возможностью вращения. Как компрессор, так и альтернатор отделены от двигателя ВЭБ в направлении оси Y (из осей 499 координат) коробкой скоростей. Другими словами, коробка скоростей расположена между двигателем и компрессором и между двигателем и альтернатором в направлении оси Y, параллельной оси вращения приводных валов альтернатора, компрессора и коленчатого вала двигателя. Кроме того, компрессор и альтернатор расположены непосредственно смежно друг с другом в направлении оси X, а их приводные валы смещены относительно друг друга в направлении оси X. Расположение в треугольной конфигурации дает возможность выполнения ВЭБ компактным по размеру, например путем уменьшения длины ВЭБ в направлении оси Y по сравнению с расположением на одной линии (например, когда двигатель, компрессор и альтернатор все расположены на одной линии друг с другом).

Базовая рама имеет первую сторону 406, вторую сторону 408, противоположную (по ширине базовой рамы в направлении оси X) и параллельную первой стороне, третью сторону 410, смежную как с первой стороной, так и со второй стороной и перпендикулярную им, и четвертую сторону 412, противоположную (по длине базовой рамы в направлении оси Y) и параллельную третьей стороне (и смежную как с первой стороной, так и со второй стороной и перпендикулярную им). ВЭБ может быть ориентирован в поперечном направлении транспортного средства, в котором он расположен, как описано более подробно ниже со ссылкой на фиг. 7. Например, длина транспортного средства может проходить в направлении оси X, а ширина транспортного средства может проходить в направлении оси Y относительно осей координат. Кроме того, третья сторона может быть ориентирована в направлении стороны свежего воздуха/холодной стороны транспортного средства ("стороны А"), тогда как четвертая сторона ориентирована в направлении горячей стороны транспортного средства ("стороны В"). Помимо этого, первая сторона может быть расположена вблизи кабины оператора транспортного средства, тогда как вторая сторона может быть расположена вблизи радиаторной кабины транспортного средства. Кроме того, как показано на фиг. 4, двигатель установлен ближе к четвертой стороне, чем компрессор и альтернатор, которые расположены ближе к третьей стороне. Относительная ориентация ВЭБ внутри транспортного средства и расположение внутренних компонентов ВЭБ может, например, обеспечивать возможность подачи холодного воздуха к двигателю и компрессору.

Общая базовая рама выполнена с возможностью установки ВЭБ в транспортном средстве при помощи вилочного погрузчика. Базовая рама содержит одно или более опорных средств, показанных на фиг. 4-6 в виде удлиненных полостей 414а и 414b, предназначенных для размещения в них зубьев вилочного погрузчика. Таким образом, опорные средства могут обеспечивать возможность как установки ВЭБ в транспортном средстве, так и удаления ВЭБ из транспортного средства вилочным погрузчиком. Указанные удлиненные полости могут быть выполнены также с возможностью размещения в них крепежей для грузоподъемных строп или крепежных узлов. Удлиненные полости (или каналы), расположенные параллельно друг другу (но со смещением относительно друг друга), проходят по длине базовой рамы (например, в направлении оси Y) и расположены на противоположных концах по ширине базовой рамы

(например, в направлении оси X). Например, каждая удлиненная полость может образовывать непрерывную полость, по существу, постоянной ширины (например, в направлении оси X) и высоты (например, в направлении оси Z), которая проходит от первого проема на третьей стороне ко второму проему на четвертой стороне. Каждая удлиненная полость может быть полностью огорожена стенками базовой рамы, за исключением указанных проемов на третьей и четвертой сторонах. Кроме того, удлиненные полости могут быть разнесены так, что ширина (в направлении оси X) между первыми проемами (по третьей стороне) и вторыми проемами (по четвертой стороне) совпадает с шириной между зубьями вилочного погрузчика. Таким образом, зубья могут задвигаться в удлиненные полости базовой рамы либо со стороны А, либо со стороны В.

Кроме того, после установки в транспортном средстве базовая рама может быть прикреплена к транспортному средству с помощью монтажных отверстий под болты. На фиг. 4 и 5 показаны монтажные отверстия 416с и 416b под болты, а на фиг. 6 показаны монтажные отверстия 416с и 416d под болты. В качестве примера, монтажные отверстия под болты могут служить в качестве крепежных узлов, находящихся в удлиненных полостях. Все монтажные отверстия под болты расположены у проема одной из удлиненных полостей, по одному отверстию у каждого проема, и размещены в прямоугольной конфигурации относительно друг друга так, что они расположены у наружных углов базовой рамы.

Как показано на фиг. 5, базовая рама заключена в наружный корпус 502, который имеет верхнюю стенку 504, первую боковую стенку 506, вторую боковую стенку 508, противоположную и параллельную первой боковой стенке, третью боковую стенку 510, перпендикулярную каждой из первой и второй боковых стенок, и четвертую боковую стенку 512, противоположную и параллельную третьей боковой стенке (а также расположенную смежно с первой и второй боковыми стенками перпендикулярно им). Наружный корпус может иметь прямоугольную форму. В частности, верхняя стенка расположена перпендикулярно каждой из первой, второй, третьей и четвертой боковых стенок и параллельно верхней поверхности базовой рамы. Кроме того, каждая из первой, второй, третьей и четвертой боковых стенок расположена перпендикулярно базовой раме и присоединена между верхней стенкой и базовой рамой. Первая боковая стенка может быть расположена заподлицо с первой стороной базовой рамы, вторая боковая стенка может быть расположена заподлицо со второй стороной базовой рамы, третья боковая стенка может быть расположена заподлицо с третьей стороной базовой рамы, а четвертая боковая стенка может быть расположена заподлицо с четвертой стороной базовой рамы. Таким образом, когда наружный корпус присоединен к базовой раме, указанные корпус и рама образуют прямоугольное ограждение, в котором полностью находятся во внутренней части наружного корпуса двигатель, компрессор и альтернатор. Кроме того, первый проем каждой из удлиненных полостей расположен непосредственно под третьей боковой стенкой, а второй проем каждой из удлиненных полостей расположен непосредственно под четвертой боковой стенкой.

На верхней стенке наружного корпуса расположен (например, непосредственно присоединен к ней) воздуховод 522, который имеет проем 524, расположенный перпендикулярно верхней стенке и заподлицо с третьей боковой стенкой. Воздуховод проходит по длине верхней стенки (например, в направлении Y) параллельно первой боковой стенке и второй боковой стенке до его изгиба в направлении первой боковой стенки в местоположении вблизи четвертой боковой стенки. Воздуховод присоединен к внутреннему воздуховоду 622, показанному на фиг. 6, у проема 624. Например, указанный проем может содержать первый конец внутреннего воздуховода, а также отверстие в верхней стенке (не видно на фиг. 6). Внутренний воздуховод, расположенный внутри наружного корпуса (не виден на фиг. 6), непосредственно присоединен к охлаждающему устройству 626 компрессора (например, с помощью второго конца внутреннего воздуховода). Таким образом, воздуховод может подавать охлаждающий поток воздуха от стороны А к охлаждающему устройству компрессора, расположенному у стороны В, с обеспечением в результате большей передачи тепла к охлаждающему устройству компрессора, чем в случае подачи воздуха от стороны В.

Охлаждающее устройство компрессора, в свою очередь, может быть присоединено по текучей среде к компрессору для подачи охлаждающего потока воздуха к компрессору.

Двигатель может быть регулироваться, по меньшей мере частично, с помощью управляющего блока 434 двигателя, показанного на фиг. 4 и 6. Например, управляющий блок двигателя может входить в состав управляющего блока ВЭБ, показанного на фиг. 2 и 3. Работа двигателя, компрессора и альтернатора рассмотрена более подробно ниже со ссылкой на фиг. 8. Воздух может быть подан к двигателю через воздухоприемник 516 двигателя, показанный на фиг. 5 и расположенный в проеме в третьей боковой стенке (например, на стороне А). Аналогичным образом, воздух может быть подан к компрессору через воздухоприемник 514 компрессора, расположенный в проеме в третьей боковой стенке смежно с воздухоприемником двигателя. Сжатый компрессором воздух может выходить из компрессора (и из ВЭБ) через выпускное отверстие 422 компрессора, расположенное в проеме в третьей боковой стенке ниже воздухоприемника двигателя по вертикали, после чего может быть подан в воздушный резервуар, как описано выше со ссылкой на фиг. 2 и 3. Электроэнергия, вырабатываемая альтернатором, может быть подана, помимо других электрических нагрузок, к аккумуляторной батарее 612 ВЭБ, показанной на фиг. 6. Аккумуляторная батарея ВЭБ может быть присоединена к верхней поверхности базовой рамы вблизи

первой стороны. Аккумуляторная батарея ВЭБ может обеспечивать энергию для запуска двигателя, например, в дополнение к подаче энергии к нагрузкам, находящимся внутри электрического шкафа 610. В электрическом шкафу может быть размещено, например, электрическое управляющее средство сопряжения.

Как показано на фиг. 6, радиатор 620 расположен на базовой раме (например, присоединен к ней) за двигателем относительно оси Y, смежно с четвертой стороной и второй стороной. Радиатор расположен смежно с охлаждающим устройством компрессора вдоль четвертой стороны 412 базовой рамы. Как радиатор, так и охлаждающее устройство компрессора могут быть присоединены непосредственно к верхней поверхности базовой рамы. Смежное расположение (например, бок о бок в направлении X) радиатора и охлаждающего устройства компрессора может дополнительно уменьшить размер ВЭБ по сравнению со случаем, когда они расположены на одной линии (например, в направлении Y).

Решетка 518, показанная на фиг. 5, присоединенная к третьей боковой стенке наружного корпуса и имеющая отверстия, может обеспечивать возможность прохождения воздуха от стороны А через компрессор, альтернатор и двигатель к радиатору, расположенному вблизи стороны В. Кроме того, выхлопные газы, образующиеся в результате работы двигателя, могут быть выпущены из ВЭБ через выпускной канал 520. Выпускной канал может иметь проем, который расположен в верхней стенке наружного корпуса и через который дополнительные компоненты выхлопной системы (такие как выхлопной патрубок, шумоглушитель и т.д.) могут быть присоединены по текучей среде к двигателю. В различных местах к наружному корпусу могут быть присоединены дополнительные вентиляционные патрубки, решетки, каналы и панели, например, при помощи болтов или винтов с обеспечением возможности доступа к внутренним компонентам ВЭБ для технического обслуживания в то время, когда они установлены в транспортном средстве, без удаления ВЭБ из транспортного средства. В качестве примера, в различных местах к наружному корпусу (например, к верхней стенке, третьей боковой стенке и четвертой боковой стенке) могут быть присоединены каналы для повторного заполнения маслом (например, для двигателя, коробки скоростей и компрессора).

На фиг. 7 схематически изображен пример относительного расположения ВЭБ, показанного на фиг. 4-6, внутри транспортного средства 700. На фиг. 7 сторона А, обозначенная на фиг. 4-6, обращена от страницы, а сторона В обращена к странице. В одном варианте выполнения транспортное средство может быть рельсовым транспортным средством, содержащим несколько локомотивов и/или вагонов, непосредственно присоединенных друг к другу и расположенных в один ряд. Как показано на фиг. 7, транспортное средство содержит локомотив 701, содержащий несколько кабин, присоединенных друг к другу на одной и той же платформе 706, и топливный тендерный вагон 714, непосредственно присоединенный к локомотиву. Локомотив содержит первую кабину 702 оператора, вторую кабину 710 оператора, машинную кабину 712 и радиаторную кабину 704, причем каждая из указанных кабин присоединена к одной и той же платформе 706 транспортного средства. Первая кабина оператора является концом локомотива, который может быть задним концом, когда локомотив движется в направлении вперед от второй кабины оператора, расположенной на противоположном конце локомотива. Таким образом, в виде, изображенном на фиг. 7, продольная ось локомотива проходит слева направо. Кроме того, продольная ось локомотива параллельна оси X из осей 499 координат, показанных на фиг. 4-6. В другом варианте выполнения локомотив может не содержать первой кабины 702 оператора (например, он может содержать только вторую кабину оператора, расположенную на противоположном конце локомотива), при этом радиаторная кабина 704 может быть концом транспортного средства (например, к концу радиаторной кабины не могут быть присоединены дополнительные кабины). Машинная кабина содержит двигатель 12, а топливный тендер содержит регазификационный блок (например, испаритель) и топливный бак с жидким природным газом (на фиг. 7 не показан) для подачи газообразного природного газа (ГПГ) к ВЭБ 450 и к двигателю 12. Пример топливного тендерного вагона, присоединенного к локомотиву, и внутренних компонентов топливного тендера и локомотива показан на фиг. 9, как описано подробно ниже.

На чертежах ВЭБ показан установленным на платформе транспортного средства в радиаторной кабине, при этом третья боковая стенка расположена вблизи кабины оператора. В некоторых примерах, таких как показанный на фиг. 7, ВЭБ может быть расположен в радиаторной кабине непосредственно за кабиной оператора. Однако в других примерах ВЭБ может быть установлен дальше от радиаторной кабины, например в задней части радиаторной кабины или около ее задней части. Между кабиной оператора и ВЭБ (например, в стенке, отделяющей кабину оператора от радиаторной кабины) может быть расположен шумоизолирующий материал 708 для снижения количества шума, который возникает при работе ВЭБ и ощущается в кабине оператора. Указанные удлиненные полости расположены перпендикулярно продольной оси транспортного средства, что иллюстрирует возможный способ установки ВЭБ в радиаторную кабину вилочным погрузчиком сбоку (например, со стороны А или стороны В) транспортного средства. Таким образом, можно избежать установки ВЭБ через крышу транспортного средства. Кроме того, проем 524 воздуховода, выполненного на верхней стенке корпуса ВЭБ, расположен у открытой стороны радиаторной кабины, перпендикулярной продольной оси транспортного средства. Таким образом, длина ВЭБ (например, в направлении Y относительно осей координат, показанных на фиг. 4-6) проходит поперек продольной оси транспортного средства. Благодаря расположению воздушных трактов,

ведущих в ВЭБ и из ВЭБ, перпендикулярно продольной оси транспортного средства имеется свободный впускной и выпускной воздушный тракт, ведущий как в ВЭБ, так и из ВЭБ, при этом никакое дополнительное оборудование не препятствует воздушному потоку. Такая конфигурация, наряду с наличием специального воздушного тракта для охлаждающего устройства компрессора (через верхний воздуховод), усиливает охлаждение ВЭБ и повышает общую эффективность ВЭБ. Кроме того, ВЭБ может быть доступен со стороны А или стороны В для выполнения технического обслуживания (например, повторного заполнения маслом), при этом никакое дополнительное оборудование не препятствует доступу, а ВЭБ остается присоединенным к платформе транспортного средства.

