



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2007103196/11, 21.06.2005**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.06.2005(30) Конвенционный приоритет:
28.06.2004 US 10/878,804(43) Дата публикации заявки: **10.08.2008**(45) Опубликовано: **20.08.2010** Бюл. № 23(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **DE 10230384 A1, 29.01.2004. RU 2048309 C1,**
20.11.1995. RU 2223183 C2, 10.02.2004. RU
2184660 C1, 10.07.2002. JP 8079912 A,
22.03.1996. EP 0972668 A2, 19.01.2000.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: **29.01.2007**(86) Заявка РСТ:
US 2005/021769 (21.06.2005)(87) Публикация РСТ:
WO 2006/012089 (02.02.2006)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову,
рег.№ 595

(72) Автор(ы):

КИНГ Роберт Дин (US),
СОНГ Донгву (US),
САЛАСУ Лембит (US),
КУМАР Аджит Куттаннаир (US)

(73) Патентообладатель(и):

ДЖЕНЕРАЛ ЭЛЕКТРИК КОМПАНИ (US)

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ГИБРИДНОЙ ДВИЖИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к гибридным движительным системам. Система по первому варианту содержит главное звено постоянного тока, электродвигатель, локальное звено постоянного тока, модуль накопления энергии, переключатель, диод/диоды, выполненный/выполненные с возможностью передачи мощности, генерируемой электродвигателем, к резисторной системе динамического торможения. Система по второму варианту содержит гибридный

двигательный тяговый привод, который включает главное звено постоянного тока, электродвигатель, модуль накопления энергии, переключатель, преобразователь постоянного тока в постоянный ток. При этом преобразователь постоянного тока в постоянный ток получает мощность электродвигателя через диод. Транспортное средство содержит гибридный двигательный тяговый привод, который включает главное звено постоянного тока, электродвигатель, электрическое оборудование, локальное звено

постоянного тока, электрическую схему для предоставления возможности электрическому оборудованию получать электрическую мощность от бортовой системы генерации мощности. Причем электрическая схема включает в себя диод/диоды. Способ заключается в том, что электрически соединяют модуль накопления энергии с электродвигателем посредством электрического переключателя в течение работы электродвигателя на первой

скорости. Электрически соединяют электродвигатель с модулем накопления энергии посредством преобразователя напряжения в течение работы электродвигателя на второй скорости. Причем вторая скорость больше первой скорости. Технический результат заключается в повышении энергоэффективности гибридных движительных систем. 4 н. и 27 з.п. ф-лы, 6 ил.

RU 2 3 9 7 0 7 6 C 2

RU 2 3 9 7 0 7 6 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2007103196/11, 21.06.2005**(24) Effective date for property rights:
21.06.2005(30) Priority:
28.06.2004 US 10/878,804(43) Application published: **10.08.2008**(45) Date of publication: **20.08.2010 Bull. 23**(85) Commencement of national phase: **29.01.2007**(86) PCT application:
US 2005/021769 (21.06.2005)(87) PCT publication:
WO 2006/012089 (02.02.2006)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B.Spaskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595**

(72) Inventor(s):

**KING Robert Din (US),
SONG Dongvu (US),
SALASU Lembit (US),
KUMAR Adzhit Kuttannair (US)**

(73) Proprietor(s):

DZhENERAL EhLEKTRIK KOMPANI (US)

(54) **SYSTEM AND METHOD OF POWER ACCUMULATION IN HYBRID PROPULSION SYSTEM**

(57) Abstract:

FIELD: transport.

SUBSTANCE: invention relates to hybrid propulsion systems. In compliance with the first version, proposed system comprises primary DC link, motor, local DC link, power accumulation module, diode/diodes made to transfer power generated by motor to resistor system of dynamic braking. In compliance with the third version, is comprises hybrid propulsion drive that incorporates primary DC link, motor, power accumulation module, switch and DC-to-DC converter. Note that the latter receives motor power via diode. Proposed vehicle comprises

hybrid propulsion drive incorporating primary DC link, motor, electric appliances, local DC link, electrical circuit to allow electric appliances receiving electric power from onboard power generation system. Note also that electric circuit comprises diode/diodes. Proposed method consists in that power accumulation module is electrically connected with motor via switch when motor runs at first rpm. Motor is connected with power accumulation module via voltage converter when motor runs at second rpm. Mind that second rpm exceeds first rpm.

EFFECT: higher efficiency.

31 cl, 6 dwg

Уровень техники

Изобретение относится, в целом, к гибридным движительным системам и, в частности, к системе и способу для распределенного накопления энергии в гибридных движительных приложениях большой мощности.

Некоторые транспортные средства используют тяговые электродвигатели для приведения в движение транспортного средства. Как правило, тяговые электродвигатели присоединены к звену, такому как шина, которое предоставляет двигателям мощность. Один или более бортовых генераторов переменного тока (ПерТ) могут быть использованы для предоставления мощности звену. В определенных рабочих состояниях, таких, когда транспортное средство тормозит или поддерживает скорость при движении вниз по уклону, производимая электродвигателями обратная ЭДС больше, чем напряжение, предоставляемое генераторами ПерТ с приводом от двигателя. В таких состояниях тяговые электродвигатели перестают действовать как двигатели и переходят в режим генераторов ПерТ. Этот процесс, известный как динамическое торможение, является формой электрического торможения, которая используется для сокращения износа механических компонентов тормозной системы транспортного средства. В случае, когда транспортным средством является локомотив, динамическое торможение сокращает износ локомотива, а также всех рельсовых тележек в составе поезда. Как правило, для рассеивания электроэнергии, производимой электродвигателями в течение динамического торможения, в форме теплоты используется резистор.

