

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2653945

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

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

Авторы: *Козярук Анатолий Евтихиевич (RU),
Камышьян Альберт Михайлович (RU)*

Заявка № 2017121480

Приоритет изобретения 19 июня 2017 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 15 мая 2018 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 19 июня 2037 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев





(51) МПК
B60L 11/08 (2006.01)
H02M 5/458 (2006.01)
B60W 10/105 (2012.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B60L 11/08 (2018.02); H02M 5/458 (2018.02); B60W 10/105 (2018.02)

(21)(22) Заявка: 2017121480, 19.06.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 19.06.2017

Дата регистрации:
 15.05.2018

Приоритет(ы):
 (22) Дата подачи заявки: 19.06.2017

(45) Опубликовано: 15.05.2018 Бюл. № 14

Адрес для переписки:
 199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
 ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
 университет", отдел интеллектуальной
 собственности и трансфера технологий (отдел
 ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):
 Козярук Анатолий Евтихиевич (RU),
 Камышьян Альберт Михайлович (RU)

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

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: RU 2139798 C1, 20.10.1999. RU
 2557686 C1, 27.07.2015. RU 2297090 C1,
 10.04.2007. EP 2067649 A2, 10.06.2009.

(54) ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

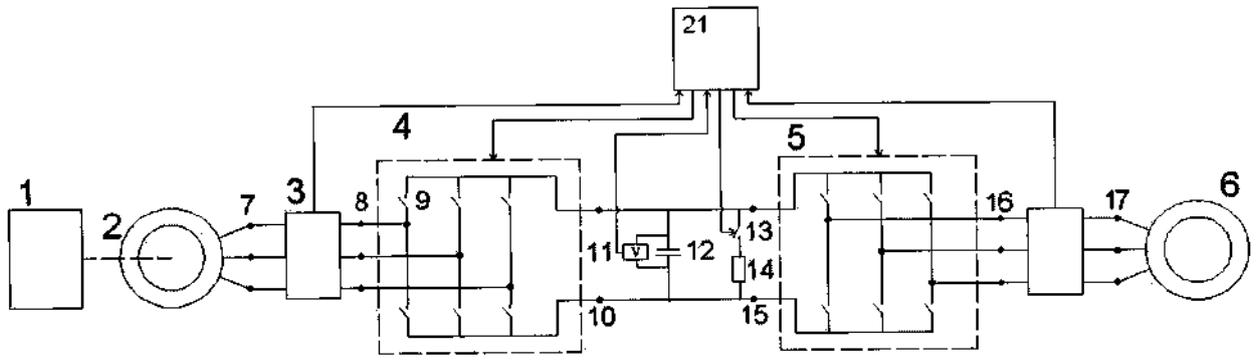
(57) Реферат:

Изобретение относится к электрическим тяговым системам транспортных средств. Энергоэффективный тяговый электропривод автономного транспортного средства содержит первичный дизельный двигатель, синхронный генератор переменного тока, управляемый выпрямитель и автономный инвертор напряжения, выполненные на основе полностью управляемых полупроводниковых ключей, два измерительных блока, асинхронный тяговый двигатель, датчик напряжения, конденсатор, тормозной резистор и систему управления. Резистор, соединенный последовательно с

коммутатором, подключен параллельно между выходами выпрямителя и входами инвертора. Система управления получает информацию о действующих значениях токов и напряжений, поступающую с измерительных блоков и датчика напряжения, и формирует управляющие воздействия, поступающие на выводы управления полностью управляемых полупроводниковых ключей и коммутатора. Технический результат изобретения заключается в повышении энергетических показателей системы электропривода. 3 ил.

RU 2 653 945 C1

RU 2 653 945 C1



Фиг. 1

RU 2653945 C1

RU 2653945 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B60L 11/08 (2006.01)
H02M 5/458 (2006.01)
B60W 10/105 (2012.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B60L 11/08 (2018.02); H02M 5/458 (2018.02); B60W 10/105 (2018.02)(21)(22) Application: **2017121480, 19.06.2017**(24) Effective date for property rights:
19.06.2017Registration date:
15.05.2018

Priority:

(22) Date of filing: **19.06.2017**(45) Date of publication: **15.05.2018** Bull. № 14

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet", otdel
intelektualnoj sobstvennosti i transfera tekhnologij
(otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Kozyaruk Anatolij Evtikhievich (RU),
Kamyshyan Albert Mikhajlovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **AUTONOMOUS VEHICLE ENERGY EFFICIENT ELECTRIC TRACTION DRIVE**

(57) Abstract:

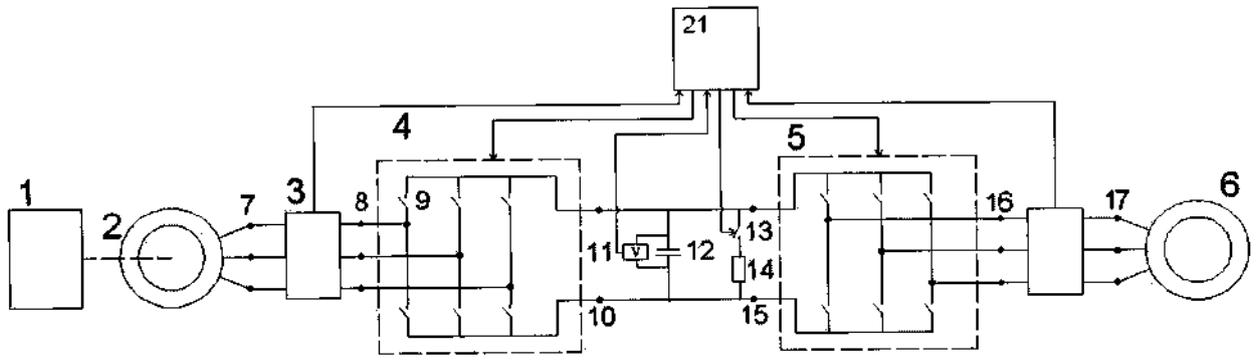
FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to electrical traction systems of vehicles. Autonomous vehicle energy-efficient traction electric drive comprises a primary diesel engine, a synchronous alternator, controlled rectifier and based on the fully controlled semiconductor switches autonomous voltage inverter, two measuring units, asynchronous traction motor, voltage sensor, capacitor, braking resistor and control system. In series connected with the commutator resistor is connected in parallel between the rectifier outputs and the inverter