На фиг. 9 изображена схема транспортного средства, содержащего локомотив 900 (который может быть аналогичен локомотиву 701, показанному на фиг. 7) и топливный тендер 910 (который может быть аналогичен топливному тендеру 714, показанному на фиг. 7). В частности, на фиг. 9 показан локомотив, присоединенный с возможностью удаления к топливному тендеру. Следует понимать, что к топливному тендеру и/или локомотиву также могут быть присоединены с возможностью отсоединения дополнительные топливные тендеры, грузовые вагоны, локомотивы и/или другие железнодорожные вагоны. В данном примере топливный тендер обеспечивает подачу газообразного природного газа (ГПГ) к локомотиву, как описано более подробно ниже. Локомотив может содержать установленный в нем ВЭБ, такой как ВЭБ, описанный в данном документе и показанный на фиг. 7.

Локомотив и топливный тендер выполнены с возможностью движения по рельсу 902 (или группе рельсов) с помощью колес. В одном примере к локомотиву подается энергия для обеспечения его движения, тогда как к топливному тендеру энергия не подается. Следует понимать, что в других примерах к топливному тендеру также может подаваться энергия для обеспечения его движения, например, при помощи одного или более тяговых двигателей. Кроме того, на фиг. 9 показан контроллер 1020 тендера, расположенный на борту топливного тендера, и контроллер 936 локомотива, расположенный на борту локомотива. Как описано более подробно ниже, контроллер локомотива регулирует работу первичного (например, основного) двигателя 918, а контроллер тендера регулирует работу топливного тендера. Однако контроллер локомотива может передавать к контроллеру тендера сигналы и/или запросы (например, команды), касающиеся работы топливного тендера. Например, первый контроллер локомотива может передавать контроллеру топливного тендера запрос на преобразование жидкого природного газа в газообразный природный газ и передачу газообразного природного газа по одному или более топливопроводам к двигателю первого локомотива, как описано более подробно ниже. Кроме того, контроллер локомотива может содержать команды, сохраненные в нем (например, в памяти контроллера), для передачи запросов к контроллеру тендера и компонентам, расположенным на борту топливного тендера. В этом случае контроллер тендера может управлять исполнительными устройствами и/или компонентами, расположенными на борту топливного тендера, на основании запросов, переданных от контроллера, расположенного на борту локомотива. Как показано на фиг. 9, контроллер тендера и контроллер локомотива обмениваются друг с другом данными при помощи электронных средств.

Локомотив содержит систему 912 двигателя, содержащую первичный двигатель с набором цилиндров. В данном документе первичный двигатель может называться двигателем локомотива. В одном варианте выполнения каждый цилиндр выполнен так, что он содержит по меньшей мере одну форсунку для газообразного топлива и по меньшей мере одну форсунку для жидкого топлива. В изображенном примере локомотив выполнен в виде локомотива с приводом от указанной системы двигателя, который работает с различными топливами, например с первым топливом и вторым топливом. Топлива могут содержать жидкое топливо, такое как дизельное топливо, синтетическое топливо и/или газообразное топливо или их комбинации. В одном примере первичный двигатель представляет собой двухтопливный двигатель, например газовую турбину, двигатель с воспламенением от сжатия или двигателем с искровым зажиганием. Первое топливо является газообразным природным газом, получаемым из топливного тендера через проточное соединение 914 для газообразного природного газа (например, топливопровод), а второе топливо является дизельным топливом, получаемым из дизельного бака-хранилища 916 через проточное соединение 922, расположенное на борту локомотива. Несмотря на то что система двигателя в одном варианте данного изобретения выполнена в виде многотопливного двигателя, работающего на дизельном топливе и природном газе, в других примерах в системе двигателя могут использоваться различные комбинации видов топлива, отличных от дизельного топлива и природного газа.

Первичный двигатель выполнен с обеспечением создания крутящего момента, который передается к блоку 920 преобразования энергии по приводному валу 924. Блок преобразования энергии предназначен для преобразования крутящего момента в электрическую энергию, доставляемую через электрическую шину 928 по меньшей мере к одному тяговому двигателю 932 и к различным электрическим компонентам, расположенным далее в локомотиве. К таким компонентам могут относиться, без ограничения этим, компрессор 940, воздухоудовки 944, аккумуляторные батареи 948, система 934 управления электронными схемами, содержащая один или более контроллеров, отсечные клапаны, регуляторы давления, радиаторы, осветительные средства, бортовые системы текущего контроля, дисплеи, средства климатического контроля (не показаны) и т.п. Указанная электрическая шина также обеспечивает подачу электрической энергии к топливному тендеру.

В зависимости от характера вырабатываемой электрической мощности электрическая шина может быть шиной прямого тока (DC) (как показано на чертежах) или шиной переменного тока (AC). В одном примере блок преобразования энергии содержит альтернатор (не показан), который последовательно присоединен к одному или более выпрямителям (не показаны), преобразующим выходную электрическую мощность альтернатора в электрическую мощность постоянного тока перед передачей по электрической шине. Альтернатор может содержать, например, высокоскоростной генератор, генераторную машину, в которой магнитный поток статора синхронизирован с магнитным потоком ротора, или асинхронную машину.

В зависимости от конфигурации расположенного далее электрического компонента, получающего энергию от электрической шины, могут быть предусмотрены один или более инверторов для инвертирования электроэнергии, полученной от электрической шины, перед подачей электроэнергии к указанному расположенному далее компоненту. В одном примере электроэнергия переменного тока, полученная от электрической шины постоянного тока, может подаваться к нескольким компонентам одним инвертором. В другом неограничивающем примере каждый из набора отдельных инверторов может подавать электроэнергию к отдельному компоненту.

Тяговый двигатель получает электроэнергию от блока преобразования энергии и присоединен к одной или более осям/приводным колесам 952. Таким образом, тяговый двигатель выполнен с возможностью приведения осей/приводных колес в движение по рельсу. Следует понимать, что количество комплектов осей/приводных колес может изменяться и что для каждого комплекта осей/приводных колес могут быть выполнены один или более тяговых двигателей. Тяговый двигатель может быть двигателем переменного тока. Соответственно, инвертор в паре с тяговым двигателем может преобразовывать постоянный ток на входе в соответствующий переменный ток на входе, такой как трехфазный переменный ток на входе для последующего использования тяговым двигателем. В других неограничивающих вариантах выполнения тяговый двигатель может быть двигателем постоянного тока, который использует непосредственно ток на выходе блока преобразования энергии после выпрямления тока и его передачи по шине постоянного тока.

В одной иллюстративной конфигурации локомотив содержит одну пару инвертор/тяговый двигатель на одну ось/приводное колесо. Тяговый двигатель также может быть выполнен с возможностью работы в качестве генератора, обеспечивающего динамическое торможение для торможения локомотива. В частности, во время динамического торможения тяговый двигатель может обеспечивать крутящий момент в направлении, противоположном направлению качения, с генерацией тем самым электроэнергии, которая рассеивается в виде тепла при помощи резисторов (не показаны), присоединенных к электрической шине.

Контроллер локомотива, находящийся на борту локомотива, управляет первичным двигателем путем передачи команд к различным компонентам аппаратных средств для управления двигателем, таким как инверторы, альтернаторы, реле, топливные форсунки, топливные насосы (не показаны) и т.п. В одном примере контроллер локомотива также осуществляет текущий контроль рабочих параметров локомотива в режиме активной работы, холостого хода и при выключенном состоянии. К таким параметрам могут относиться, без ограничения этим, температура воздуха в коллекторе (ТВК), температура окружающей среды, температура масла двигателя, давление воздуха в компрессоре, давление в воздушном резервуаре, напряжение аккумуляторной батареи, состояние заряда в аккумуляторной батарее, давление в тормозном цилиндре и т.п. Контроллер локомотива также содержит машиночитаемую запоминающую среду (не показана), содержащую код для осуществления текущего контроля на борту и управления работой рельсового транспортного средства.

Контроллер локомотива, наряду с отслеживанием регулирования и управления первичным двигателем и другими компонентами локомотива, может быть выполнен с возможностью приема сигналов от различных датчиков двигателя, как описано более подробно в данном документе. Контроллер локомотива может использовать такие сигналы для определения рабочих параметров и условий и, соответственно, регулирования различных исполнительных устройств двигателя для управления работой локомотива. Например, контроллер локомотива может принимать от различных датчиков двигателя сигналы, содержащие, без ограничения этим, скорость вращения двигателя, нагрузку на двигатель, давление наддува, давление выхлопных газов, давление окружающей среды, температуру выхлопных газов, давление в коллекторе и т.п. Соответственно, контроллер локомотива может управлять локомотивом путем отправки команд к различным компонентам, таким как тяговые двигатели, альтернаторы, клапаны цилиндров, дроссели и т.п. Как описано более подробно ниже, контроллер локомотива, по меньшей мере, частично управляет работой топливного тендера путем отправки команд (например, запросов) контроллеру тендера, расположенному на борту топливного тендера. Например, команды, отправленные контроллеру тендера, могут содержать команды для управления различными компонентами на борту топливного тендера, такими как испаритель 1034, насос 1010, бак-хранилище 1012 для жидкого природного газа (ЖПГ) и т.п. В другом примере команды, отправленные контроллеру тендера, могут содержать запросы на получение сжатого природного газа (например, запрос на передачу сжатого природного газа в локомотив). Затем, в ответ на запрос подачи сжатого природного газа контроллер тендера может регулировать один

или более элементов из указанных испарителя, насоса и/или одного или более клапанов, управляющих потоком жидкого природного газа и/или сжатого природного газа, для обеспечения доставки запрошенного сжатого природного газа к локомотиву.

В некоторых примерах испаритель может рассматриваться как регазификационный блок. Для целей данного описания выражение "расположенный на борту", относящееся к компоненту, устройству или другому конструктивному средству, означает, что указанный компонент или устройство физически расположен(о) в описываемом транспортном средстве. Например, в отношении топливного тендера компонент или конструкция, физически расположенная в топливном тендере, является компонентом или конструкцией, расположенной на борту топливного тендера, включая случаи, когда топливный тендер присоединен к локомотиву или другому рельсовому транспортному средству и когда топливный тендер не присоединен к локомотиву или другому рельсовому транспортному средству.

В одном примере машиночитаемая запоминающая среда, имеющаяся в контроллере локомотива, может исполнять код для автоматической остановки или автоматического запуска первичного двигателя путем выполнения программы управления Системой автоматического запуска/остановки двигателя (АЗОД). Как рассмотрено более подробно ниже, контроллер локомотива также обменивается данными с контроллером на борту топливного тендера, например для запроса подачи газообразного природного газа для первичного двигателя. Машиночитаемая запоминающая среда, имеющаяся в контроллере локомотива, может выполнять код для соответствующей передачи и приема таких данных.

Как показано на фиг. 9, топливный тендер присоединен с возможностью отсоединения к локомотиву и содержит оси/колеса 1004, выполненные с возможностью передвижения по рельсу. В изображенном примере топливный тендер содержит шесть пар осей/колес. В другом примере топливный тендер содержит четыре пары осей/колес. Топливный тендер также содержит механический соединительный механизм 1008, который с возможностью отсоединения присоединяет топливный тендер к локомотиву для их совместного движения. В других примерах топливный тендер может содержать второй соединительный механизм (не показан), который может с возможностью отсоединения присоединять топливный тендер к другому рельсовому транспортному средству, такому как грузовой вагон, радиаторная кабина или дополнительный локомотив.

Топливный тендер выполнен с возможностью размещения в нем одного или более баков-хранилищ для топлива. В одном варианте выполнения, как показано на фиг. 9, топливный тендер содержит указанный бак-хранилище для ЖПГ в качестве бортового криогенного бака-хранилища для ЖПГ. Бак-хранилище для ЖПГ представляет собой топливный контейнер, причем топливо, хранящееся в указанном контейнере, представляет собой ЖПГ. В одном примере хранилище для ЖПГ может представлять собой резервуар под давлением с вакуумной рубашкой, в котором находится ЖПГ под давлением в диапазоне от приблизительно 10 фунтов/кв.дюйм (69 кПа) до приблизительно 130 фунтов/кв.дюйм (896 кПа). Следует понимать, что для поддержания ЖПГ в жидком состоянии он может храниться при температуре в диапазоне приблизительно 4-80°C. В другом примере ЖПГ может храниться при температуре выше или ниже 4-80°C. В еще одном примере ЖПГ может храниться при температуре приблизительно 60-120°C. В некоторых примерах, как показано на фиг. 9, топливный тендер содержит криогенный блок 1068 для содействия поддержанию ЖПГ в пределах требуемых диапазонов температуры и давления. В другом примере топливный тендер может не содержать криогенного блока. Даже при наличии достаточной изоляции и криогенного холодильного оборудования тепло может проникать в бак-хранилище для ЖПГ и вызывать испарение части ЖПГ в виде отпарного газа.

Следует также понимать, что бак-хранилище для ЖПГ может иметь различные размеры и конфигурации и может быть выполнен с возможностью удаления из топливного тендера. Кроме того, как показано на фиг. 9, бак-хранилище для ЖПГ выполнен с возможностью приема ЖПГ из внешней заправочной станции через канал 1022. В альтернативных примерах бак-хранилище может восстанавливать запас ЖПГ через другой канал или местоположение в указанном баке-хранилище.

Бак-хранилище для ЖПГ подает ЖПГ через проточное соединение 1026 для криогенного ЖПГ и один или более клапанов 1030 к испарителю. Испаритель преобразует ЖПГ в газообразный или сжатый природный газ (СПГ) или обеспечивает испарение ЖПГ путем подачи к нему тепла. Более конкретно, испаритель обеспечивает испарение ЖПГ с образованием СПГ путем использования нагретой текучей среды, подаваемой к испарителю. Как показано на фиг. 9, нагретая текучая среда для преобразования ЖПГ в СПГ создается теплообменником, расположенным на локомотиве. Теплообменник принимает охлаждающую воду для двигателя из радиатора 972. Охлаждающая вода из первичного двигателя проходит в радиатор для ее охлаждения, а затем направляется обратно в первичный двигатель. Прежде чем охлаждающая вода возвратится в первичный двигатель, она проходит через указанный теплообменник для нагревания вторичной текучей среды, или охладителя. Охладитель, нагретый в теплообменнике, затем прокачивается из теплообменника в испаритель, расположенный в топливном тендере, с помощью насоса 973, а также первого трубопровода 974 для нагретого охладителя и второго трубопровода 1074 для нагретого охладителя. Насос 973 может представлять собой электрический насос, получающий электроэнергию от ВЭБ, расположенного в локомотиве (как показано на фиг. 7 и описано в данном документе). Первый и второй трубопроводы для нагретого охладителя соединены друг с другом разъемной сты-

ковочной муфтой 1076, которая обеспечивает возможность отсоединения топливного тендера от локомотива. Затем охладитель возвращается в теплообменник 970 через первый трубопровод 1078 и второй трубопровод 978. Первый и второй трубопроводы для охладителя соединены друг с другом разъемной стыковочной муфтой 1080, которая обеспечивает возможность отсоединения топливного тендера от локомотива. В альтернативных вариантах выполнения тепло может быть подано к испарителю от другого источника, расположенного на борту локомотива, другого локомотива и/или топливного тендера. Например, тепло может быть подано к испарителю от ВЭБ 25, показанного на фиг. 1.