Гибридные движительные системы были разработаны с целью рекуперации части энергии, которая бесполезно расходуется в форме теплоты во время динамического торможения. Рекуперация этой бесполезно расходуемой энергии известна как регенеративное торможение. Транспортные средства, имеющие мощные гибридные движительные системы, такие как автобусы, большегрузные грузовики, транспортные средства для горной промышленности и локомотивы, могут привести к необходимости массивных модулей накопления энергии, которые, как правило, содержат батареи, ультра-конденсаторы, маховик или комбинации из одной или более этих технологий. Одним из примеров является гибридная движительная система для локомотива с мощной тягой. В подобных применениях движущая сила обычно предоставляется первичным двигателем, таким как дизельный двигатель, который непосредственно соединен с генератором ПерТ и связанным мощным выпрямителем, который преобразовывает выходную мощность генератора из переменного тока (ПерТ) в постоянный ток (ПосТ). Выход выпрямителя соединен с главным звеном ПосТ, которое может снабжать мощностью несколько двигателей. Как правило, модуль накопления энергии электрически соединен с главным звеном ПосТ через электронный преобразователь ПосТ/ПосТ, который контролируется системой энергоуправления и связанными управляющими блоками системы транспортного средства. Преобразователь ПосТ/ПосТ предоставляет двунаправленный интерфейс ПосТ/ПосТ для модуля накопления энергии так, что модуль накопления энергии действует, чтобы снабжать мощностью тяговые двигатели и чтобы получать мощность от тяговых двигателей в течение регенеративного торможения. Мощность от тяговых двигателей используется для частичной зарядки модуля накопления энергии. Таким образом, энергия, которая обычно рассеивается в реостате в форме теплоты в течение динамического торможения, рекуперируется и используется для частичной зарядки модулей накопления энергии. Позже модуль накопления энергии может быть разряжен для

снабжения тяговых двигателей мощностью. При наличии соответствующих системных средств управления гибридная движительная система может быть использована для предоставления ускорения транспортному средству с уменьшенной выходной мощностью от дизельного двигателя, таким образом сокращая количество топлива, необходимое для данной задачи, по сравнению с обычным негибридным локомотивом.

Несмотря на это, существует ряд проблем, связанных с существующими гибридными движительными системами. Для мощных транспортных средств, как правило, требуется двунаправленный интерфейс Пост/Пост для накопителя энергии, вследствие меньшей номинальной мощности модулей накопления энергии в сравнении с номинальной мощностью первичного двигателя. Однако электронные компоненты, необходимые для двунаправленного преобразователя Пост/Пост, значительно увеличивают стоимость оборудования силовой электроники. Например, в течение нормального режима работы мощного транспортного средства, напряжение главного звена Пост, как правило, варьирует в пределах приблизительно от 250 В до 1500 В. Для снижения стоимости преобразователя Пост/Пост выходное напряжение модуля накопления энергии, как правило, выбирается либо больше, либо меньше значения напряжения звена Пост в течение гибридного режима работы. Тем не менее, когда требуется, чтобы система накопления энергии в гибридной движительной системе работала и на напряжении, которое выше напряжения звена Пост, и на напряжении, которое ниже напряжения звена Пост, в преобразователе Пост/Пост, как правило, используется H-образная конфигурация моста. Однако H-образная конфигурация моста требует, по меньшей мере, в два раза больше силовых электронных переключателей, что приводит к значительному увеличению стоимости преобразователя Пост/Пост. Также, преобразователь Пост/Пост большой номинальной мощности представляет потенциальную проблему надежности. Более того, вследствие требований большей мощности, модули накопления энергии обычных гибридных движительных систем требуют работы в параллельном режиме многочисленных меньших модулей накопления энергии. Однако разделение мощности в параллельно соединенных модулях накопления энергии может вызвать проблему в течение работы по широкому диапазону крайних значений температуры окружающей среды. Если разделение мощности не контролируется соответствующим образом, срок службы модулей накопления энергии может сократиться.

В дополнение, в обычных мощных гибридных транспортных средствах различные электрические устройства (такие как электроосвещение, вентиляторы, воздушный компрессор) снабжаются мощностью от двигателя. Это означает, что для снабжения электрических устройств мощностью двигатель должен работать даже тогда, когда транспортное средство тормозит или движется вниз по уклону. Это приводит к значительной уменьшенной экономии топлива.

Соответственно, желательны методы для снижения стоимости и/или улучшения энергоэффективности гибридных движительных систем. В особенности, желательны методы для увеличения количества регенеративной тормозной мощности, которая производится гибридными движительными системами мощных транспортных средств и которая может быть рекуперирована.

Раскрытие изобретения

В одной особенности настоящего метода предоставлена движительная система, которая имеет один или более гибридных движительных тяговых приводов.

Гибридные движительные тяговые приводы имеют в своем составе электродвигатель, который действует, чтобы производить механическую мощность для движения и чтобы генерировать электрическую мощность в течение динамического торможения электродвигателя. Гибридный движительный тяговой
5 привод содержит модуль накопления энергии, который действует, чтобы снабжать электродвигатель мощностью для выработки механической мощности для движения и чтобы получать электрическую мощность от электродвигателя в течение динамического торможения электродвигателя. Предоставлен переключатель,
10 который действует, чтобы выборочно присоединять модуль накопления энергии к электродвигателю на основании рабочего параметра движительной системы.

Чертежи

Эти и другие функциональные особенности, отличительные признаки и преимущества настоящего изобретения будет легче понять после изучения
15 следующего подробного описания, со ссылкой на сопутствующие чертежи, на которых одинаковые символы представляют одинаковые части во всех чертежах, где:

на фиг.1 показана схема гибридной движительной системы, иллюстрирующая поток мощности в режиме работы системы на малой мощности, в соответствии с
20 иллюстративным вариантом осуществления настоящего метода;

на фиг.2 показана схема гибридной движительной системы с фиг.1, иллюстрирующая поток мощности в режиме работы системы на большой мощности;

на фиг.3 показана схема альтернативного варианта осуществления гибридной движительной системы, в соответствии с иллюстративным вариантом осуществления
25 настоящего метода;

на фиг.4 показана схема альтернативного варианта осуществления системы с фиг.3, иллюстрирующая снабжение вспомогательного оборудования мощностью в течение режима торможения на большой мощности;

на фиг.5 показана схема второго альтернативного варианта осуществления гибридной движительной системы, иллюстрирующая зарядку модуля накопления энергии посредством тягового двигателя в течение режима торможения на большой
30 мощности;

на фиг.6 показана схема третьего альтернативного варианта осуществления гибридной движительной системы.
35

Осуществление изобретения

Настоящий метод предоставляет распределенную систему накопления энергии и способ для использования в гибридных движительных системах. Этот метод будет
40 особенно полезен в мощных транспортных средствах, таких как междугородные автобусы, грузовики, локомотивы, внедорожные транспортные средства и т.п.