После этого СПГ подается к первичному двигателю локомотива для снабжения указанного двигателя энергией. СПГ также может быть подан к ВЭБ локомотива, как показано на фиг. 7. Как показано на фиг. 9, СПГ подается к первичному двигателю через первое проточное соединение 1016 и второе проточное соединение 994 и через один или более регулирующих клапанов 1032. В еще одном примере во втором проточном соединении могут быть расположены дополнительные регулирующие клапаны для направления СПГ в дополнительные локомотивы или железнодорожные вагоны. Второе проточное соединение для СПГ содержит разъемную стыковочную муфту 1036, которая обеспечивает возможность отсоединения топливного тендера от локомотива.

В первом варианте выполнения бак-хранилище для ЖПГ может быть баком-хранилищем для ЖПГ с повышенным давлением, в котором ЖПГ поддерживается под давлением, превышающим пороговое давление подачи. В одном примере пороговое давление подачи СПГ может составлять приблизительно 120 фунтов/кв.дюйм (827 кПа). В этом случае давление внутри бака-хранилища для ЖПГ может поддерживаться на уровне выше 120 фунтов/кв.дюйм (827 кПа) (например, 160 фунтов/кв.дюйм (1,1 МПа)), так что СПГ поступает в локомотив при пороговом давлении подачи. В других примерах пороговое давление подачи СПГ может быть выше или ниже 120 фунтов/кв.дюйм (827 кПа), а давление в баке-хранилище для ЖПГ может поддерживаться на уровне выше порогового давления подачи для учета любых потерь давления в системе подачи СПГ. В этом первом варианте выполнения ЖПГ дозированно подается из бака-хранилища к испарителю при помощи клапана или другого дозирующего устройства. СПГ, полученный путем преобразования ЖПГ в испарителе, затем проходит к локомотиву через первое и второе проточное соединение для СПГ. Регулирование или дозирование потока СПГ, проходящего к первому локомотиву, осуществляется при помощи указанного клапана.

Во втором варианте выполнения бак-хранилище для ЖПГ может быть баком-хранилищем для ЖПГ с пониженным давлением, в котором ЖПГ поддерживается под давлением более низким, чем пороговое давление подачи (например, ниже 120 фунтов/кв.дюйм (827 кПа)). Например, бак-хранилище для ЖПГ может поддерживать ЖПГ при пониженном давлении, составляющем 50 фунтов/кв.дюйм (345 кПа). В этом варианте выполнения может быть предусмотрен насос 1010, расположенный в проточном соединении 1026 для обеспечения регулирования потока (например, скорости потока) ЖПГ, поступающего в испаритель, и/или расположенный в первом проточном соединении 1016 для обеспечения регулирования потока (например, скорости потока) СПГ, поступающего в локомотив. В альтернативных вариантах выполнения, дополнительно или как вариант, насос может быть расположен в локомотиве.

Следует понимать, что благодаря преобразованию ЖПГ в СПГ на борту топливного тендера и подаче СПГ к первичному двигателю возможно использование между топливным тендером и локомотивом стандартного трубопровода для газообразного природного газа и стандартных стыковочных муфт. Преимущественно такая конфигурация исключает использование дорогостоящих криогенных труб и стыковочных муфт и решение соответствующих проблем проектирования, что в противном случае было бы необходимо для передачи ЖПГ между топливным тендером и локомотивом. Кроме того, использование таких стандартных проточных и стыковочных муфт для газообразного природного газа низкого давления исключает возможность протечек ЖПГ между топливным тендером и локомотивом.

Компоненты, расположенные в топливном тендере, получают электроэнергию из локомотива. В частности, указанная электрическая шина присоединена к электрической шине 1028 в месте расположения разъемной стыковочной муфты 1014, что обеспечивает возможность отсоединения топливного тендера от локомотива. Электрическая шина топливного тендера (например, электрическая шина 1028) и электрическая шина локомотива (например, электрическая шина 928) могут рассматриваться в данном документе как линии электроэнергии. В одном варианте выполнения рельсовое транспортное средство может содержать одну или более линий электроэнергии, пересекающих пространство между локомотивом и топливным тендером.

Электроэнергия, вырабатываемая в локомотиве, поступает в топливный тендер через электрическую шину локомотива и топливного тендера. К компонентам на борту топливного тендера, принимающим электроэнергию, могут относиться, без ограничения этим, испаритель, контроллер тендера, регулирующие клапаны (например, регулирующие клапаны 1030 и 1032), датчик 1060 давления бака для ЖПГ, датчик 1064 температуры бака для ЖПГ, криогенный блок, расходомеры, датчики температуры окружающего воздуха, компрессоры, воздуходувки, радиаторы, аккумуляторные батареи, осветительные средства, бортовые системы текущего контроля, дисплеи, системы климатического контроля (не показаны) и т.п.

Контроллер тендера, расположенный на борту топливного тендера, регулирует и/или приводит в действие различные компоненты на борту топливного тендера, такие как испаритель, криогенный блок,

регулирующие клапаны, один или более насосов и/или другие компоненты на борту топливного тендера, путем передачи команд к таким компонентам. Команды, переданные контроллером тендера, могут быть основаны на командах, переданных ему от контроллера, расположенного на борту локомотива. Например, контроллер локомотива может отправлять контроллеру тендера запрос на прекращение испарения ЖПГ с прекращением тем самым преобразования ЖПГ в СПГ. В ответ контроллер тендера может воздействовать на испаритель с обеспечением его выключения или прекращения испарения ЖПГ.

Контроллер тендера также может осуществлять текущий контроль рабочих параметров топливного тендера. К таким параметрам могут относиться, без ограничения этим, давление и температура бака-хранилища для ЖПГ, уровень или объем бака-хранилища для ЖПГ, давление и температура в испарителе, температура окружающего воздуха и т.п. В одном примере контроллер тендера может передавать значение топливного показателя, измеренного в баке-хранилище для ЖПГ, к контроллеру на борту локомотива.

Следует понимать, что топливный тендер не ограничен компонентами, изображенными в примере на фиг. 9 и описанными выше. В других примерах топливный тендер может содержать дополнительные или другие компоненты. В качестве примера, топливный тендер может также содержать один или более дополнительных датчиков, расходомеров, регулирующих клапанов и т.п.

Как объяснено выше, топливный тендер, показанный на фиг. 9, может быть присоединен к концу локомотива, содержащего как основной двигатель, так и ВЭБ, такие как основной двигатель и ВЭБ, описанные в данном документе и изображенные в примерной платформе, показанной на фиг. 7.

На фиг. 8 изображена блок-схема иллюстративного способа 800 работы ВЭБ для питания электрических нагрузок транспортного средства и подачи сжатого воздуха в воздушный резервуар транспортного средства. Основной двигатель транспортного средства применительно к фиг. 8 может рассматриваться как просто "двигатель" или "основной двигатель", тогда как двигатель ВЭБ рассматривается как "двигатель ВЭБ". В качестве одного примера ВЭБ представляет собой ВЭБ 25, описанный выше в отношении фиг. 1-3, или ВЭБ 450, изображенный на фиг. 4-7, а основной двигатель представляет собой двигатель 12, показанный на фиг. 1. Команды для осуществления способа 800 и остальных способов, рассмотренных в данном документе, могут быть выполнены с помощью управляющей системы транспортного средства (например, управляющей системы 14, показанной на фиг. 1-3) и/или управляющего блока ВЭБ (например, управляющего блока 214 ВЭБ, показанного на фиг. 2 и 3), на основании команд, сохраненных в памяти управляющей системы транспортного средства и/или управляющего блока ВЭБ. Например, по меньшей мере часть способа 800 может быть выполнена с помощью управляющей системы транспортного средства в комбинации с различным датчиками и исполнительными устройствами системы транспортного средства, а остальная часть способа 800 может быть выполнена с помощью управляющего блока ВЭБ в сочетании с сигналами, полученными от управляющей системы транспортного средства и в комбинации с различным датчиками и исполнительными устройствами ВЭБ и системы транспортного средства согласно описанному ниже способу.

Способ 800 начинается на этапе 802 и включает оценку и/или измерение рабочих условий. К рабочим условиям могут относиться скорость двигателя и/или нагрузка, электрическая нагрузка (например, стоковая нагрузка) одного или более двигателей или электрических компонентов транспортного средства, состояние заряда (СЗ) системной аккумуляторной батареи, уровень давления воздуха в воздушном резервуаре транспортного средства (например, воздушном резервуаре 18, показанном на фиг. 1), определение наличия установленного ВЭБ в приемном пространстве транспортного средства, скорость транспортного средства, значение уставки мощности транспортного средства (например, рельсового транспортного средства) и определение того, задействованы ли тормоза транспортного средства или нет. СЗ может представлять собой процент заряда (или уровень заряда) от полной зарядной емкости системной аккумуляторной батареи. К рабочим условиям также может относиться условие включенного состояния основного двигателя (например, сжигания воздуха и топлива) или его отключенного состояния (например, отсутствие сжигания воздуха и топлива). В качестве примера, во время действия отдельных условий, например, когда транспортное средство является неподвижным (например, при скорости транспортного средства равной нулю), соответствующая уставка мощности равна нулю (например, транспортное средство не приводится в движение), тормоза транспортного средства приведены в действие, основной двигатель работает в режиме холостого хода в течение периода времени, превышающего пороговый период, и т.д., основной двигатель может быть выключен для снижения использования топлива. Пороговый период может быть заданным периодом, отличным от нуля и откалиброванным с обеспечением уменьшения частоты выключения и перезапуска основного двигателя системой АЗОД, входящей в управляющую систему транспортного средства. В качестве одного неограничивающего примера пороговый период составляет 15 мин. В некоторых примерах выключение основного двигателя может происходить при наличии всех из указанных отдельных условий, тогда как в других примерах система АЗОД может обеспечивать отключение основного двигателя под действием одного отдельного условия или подгруппы отдельных условий.

На этапе 804 способ 800 включает определение выполнения рабочих условий для включения ВЭБ. В первом примере рабочие условия для включения ВЭБ заключаются в нахождении основного двигателя

в выключенном состоянии. Во втором примере, в дополнение к выключенному состоянию основного двигателя, рабочие условия для включения ВЭБ также заключаются в том, что СЗ системного аккумуляторной батареи меньше порогового СЗ. Пороговое СЗ может быть заданным ненулевым уровнем заряда, например, при котором или выше которого аккумуляторная батарея считается полностью заряженной. В третьем примере, в дополнение к выключенному состоянию основного двигателя, рабочие условия для включения ВЭБ также включают определение того, что подключенная к аккумуляторной батарее электрическая нагрузка разрядит аккумуляторную батарею до уровня СЗ, который меньше заданной пороговой величины, за меньшее время, чем пороговый период. Пороговый период может представлять собой заданный ненулевой период, например в диапазоне от секунд (например, 30 с) до минут (например, 10 мин). В четвертом примере, в дополнение к выключенному состоянию основного двигателя, рабочие условия для включения ВЭБ также заключаются в том, что уровень давления воздуха в воздушном резервуаре меньше порогового уровня давления воздуха. Пороговый уровень давления воздуха может представлять собой заданный ненулевой уровень давления воздуха, при котором или выше которого воздушный резервуар может считаться находящимся на уровне плановой загрузки. В пятом примере, в дополнение к выключенному состоянию основного двигателя, рабочие условия для включения ВЭБ также включают запрос на работу транспортного средства в режиме приведения в движение от аккумуляторной батареи. Например, указанный запрос может заключаться в требовании по крутящему моменту, которое может быть удовлетворено путем обеспечения работы электроприводной движительной установки (например, содержащей тяговые электродвигатели 13, показанные на фиг. 1) без подачи дополнительного крутящего момента от основного двигателя для обеспечения движения. В шестом примере рабочие условия для включения ВЭБ включают запрос на выработку энергии для роботизированной машины, присоединенной к транспортному средству (например, роботизированной машины 30, показанной на фиг. 1). В седьмом примере рабочие условия для включения ВЭБ заключаются в необходимости наличия тяговой мощности, которая превышает выходную мощность основного двигателя и аккумуляторной батареи. В восьмом примере рабочие условия для включения ВЭБ включают запрос на выработку тепла для регазификационного блока тендерного вагона транспортного средства (например, для испарителя 1034, показанного на фиг. 9) или выработку электроэнергии для насоса охлаждающей системы, который нагнетает нагретый охладитель в регазификационный блок. Таким образом, в некоторых примерах рабочие условия для включения ВЭБ заключаются в том, что основной двигатель находится в выключенном состоянии, а в других примерах рабочие условия для включения ВЭБ заключаются в том, что двигатель находится во включенном состоянии. Рабочие условия для включения ВЭБ могут считаться выполненными при наличии одного или более указанных рабочих условий.

Если рабочие условия для включения ВЭБ не удовлетворены (например, если не имеется ни одного из рабочих условий для включения ВЭБ), то способ 800 переходит к этапу 806 и включения ВЭБ не происходит. Например, двигатель ВЭБ остается в состоянии покоя без возникновения сгорания в цилиндрах двигателя ВЭБ. По меньшей мере, в некоторых примерах управляющий блок ВЭБ может поддерживаться в режиме пониженного питания или в спящем режиме, когда двигатель ВЭБ выключен. Кроме того, основной двигатель поддерживается в его текущем рабочем состоянии. Например, если основной двигатель находится в выключенном состоянии, то он остается выключенным, пока не поступит команда на его включение. Аналогичным образом, если основной двигатель находится во включенном состоянии, то он остается включенным, пока не поступит команда на его выключение. После этапа 806 способ 800 завершается.

Если на этапе 804 удовлетворены рабочие условия для включения ВЭБ, способ 800 продолжают этапом 812 и осуществляют запуск и эксплуатацию двигателя ВЭБ при базовом уровне крутящего момента. Например, управляющая система транспортного средства может подавать управляющему блоку ВЭБ команду на включение питания и начало работы двигателя ВЭБ. Начало работы может включать запуск двигателя ВЭБ (например, с помощью стартерного двигателя 310, показанного на фиг. 3) и подачу топлива в двигатель ВЭБ (например, с помощью топливной системы 304 ВЭБ, показанной на фиг. 3) для инициирования горения, повышения скорости на выходном вале двигателя ВЭБ до базового уровня и поддержания работы при указанном базовом уровне. Как описано выше со ссылкой на фиг. 2-4, двигатель ВЭБ может быть присоединен с возможностью вращения как к компрессору, так и к альтернатору при помощи коробки скоростей. Базовый уровень может соответствовать заданной величине крутящего момента (или скорости на выходном вале) двигателя ВЭБ, откалиброванной с получением достаточной вращательной энергии для обеспечения работы одной или более электрических нагрузок (например, хозяйственно-бытовых нагрузок) транспортного средства, в том числе хозяйственно-бытовых нагрузок, с использованием электроэнергии, вырабатываемой альтернатором. Указанные одна или более электрических нагрузок могут содержать, например, осветительные средства, систему НВКВ, коммуникационное оборудование транспортного средства, блок регазификации природного газа транспортного средства и фильтры двигателя.

Таким образом, в первом примере инициирование работы ВЭБ происходит в ответ на выключение основного двигателя независимо от СЗ аккумуляторной батареи, электрической нагрузки, подключенной к аккумуляторной батарее, или уровня давления воздуха в воздушном резервуаре. Во втором примере

иницирование работы ВЭБ происходит в ответ на наличие СЗ системной аккумуляторной батареи, которое ниже пороговой величины СЗ, при выключенном основном двигателе. В третьем примере инициирование работы ВЭБ происходит в ответ на определение того, что стоковая нагрузка, подключенная к аккумуляторной батарее, разрядит ее до уровня СЗ, который меньше порогового СЗ, за меньшее время, чем пороговый период, при выключенном основном двигателе. В четвертом примере инициирование работы ВЭБ происходит в ответ на наличие в воздушном резервуаре уровня давления воздуха, который ниже порогового уровня, при выключенном основном двигателе. В пятом примере инициирование работы ВЭБ происходит в ответ на запрос работы транспортного средства в режиме приведения в движение от аккумуляторной батареи при выключенном основном двигателе. В шестом примере инициирование работы ВЭБ происходит в ответ на запрос выработки электроэнергии для роботизированной машины независимо от того, находится ли основной двигатель во включенном или выключенном состоянии. В седьмом примере инициирование работы ВЭБ происходит в ответ на потребность в тяговой мощности, превышающей выходную мощность основного двигателя и аккумуляторной батареи, независимо от СЗ аккумуляторной батареи, подключенной к ней электрической нагрузки или уровня давления воздуха в воздушном резервуаре. В восьмом примере инициирование работы ВЭБ происходит в ответ на запрос выработки тепла для газификационного блока или выработки электричества для насоса охлаждающей системы.

На этапе 814 способ 800 включает подачу энергии от альтернатора к указанным одной или более электрическим нагрузкам через зарядное/выпрямительное устройство ВЭБ. Альтернатор преобразует механическую энергию (например, создаваемую вращением двигателя) в электрическую энергию в виде переменного тока. Зарядное/выпрямительное устройство получает переменный ток от альтернатора и преобразует его в прямой ток. Например, зарядное/выпрямительное устройство может быть электрически присоединено к указанным одной или более электрическим нагрузкам для непосредственной подачи питания постоянного тока к указанным одной или более электрическими нагрузками (например, осветительным средствам и системе НВКВ). В качестве другого примера, зарядное/выпрямительное устройство может опосредованно подавать питание постоянного тока к указанным одной или более электрическим нагрузкам путем подачи энергии к системной аккумуляторной батарее, которая затем подает энергию к указанным одной или более электрическим нагрузкам. В одном примере при запуске ВЭБ в ответ на потребность в тяговой мощности, превышающей выходную мощность основного двигателя и аккумуляторной батареи, например, когда основной двигатель работает на полном газе (например, при максимальном значении уставки мощности), хозяйственно-бытовые, электрические нагрузки транспортного средства могут приводиться в действие с помощью ВЭБ, а не основного двигателя, что дает возможность использования большей части крутящего момента основного двигателя для движения транспортного средства. Кроме того, электроэнергия, вырабатываемая основным двигателем (например, с помощью альтернатора 11, показанного на фиг. 1), может быть подана к тяговым электродвигателям (либо непосредственно, либо опосредованно через аккумуляторную батарею) для содействия движению. Более того, любая дополнительная электроэнергия, вырабатываемая ВЭБ и не потребляемая хозяйственно-бытовыми нагрузками транспортного средства, может быть подана к тяговым электродвигателям (либо непосредственно, либо опосредованно через аккумуляторную батарею) для дополнительного содействия продвижению. В качестве другого примера, при запуске ВЭБ в ответ на запрос работы транспортного средства в режиме приведения в движение от аккумуляторной батареи, когда основной двигатель выключен, зарядное/выпрямительное устройство может подавать энергию к системной аккумуляторной батарее (или движительно-му блоку аккумуляторных батарей) и/или непосредственно к тяговым электродвигателям, а также может дополнительно подавать энергию к другим, хозяйственно-бытовым нагрузкам транспортного средства. В еще одном примере при запуске ВЭБ в ответ на запрос выработки электроэнергии для роботизированной машины зарядное/выпрямительное устройство может подавать энергию непосредственно к указанной роботизированной машине. Например, энергия может быть подана только к роботизированной машине, например, когда основной двигатель включен и снабжает энергией аккумуляторную батарею и хозяйственно-бытовые нагрузки транспортного средства. В альтернативном примере энергия, вырабатываемая ВЭБ, может быть подана, помимо роботизированной машины, к электрическим нагрузкам транспортного средства, в том числе хозяйственно-бытовым нагрузкам.

На этапе 816 способ 800 включает регулирование работы двигателя ВЭБ на основании давления воздуха в воздушном резервуаре и СЗ системной аккумуляторной батареи. Управляющий блок ВЭБ может принимать сигнал, указывающий на СЗ, и другой сигнал, указывающий на давление воздуха в воздушном резервуаре, от управляющей системы транспортного средства и автоматически регулировать подачу топлива в двигатель ВЭБ в ответ на принятые сигналы для регулирования выходного крутящего момента (или скорости на выходном вале) двигателя ВЭБ от базового уровня. Например, при пониженном СЗ и/или пониженном давлении воздуха управляющий блок ВЭБ может увеличивать количество топлива, подаваемого к двигателю ВЭБ, до большей величины с увеличением тем самым скорости вращения и выходного крутящего момента двигателя ВЭБ. Затем по мере увеличения СЗ и/или давления воздуха управляющий блок ВЭБ может уменьшать количество топлива, подаваемого к двигателю, от указанной большей величины до количества, обеспечивающего работу двигателя ВЭБ на базовом уровне. В качестве одного примера, управляющий блок ВЭБ может вводить давление воздуха и СЗ в одну или

более таблиц поиска, алгоритмы или карты и выводить количество топлива, которое необходимо подать в двигатель ВЭБ. Таким образом, возможна подача большего количества топлива, когда требуется большая нагрузка, например, когда требуется более высокая скорость вращения альтернатора (например, когда СЗ системной аккумуляторной батареи является пониженным, стоковая нагрузка, подключенная к системной аккумуляторной батарее, является повышенной и/или когда для ВЭБ необходима повышенная электрическая нагрузка), и/или когда требуется более высокая скорость вращения компрессора (например, когда давление воздуха в воздушном резервуаре является пониженным). Взаимосвязи между давлением воздуха и скоростью вращения компрессора, СЗ и скоростью вращения альтернатора, а также выходной мощностью двигателя ВЭБ и скоростью вращения как компрессора, так и альтернатора описаны более подробно ниже в отношении способа 800.

На этапе 818 способ 800 включает определение наличия в воздушном резервуаре давления воздуха меньшего, чем пороговый уровень давления (например, как описано выше для этапа 804). Например, когда давление воздуха находится на указанном пороговом уровне, подача дополнительного сжатого воздуха может вызвать избыточную загрузку воздушного резервуара, что может привести к ухудшению его характеристик, а также к потреблению дополнительного топлива вследствие работы компрессора с увеличением нагрузки на двигатель ВЭБ.

Если давление воздуха меньше порогового уровня, то способ 800 продолжается этапом 820 и включает эксплуатацию компрессора ВЭБ. Эксплуатация компрессора ВЭБ может включать задействование муфты, которая присоединяет приводной вал компрессора ВЭБ к коробке скоростей с обеспечением тем самым присоединения компрессора с возможностью вращения к коленчатому валу двигателя ВЭБ для эксплуатации компрессора ВЭБ при ненулевой скорости вращения.

Эксплуатация компрессора ВЭБ на этапе 820 также включает регулирование скорости вращения компрессора на основании давления воздуха в воздушном резервуаре, как указано на этапе 822. Например, управляющий блок ВЭБ может определять потребное давление воздуха в воздушном резервуаре на основании текущего давления воздуха в резервуаре. Потребное давление воздуха может быть обратно пропорционально давлению воздуха в воздушном резервуаре, так что потребное давление воздуха увеличивается по мере уменьшения давления воздуха. В качестве примера управляющий блок ВЭБ может вводить давление воздуха в резервуаре в одну или более таблиц поиска, алгоритмы или карты и выводить потребное давление воздуха. Затем управляющий блок ВЭБ может определять скорость вращения компрессора, которая обеспечит потребное давление воздуха, с использованием дополнительных одной или более таблиц поиска, алгоритмов или карт. В качестве другого примера, управляющий блок ВЭБ может непосредственно вводить текущее давление воздуха в одну или более таблиц поиска, алгоритмы или карты и выводить соответствующую скорость вращения компрессора. Затем управляющий блок ВЭБ может определять соответствующую скорость вращения двигателя и/или выходной крутящий момент на основании указанной скорости вращения компрессора и подавать топливо к двигателю для обеспечения указанных определенных скорости вращения двигателя и/или выходного крутящего момента. В качестве примера, управляющий блок ВЭБ может вводить скорость вращения компрессора в одну или более таблиц поиска, алгоритмы или карты и выводить соответствующую скорость вращения двигателя (или выходной крутящий момент) и/или количество топлива, которое необходимо подать в двигатель, для введенной скорости вращения компрессора. По мере увеличения определенной скорости вращения компрессора скорость вращения на выходном вале (или крутящий момент) двигателя ВЭБ (и, следовательно, количество топлива, подаваемого к двигателю ВЭБ) увеличивается.

Кроме того, поскольку разность между текущим давлением воздуха и пороговым уровнем давления воздуха увеличивается (например, давление воздуха уменьшается до значения ниже порогового уровня), определяемая скорость вращения компрессора (и, таким образом, скорость вращения/крутящий момент двигателя ВЭБ и количество топлива) увеличивается на большее значение (например, от базового уровня). Кроме того, когда ВЭБ присоединен к приводному валу компрессора и управляет работой компрессора, выходная электрическая мощность ВЭБ может быть отрегулирована от первого, базового уровня, необходимого для обеспечения электрической мощности для поддержания указанных одной или более электрических нагрузок (например, на этапе 814), до второго, большего уровня выходной электрической мощности.

Эксплуатация компрессора ВЭБ на этапе 820 дополнительно включает подачу воздуха из компрессора ВЭБ в воздушный резервуар, как указано на этапе 824. Таким образом, компрессор ВЭБ может подавать сжатый воздух в воздушный резервуар при выключенном основном двигателе с поддержанием тем самым уровня воздуха в воздушном резервуаре.

Возвращаясь к этапу 818, если давление воздуха не меньше порогового уровня давления воздуха, то способ 800 продолжают этапом 826 и компрессор ВЭБ не задействуют. Например, в ответ на возрастание давления воздуха выше порогового уровня управляющий блок ВЭБ может приводить муфту в расцепленное положение, при котором приводной вал компрессора ВЭБ и коленчатый вал двигателя ВЭБ разъединены. В другом примере, когда при запуске ВЭБ (например, на этапе 812) давление воздуха уже находится на пороговом уровне или превышает его, в ответ на это управляющий блок ВЭБ может поддерживать муфту в расцепленном положении, если компрессор ВЭБ и двигатель ВЭБ уже разъединены. При

отсоединении компрессора ВЭБ от двигателя в результате расцепления муфты компрессор ВЭБ может замедлиться до состояния покоя (или оставаться в состоянии покоя, если он уже отсоединен) с нулевой скоростью вращения и может не подавать сжатый воздух в воздушный резервуар. Вследствие того, что компрессор ВЭБ не используют, когда давление воздуха не меньше порогового давления, может быть уменьшена избыточная загрузка воздушного резервуара. Кроме того, выходной крутящий момент (или скорость на выходном вале) двигателя ВЭБ может быть уменьшен(а) по сравнению со случаем, когда компрессор ВЭБ работает (например, на этапе 820), что приводит к пониженному потреблению топлива.

Независимо от того, работает компрессор или нет, на этапе 828 способ 800 включает определение того, является ли значение СЗ системной аккумуляторной батареи меньшим, чем пороговое СЗ (например, как определено выше на этапе 804). Если СЗ меньше пороговое СЗ, то способ 800 переходит к этапу 830 и включает зарядку системной аккумуляторной батареи с помощью зарядного/выпрямительного устройства ВЭБ. Например, зарядное/выпрямительное устройство ВЭБ может передавать электрический ток через системную аккумуляторную батарею с обеспечением сохранения в ней электроэнергии. Зарядка системной аккумуляторной батареи при помощи зарядного/выпрямительного устройства ВЭБ на этапе 830 также включает регулирование скорости зарядки на основании СЗ аккумуляторной батареи, как указано на этапе 832. В качестве примера, по мере увеличения СЗ с приближением к пороговому СЗ скорость зарядки может уменьшаться. По мере дальнейшего уменьшения СЗ от порогового СЗ скорость зарядки может увеличиваться. Например, управляющий блок ВЭБ может вводить СЗ системной аккумуляторной батареи в таблицу поиска, алгоритм или карту и выводить скорость зарядки для введенного СЗ. Благодаря регулированию скорости зарядки может быть исключена избыточная зарядка системной аккумуляторной батареи, когда СЗ батареи близко к пороговому СЗ, при этом возможно выполнение быстрой зарядки, когда СЗ аккумуляторной батареи удаляется от порогового СЗ. В некоторых примерах скорость вращения альтернатора может быть отрегулирована на основании скорости зарядки. Например, при увеличении скорости зарядки скорость вращения альтернатора может увеличиваться, а при уменьшении скорости зарядки скорость вращения альтернатора может уменьшаться. В качестве другого примера, с увеличением разности между СЗ аккумуляторной батареи и пороговым СЗ (например, при дальнейшем снижении СЗ ниже порогового СЗ) скорость вращения альтернатора (и, следовательно, скорость вращения двигателя и количество топлива) может возрасти на большую величину (например, от базового уровня). Кроме того, когда ВЭБ работает с обеспечением подачи электроэнергии для зарядки системной аккумуляторной батареи, выходная электрическая мощность ВЭБ может быть отрегулирована от первого, базового уровня, необходимого для обеспечения электрической мощности для поддержания указанных одной или более электрических нагрузок (например, на этапе 814), до второго, большего уровня выходной электрической мощности.