На фиг.1 и 2 проиллюстрирована гибридная движительная система 10 в соответствии с особенностями настоящего метода. Система 10 содержит бортовую систему 12 генерации мощности, которая действует для снабжения мощностью, по
45 меньшей мере, одного гибридного движительного тягового привода 14. Гибридные движительные тяговые приводы 14 электрически соединены с бортовой системой 12 генерации мощности посредством главного звена 16 постоянного тока (ПостТ).

Термин «звено ПостТ» используется здесь для указания положительных и
50 отрицательных шин ПостТ, части которых работают на различных напряжениях вследствие наличия различных компонентов в системе 10. Иллюстрированная бортовая система 12 генерации мощности использует тепловой двигатель 18, такой как бензиновый двигатель, дизельный двигатель, газотурбина и т.п. Тепловой

двигатель 18 соединен с генератором 20 переменного тока (ПерТ) с возможностью передачи приводного усилия. Генератор 20 ПерТ преобразует механическую выходную мощность теплового двигателя 18 в трехфазную электрическую мощность ПерТ. Трехфазная выходная мощность ПерТ генератора 20 ПерТ соединена с шиной или звеном 21 ПерТ. Выпрямитель 22 используется для преобразования выходной мощности ПерТ генератора 20 ПерТ в выходную мощность Пост. Выход выпрямителя 22 соединен с главным звеном 16 Пост. В этом варианте осуществления генератор 20 ПерТ действует, чтобы снабжать мощностью вспомогательное оборудование 24 посредством преобразователя 26 ПерТ/ПерТ. Вспомогательное оборудование 24 может включать бортовую систему электроосвещения, вентиляторы, воздушный компрессор и т.п. Тем не менее, специалист в данной области техники оценит, что вспомогательное оборудование 24 может работать на постоянном токе, предоставляемом главным звеном 16 Пост.

Каждый из иллюстрированных гибридных движительных тяговых приводов 14 имеет локальное звено 28 Пост, которое соединяет мощность с тяговым двигателем 30. В иллюстрированном варианте осуществления, тяговые двигатели являются двигателями ПерТ. Однако также могут быть использованы двигатели Пост. Предоставлен инвертер 34 для преобразования Пост на локальном звене 28 Пост в ПерТ. Гибридный движительный тяговый привод 14, кроме того, содержит модуль 36 накопления энергии, соединенный с локальным звеном 28 Пост. В различных вариантах осуществления модуль 36 накопления энергии может быть в форме батареи, ультра-конденсатора, маховика или иного типа устройства накопления энергии. В дополнение, между модулем 36 накопления энергии и локальным звеном 28 Пост расположен переключатель 38. Переключатель 38 может быть контактом реле или иным типом устройства управления электрическим потоком. В этом варианте осуществления переключатели 38 автоматически замыкаются, когда тепловой двигатель 18 работает на малой мощности, и размыкаются, когда тепловой двигатель 18 работает на большей мощности. Однако, для управления работой переключателей 38 может быть использован другой критерий, такой как напряжение, производимое генератором 20 ПерТ. В еще одном варианте осуществления один или более гибридных движительных тяговых приводов 14 могут содержать множество электродвигателей 30 вместе со связанными инвертерами 34. А в еще одном варианте осуществления один или более гибридных движительных тяговых приводов 14 могут содержать множество модулей 36 накопления энергии.

Напряжение на локальном звене 28 Пост может сильно меняться. Между главным звеном 16 Пост и каждым локальным звеном 28 Пост расположен блокировочный диод 40 для того, чтобы предотвратить поток тока от каждого локального звена 28 Пост к главному звену 16 Пост, когда напряжение на локальном звене 28 Пост больше напряжения на главном звене 16 Пост. В соответствии с настоящим методом, множество гибридных движительных тяговых приводов 14 могут быть параллельно соединены с главным звеном 16 Пост.

Система 10 также может содержать один или более обычных тяговых приводов 42, которые не используют гибридный движительный принцип. Количество гибридных движительных тяговых приводов 14 может варьировать от, по меньшей мере, одного до всех тяговых приводов, использованных в движительной системе. Также как и гибридные движительные тяговые приводы 14, обычные тяговые приводы 42 могут быть соединены с главным звеном Пост

посредством блокировочного диода 43.

В нормальном режиме работы мощность подается в каждый из гибридных движительных тяговых приводов 14 посредством бортовой системы 12 генерации мощности через главное звено 16 Пост. Однако, в течение режима работы двигателя 18 на малой мощности, такого как при ускорении транспортного средства из пускового положения, напряжение главного звена 16 Пост меньше, чем напряжение модулей 36 накопления энергии. Например, в локомотиве, работающем на малой мощности, напряжение на главном звене 16 Пост может быть приблизительно 200 В, тогда как рабочее напряжение модуля 36 накопления энергии может быть примерно 600 В. В таком случае переключатель 38 замыкается, как показано на фиг.1, и модуль 36 накопления энергии соединяется с локальным звеном 28 Пост, чтобы предоставить модулю 36 накопления энергии возможность снабжать двигатель 30 мощностью. Электрический ток, обозначенный стрелкой I_1 , протекает от модуля 36 накопления энергии к двигателю 30.

В течение режима торможения на малой мощности электродвигатели 30 работают как генераторы ПерТ. Каждый инвертер 34 преобразует выходную мощность ПерТ двигателя 30 в выходную мощность Пост, обозначенную стрелкой I_2 , которая подается к локальному звену 28 Пост для того, чтобы частично зарядить модуль 36 накопления энергии. Когда модуль 36 накопления энергии полностью заряжен или когда мощность, производимая тяговым двигателем 30, превосходит способности модулей 36 накопления энергии принять ее, электрический ток от двигателя 30 направляется через дополнительные блокировочные диоды 44 и 45 к системе 46 резистора динамического торможения посредством звена 48 Пост динамического торможения. Система 46 резистора динамического торможения содержит резистор, как правило, имеющий большую номинальную мощность, который используется для рассеивания производимой тяговыми двигателями 30 регенеративной тормозной мощности в форме теплоты.