Возвращаясь к этапу 828, если СЗ системной аккумуляторной батареи не меньше порогового СЗ, то способ 800 продолжают этапом 834 и не выполняют зарядку системной аккумуляторной батареи с помощью зарядного/выпрямительного устройства ВЭБ. Благодаря отсутствию зарядки системной аккумуляторной батареи, когда СЗ не меньше порогового СЗ, может быть исключена избыточная зарядка аккумуляторной батареи, способная снизить срок службы батареи. Однако зарядное/выпрямительное устройство ВЭБ может продолжать подавать электроэнергию к указанным одной или более электрическим нагрузкам транспортного средства, как описано выше для этапа 814.

На этапе 836 способа 800 определяют, выполнены ли условия для выключения (например, остановки) ВЭБ. В первом примере условия для выключения ВЭБ могут заключаться в отсутствии любых условий для включения ВЭБ (например, как описано выше для этапа 804). Во втором примере условия для выключения ВЭБ могут заключаться в наличии условия для перезапуска основного двигателя, например, когда ВЭБ запускается в ответ на выключение основного двигателя. Условие для перезапуска основного двигателя включает условия, во время которых требуется перезапуск основного двигателя, например, для продвижения транспортного средства в прямом или обратном направлении. Указанные условия могут заключаться в наличии расцепленного состояния тормозов транспортного средства, задействовании привода двигателя, запросе крутящего момента от оператора транспортного средства и т.д. В качестве примера, для наличия условия перезапуска двигателя может быть подтверждено только одно из указанных условий. В третьем примере условия для выключения ВЭБ заключаются в падении выходной электрической мощности ВЭБ ниже заданного уровня. В одном примере заданный уровень может представлять собой вышеописанный базовый уровень. Например, контроллер транспортного средства может осуществлять текущий контроль выходной электрической мощности ВЭБ для определения того, находится ли электрическая мощность ВЭБ на заданном уровне или выше него. В четвертом примере условия для выключения ВЭБ заключаются в увеличении СЗ аккумуляторной батареи со скоростью меньшей, чем первая пороговая скорость. Первой пороговой скоростью является ненулевая скорость, соответствующая увеличению скорости СЗ, которое неспособно поддерживать или увеличивать СЗ аккумуляторной батареи. В пятом примере условия для выключения ВЭБ заключаются в повышении уровня давления воздуха в воздушном резервуаре со скоростью, которая меньше второй пороговой скорости. Второй пороговой скоростью является ненулевая скорость, соответствующая повышению давления в воздушном резервуаре, которое неспособно поддерживать или повышать давление в воздушном резервуаре. Условия для

включения ВЭБ могут считаться выполненными при наличии одного или более указанных условий.

Если условия для выключения ВЭБ не выполнены, то способ 800 может возвращаться к этапу 814 для продолжения подачи энергии от альтернатора ВЭБ к одной или более электрическим нагрузкам транспортного средства при помощи зарядного/выпрямительного устройства ВЭБ. Таким образом, указанные одна или более электрических нагрузок могут продолжать приводиться в действие с помощью ВЭБ. Кроме того, работа двигателя ВЭБ может продолжать регулироваться при изменении давления воздуха в воздушном резервуаре и СЗ системной аккумуляторной батареи (например, на этапе 816). Таким образом, работа двигателя ВЭБ может постоянно регулироваться в соответствии с изменяющимся требованием по нагрузке компрессора и альтернатора.

Если условия для выключения ВЭБ выполнены, то способ 800 переходит к этапу 838 и включает остановку ВЭБ, в том числе двигателя ВЭБ. Например, контроллер транспортного средства может передавать управляющий сигнал в управляющий блок ВЭБ для прекращения подачи топлива в двигатель ВЭБ, приостановке сгорания в двигателе ВЭБ и обеспечения возможности двигателя (и любых компонентов, присоединенных к нему с возможностью вращения, таких как альтернатор и компрессор) замедлиться до состояния покоя. В некоторых примерах, например, когда от основного двигателя не требуется электрической или тяговой мощности и он выключен, основной двигатель может оставаться выключенным. В других примерах, например, когда основной двигатель уже включен и работает, указанный двигатель может оставаться включенным при отсутствии дополнительного командного сигнала для остановки основного двигателя. В других примерах основной двигатель перезапускается в ответ на остановку ВЭБ, например, когда ВЭБ останавливается в ответ на наличие условия перезапуска основного двигателя, падение электрической мощности ВЭБ ниже заданного уровня, увеличение СЗ аккумуляторной батареи со скоростью, которая меньше первой пороговой скорости и/или увеличение уровня давления воздуха в воздушном резервуаре со скоростью, которая меньше второй пороговой скорости. Например, когда ВЭБ останавливается в ответ на наличие условия перезапуска основного двигателя, система АЗОД управляющей системы транспортного средства может перезапускать основной двигатель путем запуска двигателя и подачи топлива и воздуха для инициирования горения. Затем, в ответ на достижение порогового уровня выходной мощности основного двигателя, система АЗОД может передавать управляющий сигнал в управляющий блок ВЭБ для прекращения подачи топлива в двигатель ВЭБ. Пороговый уровень мощности может соответствовать заданному уровню мощности, при котором или выше которого основной двигатель обеспечивает достаточную мощность для подачи энергии к указанным одной или более электрическим нагрузкам транспортного средства, а также для поддержания подачи воздуха в воздушный резервуар (например, с помощью одного или более компрессоров транспортного средства). В качестве другого примера, когда ВЭБ останавливается в ответ на падение выходной электрической мощности ВЭБ ниже заданного уровня, увеличение СЗ аккумуляторной батареи со скоростью меньшей, чем первая пороговая скорость, и/или увеличение уровня давления воздуха в воздушном резервуаре со скоростью меньшей, чем вторая пороговая скорость, перезапуск основного двигателя дает основному двигателю возможность генерировать электрическую мощность, увеличивать СЗ аккумуляторной батареи со скоростью большей, чем первая пороговая скорость, и/или повышать уровень давления воздуха в воздушном резервуаре со скоростью большей, чем вторая пороговая скорость. После остановки ВЭБ управляющий блок ВЭБ может входить в режим пониженной мощности, по меньшей мере, в некоторых примерах. После этапа 838 способ 800 завершается.

Таким образом, работа ВЭБ транспортного средства может зависеть от остановки основного двигателя транспортного средства, от запроса на получение выходной электрической мощности или от запроса на создание давления воздуха для подачи сжатого воздуха в воздушный резервуар транспортного средства, подачи электроэнергии в системную аккумуляторную батарею и/или подачи электроэнергии к одному или более электрическим компонентам транспортного средства. Кроме того, во время работы ВЭБ выходная мощность двигателя ВЭБ может поддерживаться на базовом уровне или выше него на основании потребностей компрессора и альтернатора ВЭБ. Например, двигатель ВЭБ может работать с выходной мощностью на базовом уровне в ответ на наличие в воздушном резервуаре давления воздуха, которое находится на пороговом уровне или превышает его, и в ответ на наличие СЗ системной аккумуляторной батареи, которое равно пороговому СЗ или превышает его. Кроме того, двигатель ВЭБ может работать с выходной мощностью, превышающей базовый уровень, в ответ на наличие давления воздуха, которое ниже порогового давления, и/или наличие СЗ ниже порогового СЗ. В результате уменьшается потребление топлива вследствие остановки основного двигателя (например, во время работы транспортного средства в неподвижном состоянии), при одновременном поддержании давления воздуха в резервуаре с помощью меньшего двигателя ВЭБ и компрессора ВЭБ и одновременном запитывании указанных одного или более электрических компонентов с помощью альтернатора ВЭБ. Таким образом, имеется возможность поддержания пневматических тормозов транспортного средства, а также указанных одного или более электрических компонентов, в том числе осветительных средств транспортного средства, системы НВКВ и других хозяйственно-бытовых нагрузок, в работоспособном состоянии без разряджения системной аккумуляторной батареи. Кроме того, потребление топлива может быть дополнительно уменьшено путем регулирования работы двигателя ВЭБ на основании давления воздуха и СЗ системной аккумуля-

торной батареи, например, путем отсоединения компрессора от двигателя ВЭБ (например, при помощи муфты) для снижения потребности двигателя ВЭБ в мощности.

Технический эффект от остановки основного двигателя с одновременной подачей энергии к указанным одному или более электрическим компонентам с помощью ВЭБ и подачей сжатого воздуха в воздушный резервуар с помощью ВЭБ заключается в продолжении работы указанных одного или более электрических компонентов и пневматических тормозов при одновременном снижении потребления топлива транспортным средством. Кроме того, может быть уменьшен износ основного двигателя благодаря сокращению периодов режима холостого хода двигателя.

Кроме того, благодаря расположению двигателя ВЭБ, компрессора и альтернатора в треугольной конфигурации относительно друг друга может быть уменьшено пространство для монтажа ВЭБ. Благодаря тому, что компрессор и альтернатор присоединены к двигателю ВЭБ через коробку скоростей, компрессор, альтернатор и двигатель ВЭБ могут работать с разными скоростями вращения. Более того, благодаря наличию муфты между двигателем ВЭБ и компрессором компрессор может быть отсоединен от двигателя ВЭБ путем расцепления указанной муфты, когда работа компрессора не требуется, с уменьшением тем самым потребления топлива двигателем ВЭБ. Кроме того, благодаря полному заключению двигателя ВЭБ, компрессора и альтернатора внутри прямоугольного корпуса, который содержит основную раму с удлиненными полостями, предназначенными для размещения в них зубьев вилочного погрузчика, установка и замена ВЭБ внутри транспортного средства могут быть упрощены и ускорены. Благодаря тому, что воздушные тракты, ведущие в ВЭБ и из ВЭБ, расположены перпендикулярно продольной оси транспортного средства, может быть обеспечен свободный впускной и выпускной воздушный тракт, ведущий как в ВЭБ, так и из ВЭБ, при этом никакое дополнительное оборудование не препятствует воздушному потоку. Данная конфигурация, наряду с наличием специального воздушного тракта для охлаждающего устройства компрессора (через воздуховод), улучшает охлаждение ВЭБ и повышает общую эффективность ВЭБ.

Технический эффект от монтажа двигателя ВЭБ, компрессора и альтернатора на общей базовой раме с расположением в треугольной конфигурации заключается в повышении компактности ВЭБ.

В одном варианте выполнения система для локомотива, содержащего основной энергоблок (ОЭБ), присоединенный к альтернатору, и вспомогательный энергоблок (ВЭБ), выполненный с возможностью подачи энергии к одной или более хозяйственно-бытовым нагрузкам локомотива, содержит контроллер с машиночитаемыми командами, которые хранятся в долговременной памяти и при выполнении которых во время работы локомотива контроллер инициирует работу ВЭБ в ответ на по меньшей мере одно из следующих условий: состояние заряда (СЗ) аккумуляторной батареи локомотива меньше заданного порогового уровня, при этом ОЭБ не работает; к аккумуляторной батарее подключена стоковая нагрузка, которая разрядит аккумуляторную батарею до уровня СЗ, который меньше заданного порогового уровня СЗ, за меньшее время, чем заданный период, при этом ОЭБ не работает; и уровень давления воздуха в воздушном резервуаре локомотива ниже заданного порогового уровня давления воздуха, при этом ОЭБ не работает. В первом примере системы указанные команды также обеспечивают выполнение контроллером текущего контроля выходной электрической мощности ВЭБ и реагирование контроллера на неспособность ВЭБ обеспечить выходную электрическую мощность на заданном уровне для инициирования работы ОЭБ вместо ВЭБ. Во втором примере системы, который опционально охватывает первый пример, ВЭБ механически присоединен к валу компрессора, обеспечивающего сжатие воздуха для его хранения в воздушном резервуаре, и, следовательно, выполнен с возможностью механического приведения компрессора в действие для повышения уровня давления воздуха в воздушном резервуаре локомотива выше заданного порогового уровня. В третьем примере системы, который опционально охватывает первый и/или второй примеры, ВЭБ избирательно присоединен к валу компрессора, при этом указанные команды также обеспечивают регулирование контроллером выходной электрической мощности ВЭБ от первого, базового уровня, обеспечивающего подачу электрической мощности для поддержания указанных одной или более хозяйственно-бытовых нагрузок, до второй, большей величины электрической мощности, по меньшей мере, частично на основании того, имеет ли место избирательное присоединение ВЭБ к валу компрессора с приведением тем самым в действие компрессора. В четвертом примере системы, который опционально охватывает один или более из указанных трех примеров или каждый из них, указанные одна или более хозяйственно-бытовых нагрузок локомотива содержат одну или более систем нагревания, вентиляции и кондиционирования воздуха (НВКВ), осветительные средства, коммуникационное оборудование, блок регазификации природного газа локомотива и/или фильтры двигателя, при этом дополнительно под действием указанных команд контроллер, после инициирования работы ВЭБ, обеспечивает запитывание системы НВКВ локомотива, запитывание осветительных средств локомотива, запитывание коммуникационного оборудования, запитывание блока регазификации природного газа и/или восстановление фильтров двигателя с помощью электрической энергии, выработанной ВЭБ. В пятом примере системы, который опционально охватывает один или более из указанных четырех примеров или каждый из них, локомотив содержит электроприводную движительную установку, присоединенную как к аккумуляторной батарее, так и к ВЭБ, при этом указанные команды содержат команды, при выполнении которых во время работы локомотива контроллер обеспечивает управление локомотивом в режи-