Как показано на фиг.2, при увеличении скорости двигателя 18, выходная мощность генератора 20 ПерТ также увеличивается. В течение такой работы двигателя 18 на большой скорости и большой мощности, напряжение главного звена Пост может быть больше, чем напряжение модуля 36 накопления энергии. Например, при работе на большой мощности, напряжение на главном звене 16 Пост может быть приблизительно 1400-1500 В, тогда как рабочее напряжение модуля 36 накопления энергии может быть приблизительно 600 В. Поток мощности от главного звена 16 Пост к модулю 36 накопления энергии при работе на большой мощности может привести к состоянию перенапряжения в модуле 36 накопления энергии. Соответственно, переключатель 38 размыкается, тем самым отсоединяя модуль 36 накопления энергии от локального звена 28 Пост. Как результат, в течение работы на больших мощностях, регенеративная мощность от тяговых двигателей 30 не направляется к модулю 36 накопления энергии. Вместо того, регенеративная мощность направляется к системе 46 резистора динамического торможения через второй блокировочный диод 44 посредством звена 48 динамического торможения. Поток тока от двигателя 30 к системе 46 резистора в целом обозначен стрелкой I_3 .

Система 10 может работать с различными напряжениями на локальных звеньях 28 Пост. Когда присутствуют один или более обычных приводов 42, предоставляется либо блокировочный диод 43, либо блокировочный диод 45 для того, чтобы предотвратить неконтролируемую циркуляцию токов между разными модулями 36

накопления энергии через блокировочный диод 44 одного гибридного тягового привода или блокировочный диод 40 другого гибридного тягового привода 14.

Предпочтительно, блокировочный диод 43 имеет номинал, достаточный для того, чтобы проводить максимальную величину тока, которая потребляется системой 42 негибридного тягового привода. В течение работы двигателя 18 на малой мощности может быть возможно замкнуть один или более из переключателей 38 и предоставить мощности возможность протекать от одного или более соответствующих модулей 36 накопления энергии через блокировочные диоды 44 для того, чтобы снабжать мощностью негибридную тяговую систему 42. Однако в течение динамического торможения, мощность динамического торможения, вырабатываемая системой 42 негибридного тягового привода, не сможет быть использована для зарядки какого-либо модуля 36 накопления энергии, так как она будет заблокирована блокировочным диодом 43 негибридного звена Пост.

Блокировочный диод 45 негибридного звена Пост динамического торможения желательно имеет номинал, достаточный для того, чтобы проводить максимальный ток динамического торможения, генерируемый системой 42 негибридного тягового привода. В течение режима динамического торможения транспортного средства будет возможно замкнуть один или более из переключателей 38 и предоставить мощности динамического торможения возможность протекать от негибридной тяговой системы 42 для того, чтобы зарядить один или более из соответствующих модулей 36 накопления энергии через блокировочные диоды 40. Тем не менее, в течение работы двигателя 18 на малой мощности, будет невозможно передать мощность к системе 42 негибридного тягового привода от какого-либо модуля 36 накопления энергии, так как она будет заблокирована блокировочным диодом 45 негибридного звена Пост динамического торможения.

Иллюстрированный выше вариант осуществления настоящего метода, таким образом, исключает использование дорогих преобразователей Пост/Пост и может быть полезно использован во многих применениях, таких как локомотив сортировочного парка, который, как правило, работает на довольно малых скоростях и малых мощностях в пределах сортировочного парка.

На фиг.3 и 4 иллюстрирован и в целом обозначен цифрой 50 альтернативный вариант осуществления гибридной движительной системы, которая действует, чтобы рекуперировать регенеративную мощность в течение торможения транспортного средства на большой мощности. Иллюстрированная система 50 содержит вспомогательное оборудование 51, которое может быть запитано либо от бортовой системы 12 генерации мощности посредством главного звена 16 Пост, либо регенеративной тормозной мощностью, снабжаемой двигателем 30 посредством звена 28 Пост динамического торможения.

В иллюстрированном варианте осуществления вспомогательное оборудование получает мощность от вспомогательного звена 52 Пост через инвертер 53. Между главным звеном 16 Пост и вспомогательным звеном 52 Пост предоставлен блокировочный диод 54. Еще один блокировочный диод 56 предоставлен между звеном 48 Пост динамического торможения и вспомогательным звеном 52 Пост. В течение нормального режима работы системы 50 напряжение на главном звене 16 Пост смещает блокировочный диод 54 в прямом направлении. Ток, обозначенный стрелкой I_4 , протекает через блокировочный диод 54 к инвертеру 53 и дальше к вспомогательному электрическому оборудованию 51.

Как показано на фиг.4, в течение режима торможения на большой мощности

динамическое торможение двигателей 30 в гибридных движительных приводах 14 повышает напряжение на локальных звеньях 28 Пост сверх величины напряжения на главном звене 16 Пост, что приводит к протеканию тока, обозначенного в целом стрелкой I_5 , через блокировочный диод 44 в звено 48 динамического торможения.

5 Так как обратная ЭДС, производимая тяговыми двигателями 30 гибридных движительных приводов 14, больше напряжения на главном звене 16 Пост, блокировочный диод 56, соединяющий звено 48 динамического торможения с вспомогательным звеном 52 Пост, смещается в прямом направлении. Это позволяет
10 мощности протекать к вспомогательному звену 52 Пост от тяговых двигателей 30. От вспомогательного звена 52 Пост мощность протекает к вспомогательному оборудованию 51. Это также приводит к обратному смещению блокировочного диода 54, который блокирует поток мощности от главного звена 16 Пост к
15 вспомогательному оборудованию 24.

15 В альтернативном варианте осуществления один или более из блокировочных диодов 40, 43 и 54 замещены одним или более переключателями, которые могут быть контактом реле или любым другим типом устройства управления электрическим потоком. Эти переключатели могут управляться так, чтобы они не
20 проводили ток, когда желательно, чтобы мощность не протекала от звена 16 Пост согласно вышеописанной управляющей логике соответствующего диода 40, 43 и 54. В еще одном варианте осуществления один или более из блокировочных диодов 44, 45 и 56 замещены одним или более переключателями, которые управляются так,
25 чтобы они не проводили ток, когда желательно, чтобы мощность не протекала к звену 48 Пост динамического торможения согласно вышеописанной управляющей логике соответствующего диода 44, 45 и 56. Использование переключателя может снизить потери на электропроводность диэлектрика по сравнению с использованием диода на том же месте.