ме приведения в движение от аккумуляторной батареи и при работе в указанном режиме направляет электрическую мощность от ВЭБ к электроприводной движительной установке и/или аккумуляторной батарее. В шестом примере системы, который опционально охватывает один или более из указанных пяти примеров или каждый из них, ВЭБ содержит общую базовую раму, одно или более опорных средств, содержащихся в общей базовой раме, и электрическое и управляющее средство сопряжения. В седьмом примере системы, который опционально охватывает один или более из указанных шести примеров или каждый из них, указанные одно или более опорных средств имеют удлиненные отверстия, предназначенные для размещения в них зубьев вилочного погрузчика, крепежей для грузоподъемных строп или крепежных узлов. В восьмом примере системы, который опционально охватывает один или более из указанных семи примеров или каждый из них, электрическое и управляющее средство сопряжения содержит электрические соединения для питания и/или управления, которые автоматически присоединяются к сопрягаемым электрическим средствам сопряжения в локомотиве при установке рамы на место в локомотиве, и автоматически отсоединяются при удалении ВЭБ из локомотива, при этом локомотив и ВЭБ совместно используют общий топливный бак, а один или более насосов обеспечивают подачу топлива к локомотиву и/или ВЭБ из общего топливного бака. В девятом примере системы, который опционально охватывает один или более из указанных восьми примеров или каждый из них, указанные команды также обеспечивают инициирование контроллером работы ВЭБ в дополнение к ОЭБ в ответ на потребность в тяговой мощности, превышающей выходные мощности ОЭБ и аккумуляторной батареи. В десятом примере системы, который опционально охватывает один или более из указанных девяти примеров или каждый из них, указанные команды также обеспечивают инициирование контроллером работы ВЭБ в дополнение к ОЭБ в ответ на запрос выработки тепла для регазификационного блока в тендерном вагоне, присоединенном к локомотиву и содержащем жидкий природный газ, или на запрос выработки электричества для насоса охлаждающей системы, переносящей тепло к регазификационному блоку в тендерном вагоне. В одиннадцатом примере системы, который опционально охватывает один или более из указанных десяти примеров или каждый из них, указанные команды также обеспечивают инициирование контроллером работы ВЭБ в ответ на запрос выработки энергии для роботизированной машины, избирательно присоединяемой к локомотиву.

В другом варианте выполнения способ для локомотива включает приведение двигателя вспомогательного энергоблока (ВЭБ) локомотива в действие с обеспечением подачи электроэнергии к аккумуляторной батарее локомотива в ответ на остановку основного двигателя локомотива и на следующие условия: состояние заряда (СЗ) аккумуляторной батареи ниже заданного порогового уровня СЗ или к аккумуляторной батарее подключена стоковая нагрузка, которая разрядит батарею до уровня СЗ, который меньше заданной пороговой величины СЗ, за меньшее время, чем заданный период, при этом способ включает приведение двигателя ВЭБ в действие с обеспечением подачи сжатого воздуха в воздушный резервуар локомотива в ответ на остановку основного двигателя и наличие в воздушном резервуаре локомотива уровня давления воздуха, который ниже заданного порогового уровня давления воздуха. Первый пример способа дополнительно включает автоматическое регулирование скорости на выходном вале двигателя ВЭБ в зависимости от СЗ аккумуляторной батареи и уровня давления воздуха в воздушном резервуаре, а также включает приведение ВЭБ в действие с обеспечением увеличения скорости на выходном вале двигателя ВЭБ до базового уровня и подачу электроэнергии к электрической нагрузке локомотива в ответ на остановку основного двигателя локомотива, при этом указанная электрическая нагрузка представляет собой систему нагревания, вентиляции и кондиционирования воздуха (НВКВ) локомотива, осветительные средства, коммуникационное оборудование локомотива, блок регазификации природного газа локомотива и/или фильтры двигателя. Второй пример способа, как вариант, охватывает первый пример и дополнительно включает увеличение скорости на выходном вале выше базового уровня в ответ на уменьшение уровня давления воздуха ниже заданного порогового уровня давления воздуха и/или уменьшение СЗ ниже заданного порогового уровня СЗ. Третий пример способа, как вариант, охватывает первый и/или второй примеры и дополнительно включает активацию компрессора ВЭБ путем передачи вращательной мощности от двигателя ВЭБ к компрессору в ответ на уменьшение уровня давления воздуха ниже порогового уровня, а также включает отключение компрессора путем регулирования муфты с обеспечением прекращения передачи вращательной мощности от двигателя к компрессору в ответ на повышение уровня давления воздуха выше порогового уровня. Четвертый пример способа, как вариант, охватывает один или более из указанных трех примеров или каждый из них и дополнительно включает перезапуск основного двигателя и остановку работы ВЭБ в ответ на увеличение СЗ со скоростью, которая меньше ненулевой первой пороговой скорости увеличения, или в ответ на увеличение уровня давления воздуха со скоростью, которая меньше ненулевой второй пороговой скорости увеличения, соответственно во время работы двигателя ВЭБ с обеспечением подачи электроэнергии к аккумуляторной батарее или во время работы двигателя ВЭБ с обеспечением подачи сжатого воздуха в воздушный резервуар. Пятый пример способа, как вариант, охватывает один или более из указанных четырех примеров или каждый из них и дополнительно включает определение факта установки ВЭБ в приемном пространстве локомотива, которое выполнено с возможностью размещения в нем ВЭБ и блока аккумуляторных батарей, а также включает переключение дополнительных электрических нагрузок локомотива

на запитывание с помощью ВЭБ вместо основного двигателя в ответ на работу основного двигателя на полном газе.

В еще одном варианте выполнения система для локомотива содержит основной двигатель, систему для сжатого воздуха, содержащую воздушный резервуар, присоединенный к пневматическим тормозам локомотива, аккумуляторную батарею, предназначенную для запитывания одной или более электрических нагрузок локомотива, вспомогательный энергоблок (ВЭБ), содержащий двигатель ВЭБ, присоединенный с возможностью вращения к компрессору и альтернатору ВЭБ, причем альтернатор выполнен с возможностью подачи энергии к аккумуляторной батарее, а компрессор выполнен с возможностью подачи сжатого воздуха в воздушный резервуар, при этом система содержит контроллер с машиночитаемыми командами, которые хранятся в долговременной памяти и при выполнении которых во время работы локомотива контроллер обеспечивает возможность работы двигателя ВЭБ в ответ на остановку основного двигателя, обеспечивает подачу воздуха к воздушному резервуару из компрессора и подачу электроэнергии к аккумуляторной батарее при помощи альтернатора ВЭБ и обеспечивает возможность автоматического регулирования рабочей скорости вращения двигателя ВЭБ, альтернатора и компрессора на основании уровня заряда аккумуляторной батареи и уровня воздуха в воздушном резервуаре. В первом примере системы автоматическое регулирование рабочей скорости двигателя ВЭБ, альтернатора и компрессора включает увеличение рабочей скорости двигателя ВЭБ и рабочей скорости компрессора в ответ на уменьшение уровня воздуха ниже порогового уровня и увеличение рабочей скорости двигателя ВЭБ и рабочей скорости альтернатора в ответ на уменьшение уровня заряда ниже порогового уровня.

В еще одном варианте система для транспортного средства содержит контроллер с машиночитаемыми командами, которые хранятся в долговременной памяти и при выполнении которых во время работы локомотива контроллер останавливает основной двигатель транспортного средства в ответ на некоторое условие, обеспечивает возможность работы вспомогательного энергоблока (ВЭБ) в ответ на остановку основного двигателя, а также обеспечивает запитывание одной или более нагрузок транспортного средства с помощью ВЭБ и регулирует выходную мощность ВЭБ на основании состояния заряда аккумуляторной батареи транспортного средства и уровня давления воздуха в воздушном резервуаре для пневматических тормозов транспортного средства. В первом примере системы запитывание одной или более нагрузок транспортного средства включает запитывание системы НВКВ транспортного средства, запитывание осветительных средств транспортного средства, зарядку аккумуляторной батареи и/или подачу сжатого воздуха в воздушный резервуар при помощи компрессора ВЭБ. Во втором примере системы, который опционально охватывает первый пример, регулирование выходной мощности ВЭБ включает увеличение крутящего момента на выходе двигателя ВЭБ в ответ на наличие в воздушном резервуаре уровня давления воздуха, который меньше порогового уровня. В третьем примере системы, который опционально охватывает первый и/или второй примеры, указанные машиночитаемые команды также обеспечивают включение контроллером компрессора ВЭБ путем приведения ВЭБ в действие с обеспечением передачи крутящего момента от двигателя ВЭБ к компрессору, а также запуск контроллером компрессора для подачи сжатого воздуха из компрессора в воздушный резервуар в ответ на наличие в воздушном резервуаре уровня давления воздуха, которое меньше порогового уровня. В четвертом примере способа, который опционально охватывает один или более из указанных трех примеров или каждый из них, машиночитаемые команды дополнительно также обеспечивают увеличение контроллером скорости вращения компрессора при уменьшении уровня давления воздуха. В пятом примере системы, который опционально охватывает один или более из указанных четырех примеров или каждый из них, регулирование выходной мощности ВЭБ включает увеличение выходного крутящего момента двигателя ВЭБ в ответ на наличие состояния заряда аккумуляторной батареи, которое ниже порогового уровня. В шестом примере системы, который опционально охватывает один или более из указанных пяти примеров или каждый из них, машиночитаемые команды также обеспечивают активацию контроллером зарядного устройства ВЭБ для подачи энергии к аккумуляторной батарее и регулирование контроллером скорости заряда аккумуляторной батареи при помощи зарядного устройства на основании состояния заряда батареи. В седьмом примере системы, который опционально охватывает один или более из указанных шести примеров или каждый из них, обеспечение возможности работы ВЭБ включает активацию двигателя ВЭБ с обеспечением сжигания топлива и генерации вращательной мощности на базовом уровне и передачу вращательной мощности на базовом уровне к зарядному устройству ВЭБ, которое преобразует ее в электрическую мощность и подает к системе НВКВ и/или осветительным средствам транспортного средства. В восьмом примере системы, который опционально охватывает один или более из указанных семи примеров или каждый из них, регулирование выходной мощности ВЭБ включает регулирование выходной мощности ВЭБ от базового уровня до более высокого уровня, который основан на уровне давления воздуха и состоянии заряда и увеличивается при уменьшении уровня давления воздуха и/или состоянии заряда.

В еще одном варианте способ для транспортного средства включает приведение двигателя вспомогательного энергоблока (ВЭБ) в действие с обеспечением подачи сжатого воздуха в воздушный резервуар транспортного средства и подачи электроэнергии к аккумуляторной батарее транспортного средства в ответ на остановку основного двигателя транспортного средства и автоматическое регулирование скорости на выходном вале двигателя в ответ на уровень заряда аккумуляторной батареи и уровень воздуха в

воздушном резервуаре. В первом примере указанного способа приведение ВЭБ в действие включает сжигание топлива в двигателе ВЭБ для увеличения скорости на выходном вале до базового уровня, передачу вращательной мощности от двигателя ВЭБ к зарядному устройству ВЭБ и подачу электрической мощности от зарядного устройства к электрической нагрузке транспортного средства. Второй пример способа, как вариант, охватывает первый пример и дополнительно включает увеличение скорости на выходном вале выше базового уровня в ответ на уменьшение уровня воздуха ниже порогового уровня воздуха и/или уменьшение состояния заряда ниже порогового уровня заряда. Третий пример способа, как вариант, охватывает первый и/или второй примеры и включает дополнительное увеличение скорости на выходном вале при дальнейшем уменьшении уровня воздуха ниже порогового уровня воздуха и/или дальнейшего уменьшения величины заряда ниже порогового уровня заряда и регулирование скорости на выходном вале до величины, основанной на уровне воздуха и уровне заряда. Четвертый пример способа, как вариант, охватывает один или более из указанных трех примеров или каждый из них и дополнительно включает активацию компрессора ВЭБ путем передачи вращательной мощности от двигателя к компрессору в ответ на уменьшение уровня воздуха ниже порогового уровня воздуха. Пятый пример способа, как вариант, охватывает один или более из указанных четырех примеров или каждый из них и дополнительно включает отключение компрессора путем регулирования муфты с обеспечением прекращения передачи вращательной мощности от двигателя к компрессору в ответ на повышение уровня воздуха выше порогового. Шестой пример способа, как вариант, охватывает один или более из указанных пяти примеров или каждый из них и дополнительно включает продолжение передачи вращательной мощности к зарядному устройству и подачи электроэнергии от зарядного устройства к аккумуляторной батарее в ответ на наличие уровня заряда, который ниже порогового уровня заряда, и автоматическое регулирование скорости на выходном вале двигателя в ответ на уровень заряда аккумуляторной батареи и не в ответ на уровень воздуха в воздушном резервуаре. Седьмой пример способа, как вариант, охватывает один или более из указанных шести примеров или каждый из них и дополнительно включает, в ответ на запрос перезапуска основного двигателя транспортного средства, перезапуск основного двигателя и прекращение работы ВЭБ в ответ на наличие выходной мощности основного двигателя, превышающей пороговый уровень.

На фиг. 4-6 изображены примерные конфигурации с относительным расположением различных компонентов. Если на чертежах элементы находятся в непосредственном контакте друг с другом или непосредственно присоединены друг к другу, то они могут рассматриваться соответственно как непосредственно контактирующие или непосредственно соединенные по меньшей мере в одном примере. Аналогичным образом, элементы, показанные прилегающими или смежными друг с другом, могут быть соответственно прилегающими или смежными друг с другом по меньшей мере в одном примере. В качестве примера, компоненты, расположенные в контакте друг с другом по общей грани, могут называться входящими в контакт по общей грани. В качестве другого примера, элементы, которые расположены отдельно друг от друга и между которыми имеется промежуток и не имеется других компонентов, могут рассматриваться как таковые по меньшей мере в одном примере. В качестве еще одного примера элементы, которые на чертежах расположены выше/ниже друг друга, на противоположных сторонах относительно друг друга или слева/справа друг от друга, могут рассматриваться как таковые относительно друг друга. Кроме того, как показано на чертежах, самый верхний элемент или его самая верхняя точка может рассматриваться как "верх" компонента, а самый нижний элемент или его самая нижняя точка могут рассматриваться как "низ" компонента по меньшей мере в одном примере. Используемые в данном документе термины "верх"/"низ", "верхний"/"нижний", "выше"/"ниже" могут быть определены относительно вертикальной оси чертежей и использоваться для описания положения элементов на чертеже относительно друг друга. По существу, элементы, показанные выше других элементов, расположены выше других элементов по вертикали по меньшей мере в одном примере. В качестве еще одного примера, формы элементов, показанные на чертежах, могут означать, что элементы имеют эти формы (например, являются круговыми, прямолинейными, плоскими, изогнутыми, закругленными, скошенными, наклонными и т.п.). Кроме того, элементы, показанные как пересекающие друг друга, могут рассматриваться как пересекающиеся элементы или пересекающие друг друга элементы по меньшей мере в одном примере. Кроме того, элемент, показанный внутри другого элемента или снаружи другого элемента, может рассматриваться как таковой в одном примере.

Используемую в данном документе форму единственного числа, применяемую в отношении элемента или этапа, следует понимать как не исключающую наличие нескольких указанных элементов или этапов, если на такое исключение не указано в прямой форме. Кроме того, ссылки на "один вариант выполнения" изобретения не исключают наличия дополнительных вариантов выполнения, которые также обладают указанными признаками. Кроме того, если четко не указано иное, варианты выполнения, "содержащие", "включающие" или "имеющие" элемент или элементы, имеющие конкретное свойство, могут содержать дополнительные такие элементы, которые не имеют этого свойства. Слова "включающий" и "в котором" используются в качестве разговорных эквивалентов соответствующих терминов "содержащий" и "где/причем".

Кроме того, слова "первый", "второй", "третий" и т.д. используются исключительно как пояснительные и не означают требований по количеству или конкретному порядку расположения определяе-

мых объектов.

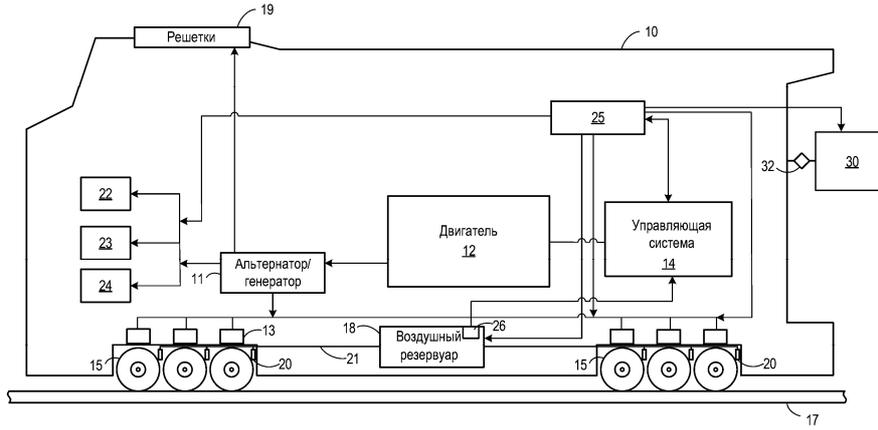
Способы и алгоритмы управления, раскрытые в данном документе, могут храниться в виде выполняемых команд в долговременной памяти и могут быть выполнены управляющей системой, содержащей контроллер в комбинации с различными датчиками, исполнительными устройствами и другими аппаратными компонентами двигателя. Конкретные алгоритмы, описанные в данном документе, могут представлять одну или более из любого числа стратегий обработки, таких как управляемые событиями, управляемые прерываниями, многозадачные, многопоточные и т.п. По существу, различные проиллюстрированные действия, операции и/или функции могут быть выполнены в изображенной последовательности, параллельно или в некоторых случаях опущены. Аналогичным образом, указанный порядок обработки необязателен для достижения свойств и преимуществ иллюстративных вариантов выполнения, описанных в данном документе, и приведен для упрощения иллюстрации и описания. Одно или более из проиллюстрированных действий, операций и/или функций может быть выполнено многократно в зависимости от конкретной используемой стратегии. Кроме того, описанные действия, операции и/или функции могут графически представлять программный код, записываемый в долговременную память машиночитаемой запоминающей среды в управляющей системе двигателя, при этом описанные действия осуществляются путем выполнения команд в системе, содержащей различные аппаратные компоненты двигателя в комбинации с электронным контроллером.

В приведенном описании примеры используются для раскрытия изобретения, в том числе предпочтительного варианта выполнения, а также для обеспечения возможности реализации изобретения на практике, включая изготовление и использование любых устройств или установок и осуществление любых предусмотренных способов, специалистом. Объем правовой охраны изобретения определен формулой изобретения и может охватывать другие примеры, очевидные специалистам в данной области техники. Подразумевается, что такие другие примеры находятся в рамках объема формулы изобретения, если они содержат конструктивные элементы, не отличающиеся от описанных в дословном тексте формулы, или эквивалентные конструктивные элементы, незначительно отличающиеся от описанных в дословном тексте формулы.

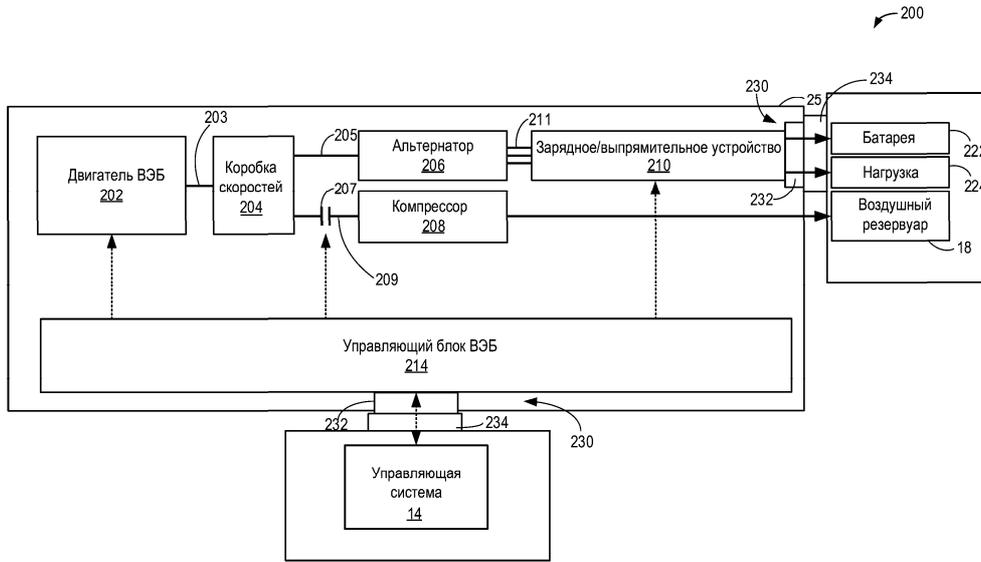
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Рельсовое транспортное средство, содержащее двигатель;
основной энергоблок (ОЭБ), соединенный с альтернатором;
радиаторную кабину, имеющую прямоугольное пространство, расположенное непосредственно над платформой транспортного средства;
вспомогательный энергоблок (ВЭБ), выполненный с возможностью установки в указанном пространстве и содержащий наружный прямоугольный корпус, содержащий базовую часть, верхнюю стенку и четыре боковые стенки, присоединенные между верхней стенкой и базовой частью,
причем двигатель, компрессор и альтернатор смонтированы на базовой части в треугольной конфигурации, причем двигатель расположен вблизи первой из указанных четырех боковых стенок, а компрессор и альтернатор расположены смежно друг с другом вблизи второй из указанных четырех боковых стенок, при этом вторая боковая стенка расположена напротив первой боковой стенки;
воздухозаборник, присоединенный к верхней стенке и проходящий по ее длине от отверстия, выполненного в верхней стенке вблизи первой боковой стенки, до второй боковой стенки, при этом конец воздухозаборника у второй боковой стенки расположен параллельно второй боковой стенке; и
контроллер с машиночитаемыми командами, которые хранятся в долговременной памяти и при выполнении которых во время работы рельсового транспортного средства контроллер инициирует работу ВЭБ в ответ на следующее условие: к аккумуляторной батарее транспортного средства подключена стоковая нагрузка, которая разрядит батарею до уровня состояния заряда (СЗ), который меньше заданной пороговой величины СЗ, за меньшее время, чем заданный период, и при этом ОЭБ не работает.
2. Рельсовое транспортное средство по п.1, в котором базовая часть имеет удлиненные полости, каждая из которых имеет первый проем, расположенный непосредственно под первой боковой стенкой, и второй проем, расположенный непосредственно под второй боковой стенкой, при этом первый и второй проемы расположены непосредственно напротив друг друга по длине базовой части.
3. Рельсовое транспортное средство по п.2, в котором ВЭБ присоединен к указанной платформе с помощью отверстий под болты, выполненных в базовой части, при этом удлиненные полости расположены перпендикулярно продольной оси транспортного средства, а вторая боковая стенка расположена вблизи кабины оператора транспортного средства.
4. Рельсовое транспортное средство по п.2, в котором удлиненные полости расположены параллельно друг другу и выполнены с возможностью размещения в них зубьев вилочного погрузчика.
5. Рельсовое транспортное средство по п.1, в котором как альтернатор, так и компрессор присоединены с возможностью вращения к двигателю через коробку скоростей, расположенную между двигателем и каждым из компрессора и альтернатора.

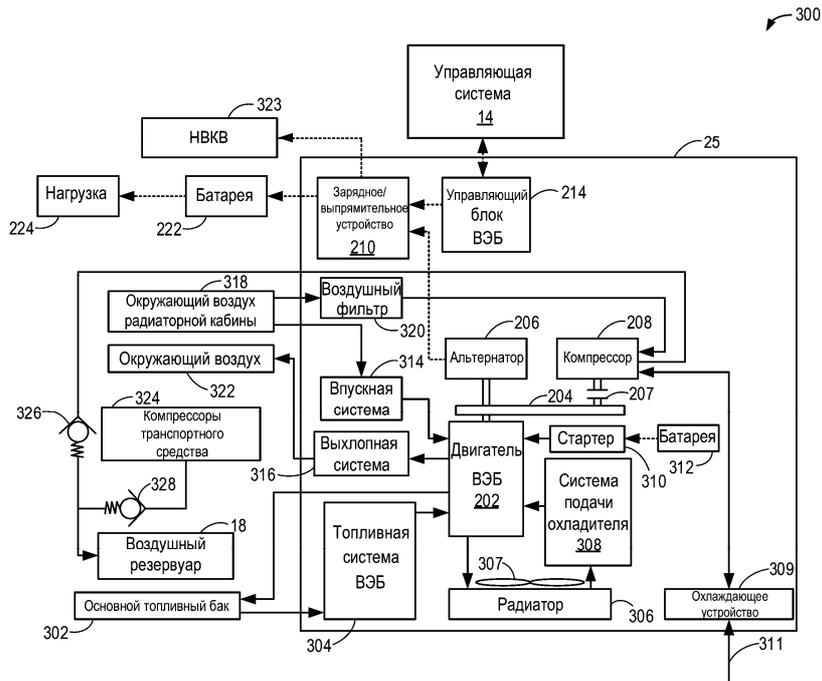
6. Рельсовое транспортное средство по п.1, содержащее основной двигатель;
систему для сжатого воздуха, содержащую воздушный резервуар, присоединенный к пневматическим тормозам;
аккумуляторную батарею, предназначенную для запитывания одной или более электрических нагрузок; и
контроллер с машиночитаемыми командами, которые хранятся в долговременной памяти и при выполнении которых во время работы рельсового транспортного средства контроллер обеспечивает возможность работы двигателя ВЭБ в ответ на остановку основного двигателя, обеспечивает подачу воздуха к воздушному резервуару из компрессора и подачу электроэнергии к аккумуляторной батарее при помощи альтернатора ВЭБ, и
обеспечивает автоматическое регулирование рабочей скорости вращения двигателя ВЭБ, альтернатора и компрессора на основании уровня заряда аккумуляторной батареи и уровня воздуха в воздушном резервуаре.
7. Способ эксплуатации рельсового транспортного средства по пп.1-6, включающий приведение двигателя вспомогательного энергоблока (ВЭБ) рельсового транспортного средства в действие с обеспечением подачи электроэнергии к аккумуляторной батарее рельсового транспортного средства в ответ на остановку основного двигателя рельсового транспортного средства и на следующие условия:
состояние заряда (СЗ) аккумуляторной батареи ниже заданного порогового уровня СЗ; или к аккумуляторной батарее подключена стоковая нагрузка, которая разрядит батарею до уровня СЗ, который меньше заданной пороговой величины СЗ, за меньшее время, чем заданный период, и
приведение двигателя ВЭБ в действие с обеспечением подачи сжатого воздуха в воздушный резервуар рельсового транспортного средства в ответ на остановку основного двигателя и наличие в воздушном резервуаре транспортного средства уровня давления воздуха, который ниже заданного порогового уровня давления воздуха;
определение факта установки ВЭБ в приемном пространстве транспортного средства, выполненном с возможностью размещения в нем ВЭБ и блока аккумуляторных батарей; и
в ответ на работу основного двигателя на полном газе - переключение дополнительных электрических нагрузок транспортного средства на запитывание с помощью ВЭБ вместо основного двигателя.
8. Способ по п.7, в котором автоматически регулируют скорость на выходном валу двигателя ВЭБ в зависимости от СЗ аккумуляторной батареи и уровня давления воздуха в воздушном резервуаре, а также приводят ВЭБ в действие для увеличения скорости на выходном валу двигателя ВЭБ до базовой величины и подают электроэнергию к электрической нагрузке рельсового транспортного средства в ответ на остановку основного двигателя транспортного средства.
9. Способ по п.8, в котором электрическая нагрузка представляет собой систему нагревания, вентиляции и кондиционирования воздуха (НВКВ) рельсового транспортного средства, осветительные средства рельсового транспортного средства, коммуникационное оборудование рельсового транспортного средства, блок регазификации природного газа рельсового транспортного средства и/или фильтры двигателя.
10. Способ по п.8, в котором увеличивают скорость на выходном валу больше базового уровня в ответ на уменьшение уровня давления воздуха ниже заданного порогового уровня давления воздуха и/или уменьшение СЗ ниже заданного порогового уровня СЗ.
11. Способ по п.10, в котором активируют компрессор ВЭБ путем передачи вращательной мощности от двигателя ВЭБ к компрессору в ответ на уменьшение уровня давления воздуха ниже указанного порогового уровня.
12. Способ по п.10, в котором отключают компрессор путем регулирования муфты с обеспечением прекращения передачи вращательной мощности от двигателя к компрессору в ответ на повышение уровня давления воздуха выше указанного порогового уровня.
13. Способ по п.8, в котором в ответ на увеличение СЗ со скоростью, которая меньше ненулевой первой пороговой скорости увеличения, или в ответ на увеличение уровня давления воздуха со скоростью, которая меньше ненулевой второй пороговой скорости увеличения, соответственно во время работы двигателя ВЭБ с обеспечением подачи электроэнергии к аккумуляторной батарее или во время работы двигателя ВЭБ с обеспечением подачи сжатого воздуха в воздушный резервуар, перезапускают основной двигатель и останавливают работу ВЭБ.
14. Способ по п.7, в котором выполняют автоматическое регулирование рабочей скорости двигателя ВЭБ, альтернатора и компрессора, включающее увеличение рабочей скорости двигателя ВЭБ и рабочей скорости компрессора в ответ на уменьшение уровня воздуха ниже порогового уровня и увеличение рабочей скорости двигателя ВЭБ и рабочей скорости альтернатора в ответ на уменьшение уровня заряда ниже порогового уровня.