30 На фиг.5 иллюстрирована гибридная движительная система 58 согласно еще одному альтернативному варианту осуществления настоящего метода. Система 58 дополнительно содержит преобразователь 60 Пост/Пост, который используется для подачи регенеративной тормозной мощности от двигателя 30 в модуль 36
35 накопления энергии в течение режима торможения на большой мощности и, как правило, на большой скорости. Производимая тяговыми двигателями 30 обратная ЭДС больше, когда двигатели 30 тормозятся на большей мощности и большей скорости, чем на меньшей мощности и меньшей скорости. При уровнях меньшей мощности и, как правило, меньшей скорости регенеративная тормозная мощность
40 от электродвигателя 30 подается на модуль 36 накопления энергии через переключатель 38. Однако в течение режима торможения на большой мощности, как было показано ранее, переключатели 38 разомкнуты. Поэтому регенеративная мощность, генерируемая тяговыми двигателями 30, не подается через
45 переключатели 38 для зарядки модулей 36 накопления энергии. Вместо этого, регенеративная мощность направляется через блокировочный диод 44 к звену 48 Пост динамического торможения. От звена 48 Пост динамического торможения ток, генерируемый тяговыми двигателями 30, обозначенный в целом стрелкой I_6 , соединяется с преобразователем 60 Пост/Пост. Как правило, преобразователь 60
50 Пост/Пост используется для понижения напряжения звена 48 Пост динамического торможения до уровня напряжения в рабочем диапазоне модулей 36 накопления энергии. Выходная мощность преобразователя 60 Пост/Пост направляется к модулям 36 накопления энергии через блокировочный диод 62. Часть выходной

мощности преобразователя 60 Пост/Пост может быть направлена для снабжения вспомогательного оборудования 51 посредством диода 64 через вспомогательное звено 52 Пост, соединенное с инвертером 53.

5 Система 58 полезна, так как преобразователь 60 Пост/Пост может иметь меньшую номинальную мощность, чем преобразователи Пост/Пост, используемые в обычных гибридных движительных системах. Кроме того, преобразователь 60 Пост/Пост не должен быть двунаправленным, то есть электрический ток протекает через преобразователь 60 Пост/Пост только в одном направлении, а не в двух.
10 Более того, преобразователь 60 Пост/Пост обходится (то есть ток проходит не через него), когда электродвигатель 30 работает на меньшей мощности и, как правило, меньшей скорости, тем самым, увеличивая эффективность процесса зарядки модулей 36 накопления энергии.

15 На фиг.6 иллюстрирован альтернативный вариант осуществления движительной системы, которая в целом обозначена ссылочным номером 66. В этом варианте осуществления гибридные движительные тяговые приводы 68 напрямую соединены со звеном 21 ПерТ посредством выпрямителя 70. Также используется выпрямитель 72 для предоставления мощности обычным движительным тяговым
20 приводам 74. Однако выпрямитель 72 меньше выпрямителя 22 с фиг.1, так как для передачи электричества от звена 21 ПерТ к локальному звену 28 Пост используется более одного выпрямителя. В дополнение, выпрямитель 72 блокирует циркуляцию тока от одного модуля 36 накопления энергии к другому, без блокировочных диодов 43 и 45.

25 Таким образом, настоящий метод предоставляет рекуперацию регенеративной тормозной энергии в широком диапазоне мощности и скорости транспортного средства. В дополнение, используемые аппаратные средства несложны и относительно недороги. Несмотря на то что здесь были иллюстрированы и описаны
30 только определенные функциональные особенности изобретения, специалисты в данной области техники могут осуществить многочисленные возможные модификации и изменения. Таким образом, прилагаемая формула изобретения охватывает все подобные модификации и изменения, которые также относятся к
35 настоящему изобретению.

Формула изобретения

1. Движительная система, содержащая главное звено постоянного тока, соединенное с системой генерации мощности для приема мощности, генерируемой
40 системой генерации мощности, электродвигатель, выполненный с возможностью производить механическую мощность для движения и генерировать электрическую мощность в течение динамического торможения электродвигателя, локальное звено постоянного тока, выполненное с возможностью передачи мощности от главного звена постоянного тока к электродвигателю, модуль накопления энергии,
45 подсоединенный к главному звену постоянного тока, выполненный с возможностью подачи мощности к электродвигателю для производства механической мощности для движения, и получения электрической мощности от электродвигателя в течение динамического торможения электродвигателя, и переключатель, выполненный с
50 возможностью выборочного соединения модуля накопления энергии с электродвигателем на основании рабочего параметра движительной системы, и диод/диоды, выполненный/выполненные с возможностью передачи мощности, генерируемой электродвигателем, к резисторной системе динамического

торможения.

2. Система по п.1, содержащая тепловой двигатель, где рабочим параметром является выходная мощность теплового двигателя, и переключатель замыкается, когда выходная мощность находится в пределах первого диапазона мощности, и размыкается, когда выходная мощность находится в пределах второго диапазона мощности.

3. Система по п.1, содержащая первый диод, выполненный с возможностью передачи потока мощности от звена постоянного тока к электродвигателю и модулю накопления энергии и блокирования потока мощности от электродвигателя и модуля накопления энергии к звену постоянного тока.

4. Система по п.1, содержащая выпрямитель, выполненный с возможностью передачи потока мощности переменного тока от звена переменного тока к звену постоянного тока для снабжения мощностью электродвигателя.

5. Система по п.3, содержащая второй диод, сконфигурированный для обеспечения возможности передачи электрического тока от электродвигателя к резисторной системе динамического торможения в течение динамического торможения электродвигателя.

6. Система по п.3, содержащая вспомогательное электрическое оборудование и диод/диоды, причем диод/диоды выполнен/выполнены с возможностью приема мощности вспомогательным электрическим оборудованием от звена постоянного тока в течение первого режима работы движительной системы и получения мощности от электродвигателя в течение динамического торможения электродвигателя.

7. Система по п.6, в которой диод/диоды блокирует поток мощности от электродвигателя к звену постоянного тока, когда электродвигатель подает мощность вспомогательному электрическому оборудованию.

8. Система по п.2, содержащая преобразователь постоянного тока в постоянный ток, который электрически соединен с модулем накопления энергии, причем преобразователь постоянного тока в постоянный ток выполнен с возможностью подачи мощности модулю накопления энергии в течение динамического торможения электродвигателя, когда переключатель находится в разомкнутом положении.

9. Система по п.1, содержащая инвертор постоянного тока в переменный ток, который электрически соединен с электродвигателем, причем инвертор постоянного тока в переменный ток выполнен с возможностью преобразования постоянного тока от модуля накопления энергии в переменный ток и преобразования переменного тока от электродвигателя в постоянный ток в течение динамического торможения.

10. Система по п.1, содержащая тепловой двигатель, выполненный с возможностью подачи мощности звену постоянного тока.

11. Система по п.1, в которой модуль накопления энергии содержит батарею.

12. Система по п.1, в которой модуль накопления энергии содержит суперконденсатор.

13. Система по п.1, в которой модуль накопления энергии содержит маховик.

14. Система по п.1, содержащая бортовую систему генерации мощности, выполненную с возможностью подачи мощности трехфазного переменного тока, множество звеньев постоянного тока, причем каждое звено постоянного тока выполнено с возможностью соединения модуля накопления энергии с электродвигателем, и множество выпрямителей, причем каждый выпрямитель

выполнен с возможностью соединения мощности трехфазного переменного тока от бортовой системы генерации мощности со звеном постоянного тока.

5 15. Транспортное средство, содержащее гибридный движительный тяговый привод, выполненный с возможностью приема мощности от бортовой системы
5 генерации мощности, содержащий главное звено постоянного тока, соединенное с системой генерации мощности для приема мощности, генерируемой системой генерации мощности, электродвигатель, выполненный с возможностью генерировать электрическую мощность в течение динамического торможения
10 электродвигателя, электрическое оборудование, локальное звено постоянного тока, выполненное с возможностью передачи мощности от главного звена постоянного тока к электродвигателю, и электрическую схему для предоставления возможности электрическому оборудованию получать электрическую мощность от бортовой
15 системы генерации мощности через главное звено постоянного тока и получать электрическую мощность от электродвигателя в течение динамического торможения электродвигателя, причем электрическая схема включает в себя диод/диоды, выполненный/выполненные с возможностью передачи мощности, генерируемой электродвигателем, к резисторной системе динамического торможения во время
20 динамического торможения.

16. Транспортное средство по п.15, содержащее модуль накопления энергии и переключатель, выполненный с возможностью электрического соединения модуля накопления энергии с электродвигателем.

25 17. Транспортное средство по п.16, в котором электрический переключатель замыкается для соединения системы накопления энергии с электродвигателем в первом диапазоне мощности транспортного средства и размыкается во втором диапазоне мощности транспортного средства, причем второй диапазон мощности транспортного средства больше первого диапазона мощности транспортного
30 средства.

18. Транспортное средство по п.16, содержащее бортовую систему генерации мощности, которая подает мощность звену постоянного тока.

35 19. Транспортное средство по п.18, в котором гибридный движительный тяговый привод содержит диод, сконфигурированный так, чтобы обеспечить протекание электрической мощности от звена постоянного тока к электродвигателю и блокировать поток электрической мощности от электродвигателя к звену постоянного тока.

40 20. Транспортное средство по п.18, в котором гибридный движительный тяговый привод содержит выпрямитель, сконфигурированный для обеспечения возможности протекания мощности от звена переменного тока в электродвигатель и блокирования потока мощности от электродвигателя к звену переменного тока.

45 21. Транспортное средство по п.19, в котором переключатель размыкается, когда электрическая мощность подается от бортовой системы генерации мощности к электродвигателю.

50 22. Транспортное средство по п.18, в котором электрическая схема содержит диод, выполненный с возможностью приема электрическим оборудованием электрической мощности от звена постоянного тока в течение нормального режима работы транспортного средства и блокирования потока мощности от электродвигателя к звену постоянного тока в течение динамического торможения электродвигателя.

23. Транспортное средство по п.17, содержащее преобразователь постоянного

тока в постоянный ток, который электрически соединен с модулем накопления энергии, причем преобразователь постоянного тока в постоянный ток соединен с модулем накопления энергии для передачи мощности от электродвигателя модулю накопления энергии, когда переключатель находится в разомкнутом положении.

5 24. Движительная система для транспортного средства, содержащая гибридный движительный тяговый привод, выполненный с возможностью приема мощности от бортовой системы генерации мощности, причем гибридный движительный тяговый привод содержит главное звено постоянного тока, соединенное с системой
10 генерации мощности для приема мощности, генерируемой системой генерации мощности, электродвигатель, выполненный с возможностью генерирования электрической мощности в течение динамического торможения, модуль накопления энергии, и переключатель, выполненный с возможностью электрического
15 соединения модуля накопления энергии с электродвигателем для предоставления возможности модулю накопления энергии получать электрическую мощность от электродвигателя в течение динамического торможения двигателя с первой скорости электродвигателя, и преобразователь постоянного тока в постоянный ток,
20 выполненный с возможностью подачи электрической мощности от электродвигателя в модуль накопления энергии в течение динамического торможения электродвигателя со второй скорости электродвигателя, причем вторая скорость электродвигателя больше первой скорости электродвигателя, и преобразователь постоянного тока в постоянный ток получает мощность
25 электродвигателя через диод, обеспечивающий возможность передачи электрической мощности от главного звена постоянного тока к резисторной системе динамического торможения во время динамического торможения.

25. Система по п.24, в которой переключатель замыкается во время первого диапазона скорости транспортного средства и размыкается во время второго
30 диапазона скорости транспортного средства, причем второй диапазон скорости транспортного средства больше первого диапазона скорости транспортного средства.

26. Система по п.24, содержащая бортовую систему генерации мощности, причем бортовая система генерации мощности выполнена с возможностью подачи
35 мощности в главное звено постоянного тока, соединенное со множеством гибридных движительных тяговых приводов.

27. Система по п.26, в которой каждый гибридный движительный тяговый привод содержит локальное звено постоянного тока, электрически соединенное с
40 электродвигателем, и первый диод, обеспечивающий протекание электрической мощности от главного звена постоянного тока к локальному звену постоянного тока и блокирование потока электрической мощности от локального звена постоянного тока к главному звену постоянного тока в течение динамического
торможения электродвигателя.

45 28. Система по п.27, содержащая второй диод, сконфигурированный для обеспечения протекания электрической мощности от звена постоянного тока к резисторной системе динамического торможения в течение динамического торможения.

50 29. Система по п.28, в которой преобразователь постоянного тока в постоянный ток получает мощность от электродвигателя посредством второго диода.