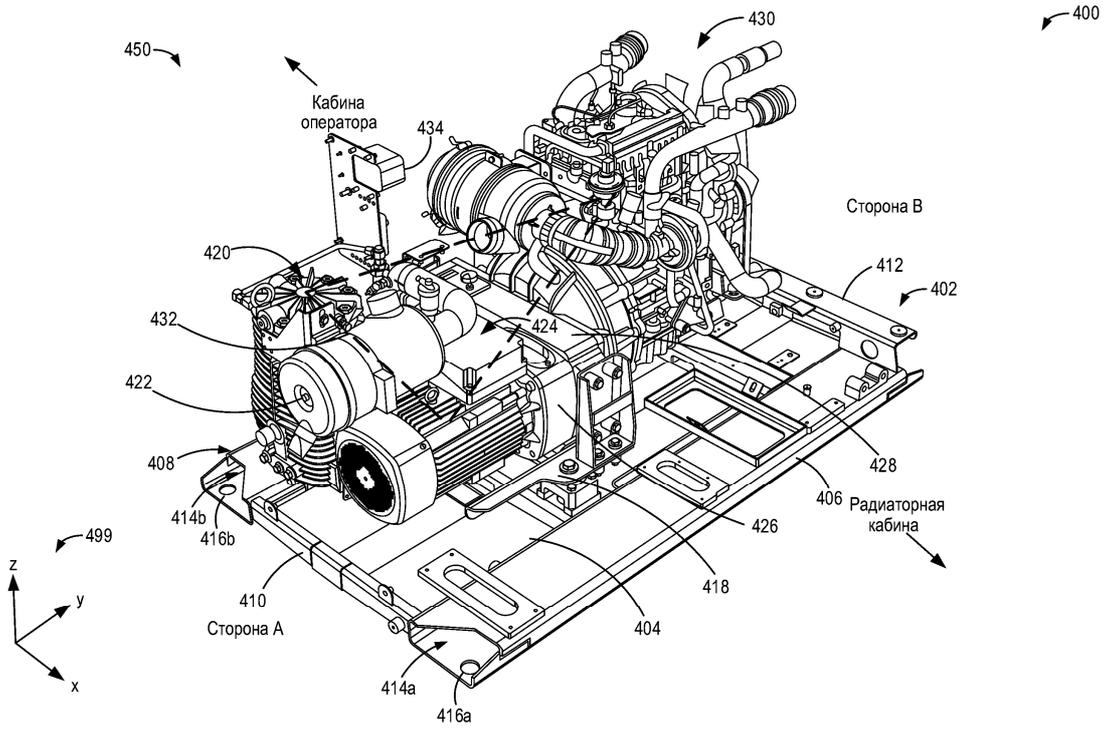
Фиг. 1



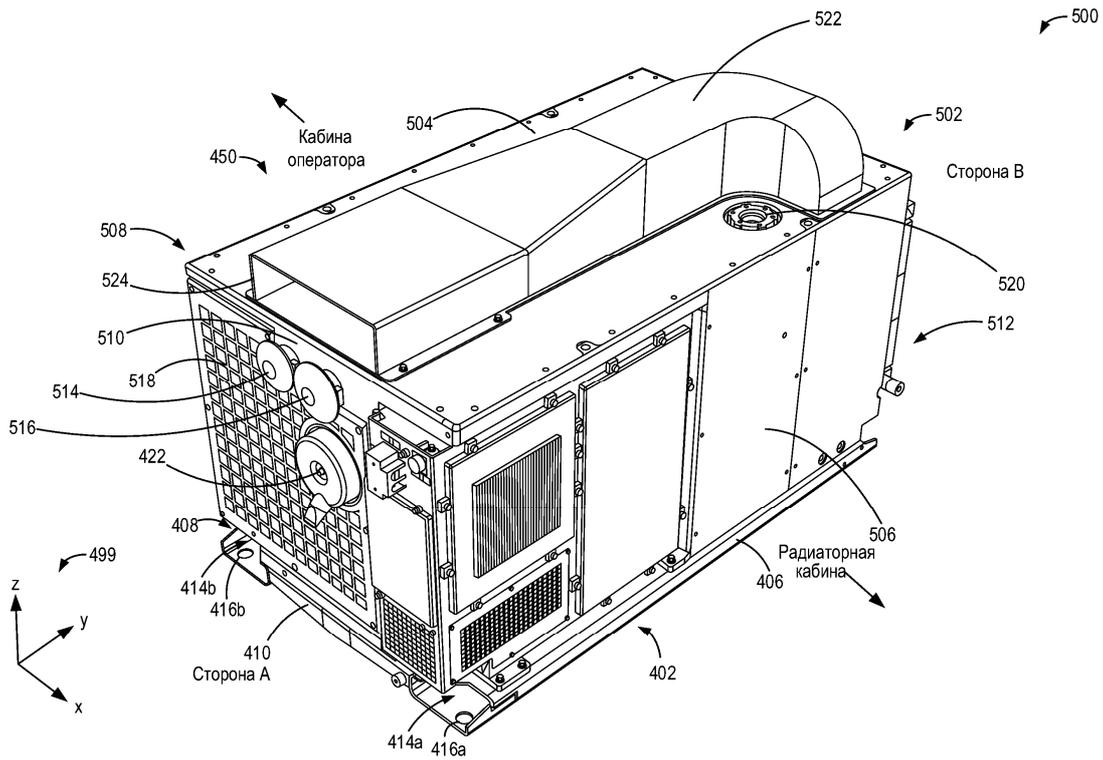
Фиг. 2



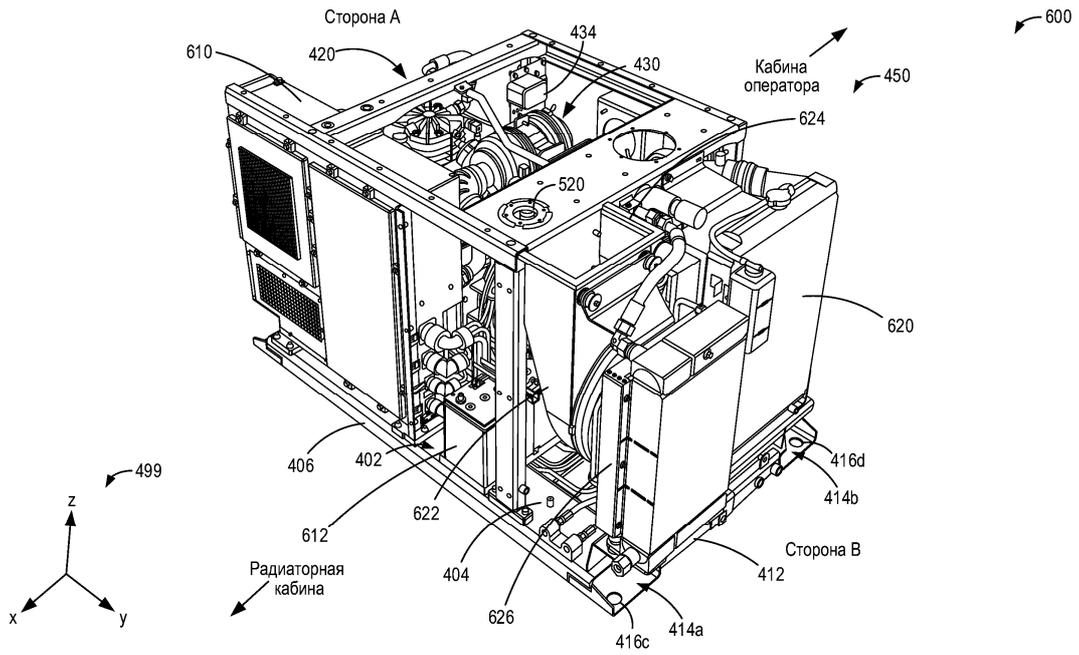
Фиг. 3



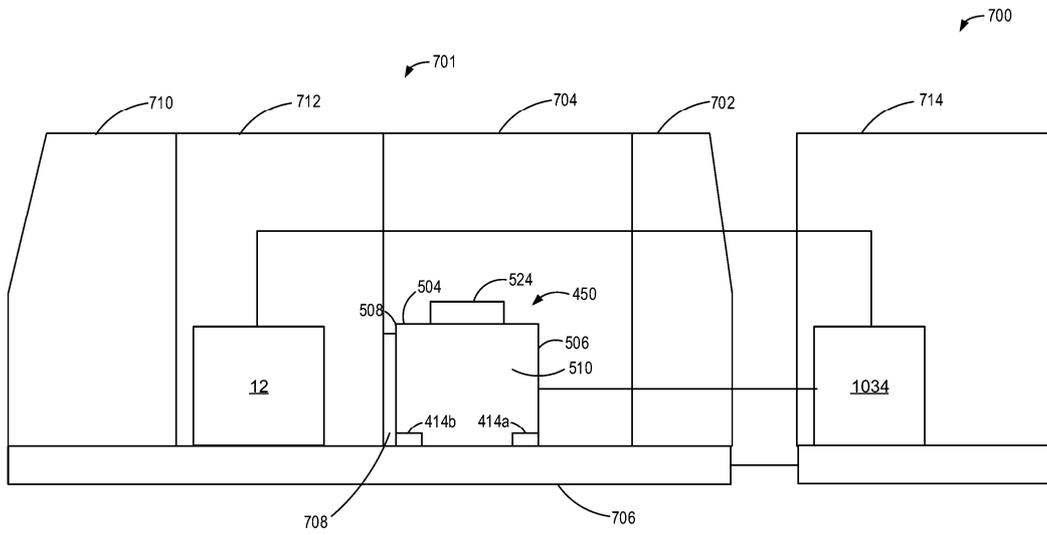
Фиг. 4



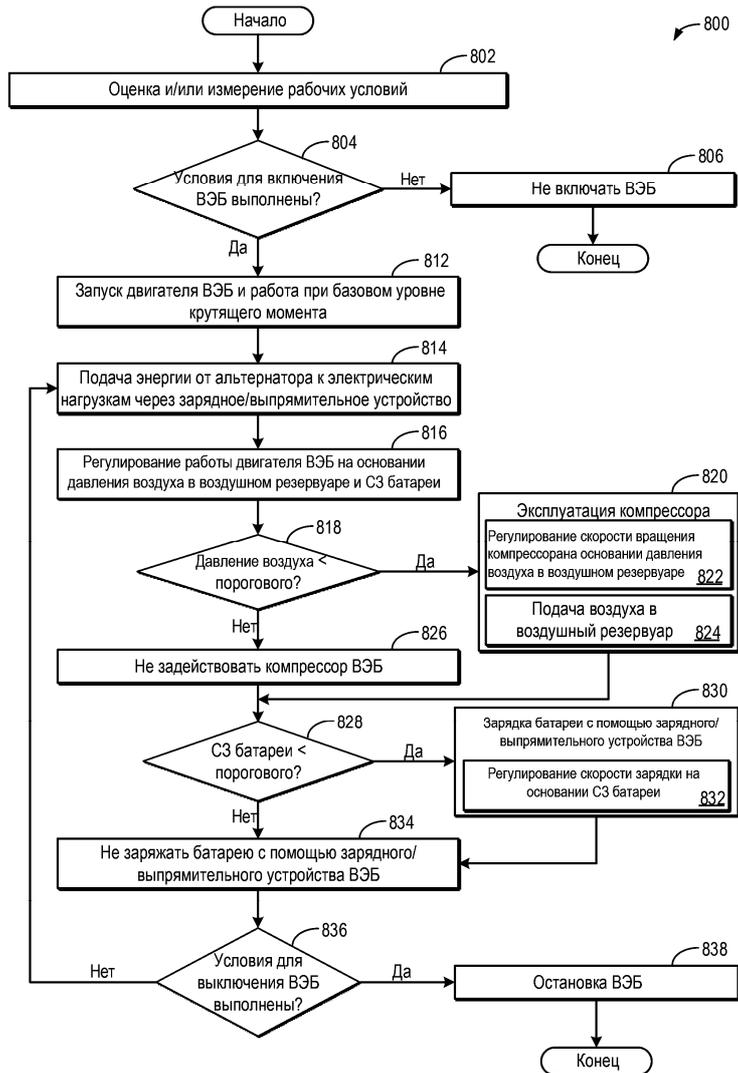
Фиг. 5



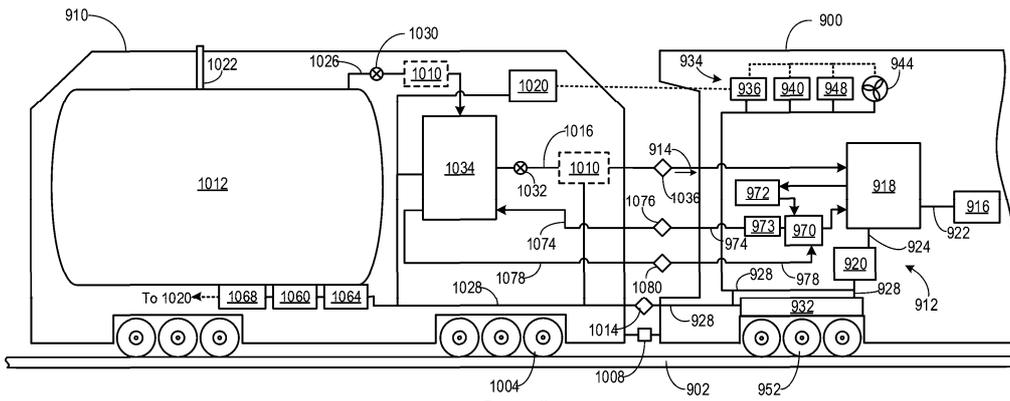
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