30. Способ подачи мощности к модулю накопления энергии в гибридной движительной системе для транспортного средства, содержащий этапы, на которых

электрически соединяют модуль накопления энергии с электродвигателем посредством электрического переключателя в течение работы электродвигателя на первой скорости для обеспечения протекания электрической мощности от электродвигателя к модулю накопления энергии в течение динамического торможения электродвигателя на первой скорости и электрически соединяют электродвигатель с модулем накопления энергии посредством преобразователя напряжения в течение работы электродвигателя на второй скорости, причем вторая скорость больше первой скорости, для предоставления возможности протекания электрической мощности от электродвигателя к модулю накопления энергии в течение динамического торможения электродвигателя на второй скорости.

31. Способ по п.30, дополнительно содержащий этап, на котором размыкают переключатель в течение работы электродвигателя на второй скорости.

15

20

25

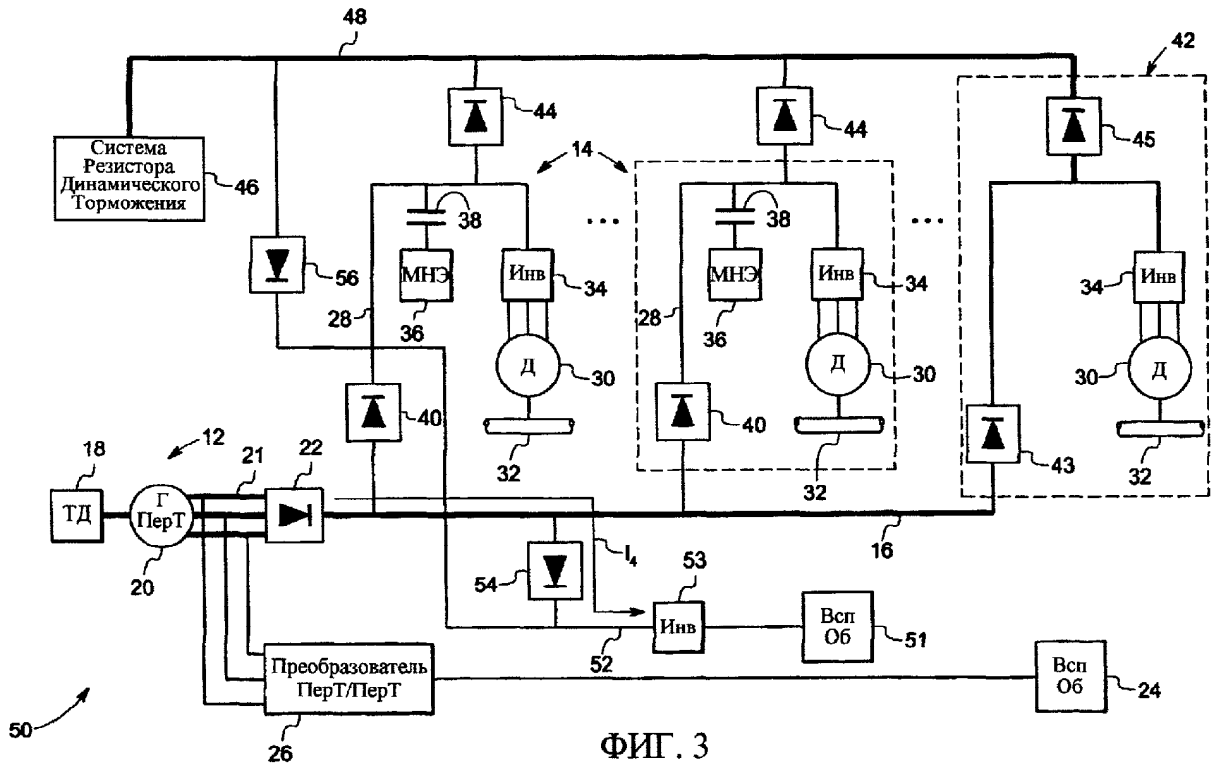
30

35

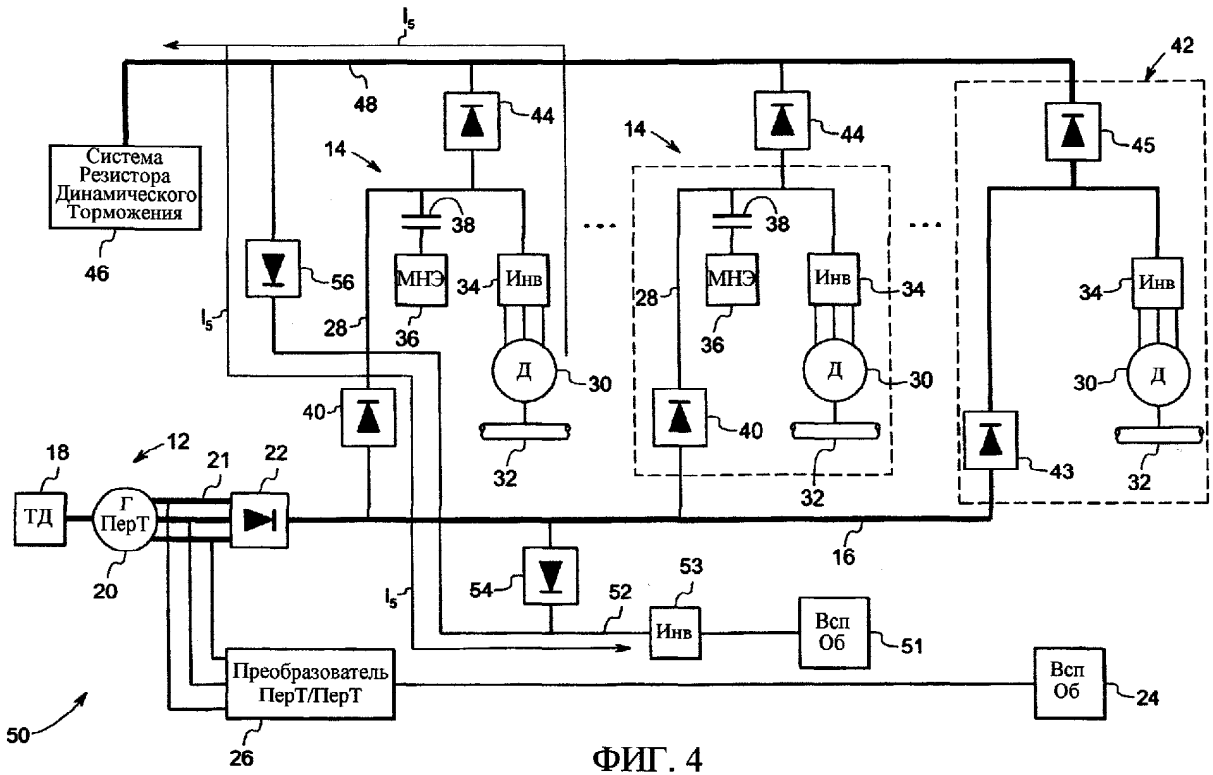
40

45

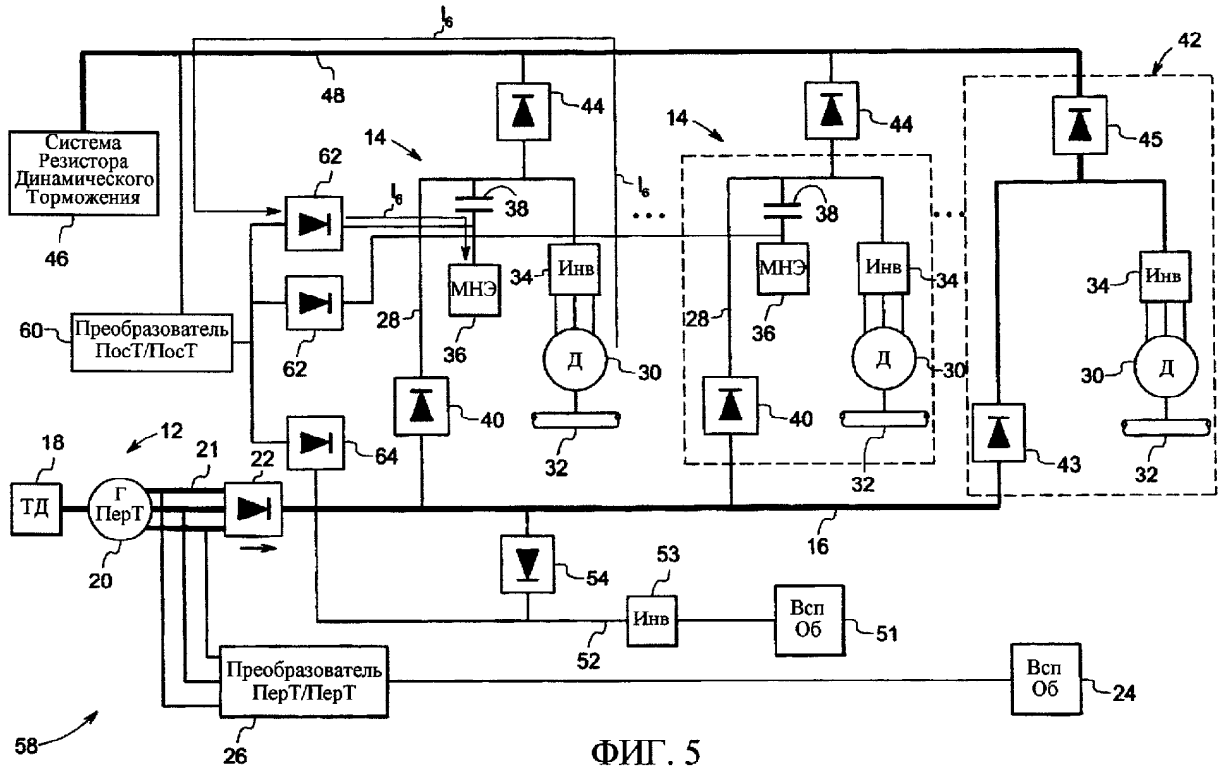
50



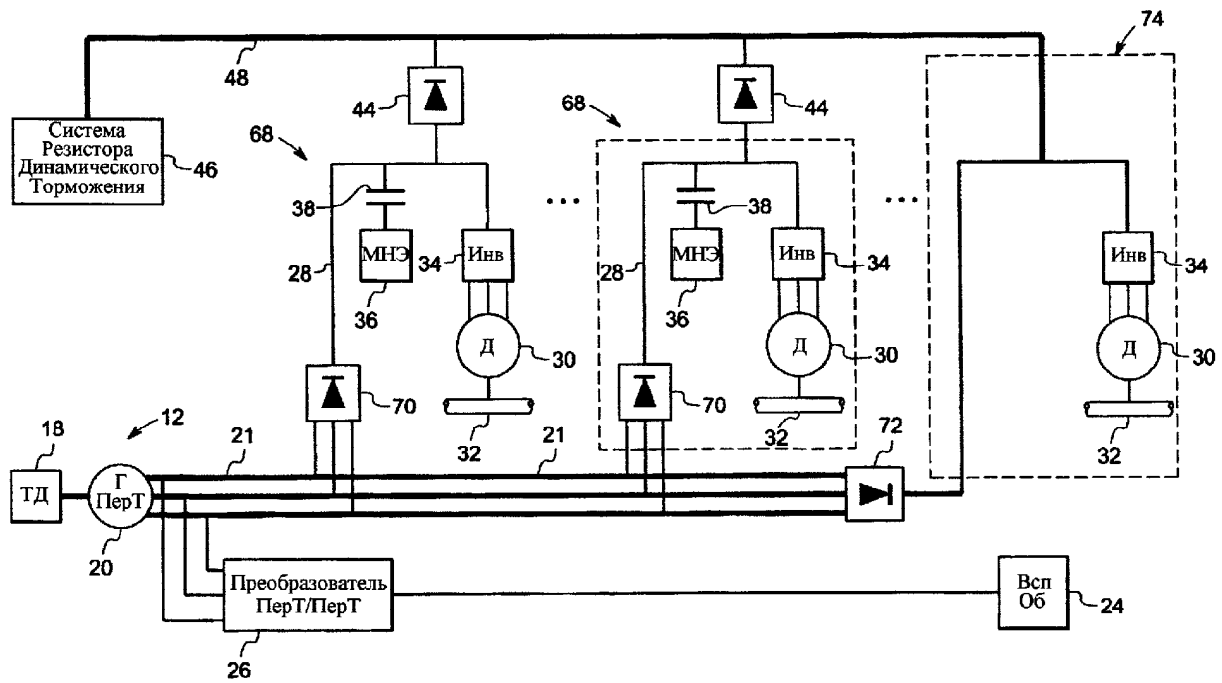
ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5



ФИГ. 6