inputs. Control system receives information on the active current and voltages values coming from the measuring units and the voltage sensor, and generates control actions arriving at the control terminals of the fully controlled semiconductor switches and the commutator.

EFFECT: technical result of the invention is in increase in the electric drive system energy performance.

1 cl, 3 dwg



Фиг. 1

R U 2 6 5 3 9 4 5 C 1

R U 2 6 5 3 9 4 5 C 1

Изобретение относится к дизель-электрической системе привода автомобильного и железнодорожного транспорта и может быть использовано на транспортных средствах с автономным источником энергии, в частности карьерных автосамосвалах с тяговым электроприводом.

5 Известна тяговая электротрансмиссия гусеничной машин (патент РФ №2006388, опубл. 30.01.1994 г.), содержащая тепловой двигатель, два механически связанных с ним генератора тока, подключенные через преобразователи напряжения к тяговым электродвигателям, выходные валы которых через редукторы подсоединены к движителям.

10 Недостатками указанной трансмиссии являются увеличенные массогабаритные параметры трансмиссии, низкая энергоэффективность и низкий коэффициент полезного действия электротрансмиссии, обусловленный наличием дополнительных механических связей.

15 Известен тяговый теплоэлектрический привод переменного тока (авторское свидетельство СССР №527313, опубл. 05.09.1976 г.), содержащий тепловой двигатель, генератор, неуправляемый выпрямитель, инверторы, соединенные с тяговыми электродвигателями.

20 К недостаткам данной трансмиссии можно отнести низкие показатели энергетической эффективности системы электропривода и низкое быстродействие при резком изменении нагрузки.

25 Известна дизель-электрическая система привода с возбуждаемым постоянными магнитами синхронным генератором (патент РФ №2429980, опубл. 27.09.2011 г.). Система содержит дизельный двигатель, возбуждаемый постоянными магнитами, синхронный генератор, двухзвенный вентильный преобразователь напряжения, несколько электрических машин с вращающимся магнитным полем, в частности

30 трехфазные асинхронные двигатели, и тормозной прерыватель. Недостатком такого электропривода является наличие системы возбуждения генератора от постоянных магнитов, что негативно сказывается на надежности системы электропривода при резко переменном изменении нагрузки, свойственной для системы электропривода карьерных самосвалов.

35 Известен тяговый электропривод автономного транспортного средства (патент РФ №2139798, опубл. 20.10.1999 г.), принятый за прототип, содержащий m -фазный тяговый генератор переменного тока, управляемый выпрямитель, выполненный на тиристорах, соединенных по схеме m -фазного мостового выпрямителя, и имеющий m входных

40 выводов, подключенных к фазам тягового генератора, и первый и второй выходные выводы, автономный инвертор тока, имеющий выходные выводы, к которым подключен асинхронный тяговый двигатель, и два входных вывода, один из которых соединен с первым выводом управляемого выпрямителя через сглаживающий реактор, а другой - непосредственно со вторым выводом управляемого выпрямителя, и тормозной резистор, отличающийся тем, что в систему тягового электропривода введены дополнительные тиристоры по числу фаз тягового генератора, а тормозной резистор

45 подключен одним выводом к одному из выходных выводов управляемого выпрямителя, а другим - к общей точке соединения одноименных выводов дополнительных тиристоров, другие выводы которых подключены к соответствующим фазам тягового генератора.

Недостатком такого электропривода являются низкая энергетическая эффективность, а также невозможность поддержания нагрузки, необходимой для работы первичного дизельного двигателя в оптимальном режиме при работе системы электропривода в

режиме торможения, низкое быстродействие системы привода, обусловленное использованием тиристорных ключей.

Техническим результатом является повышение энергетических показателей системы электропривода и повышение быстродействия системы при резком изменении нагрузки.

5 Технический результат достигается тем, что устройство дополнительно содержит автономный инвертор напряжения, к выходным выводам которого подключен измерительный блок, а два входных вывода, соединенные с первым и вторым выходными
 10 выводами управляемого выпрямителя, управляемый выпрямитель и автономный инвертор напряжения, выполненные на полностью управляемых полупроводниковых ключах, два измерительных блока, каждый из которых содержит два датчика тока и два датчика напряжения, первый измерительный блок, подключен входными выводами к выходным выводам m-фазного тягового генератора переменного тока, а выходными
 15 выводами к входным выводам управляемого выпрямителя, второй измерительный блок подключен входными выводами к выходным выводам автономного инвертора напряжения, а выходными выводами к входным выводам асинхронного тягового двигателя, конденсатор, датчик напряжения и тормозной резистор, соединенный
 20 последовательно с коммутатором, подключенные параллельно между выходными выводами управляемого выпрямителя и входными выводами автономного инвертора напряжения, систему управления, получающую информацию от измерительных блоков и датчика напряжения и формирующую управляющие воздействия, подаваемые на
 выходы управления управляемым выпрямителем, автономным инвертором напряжения и коммутатором.

Энергоэффективный тяговый электропривод автономного транспортного средства поясняется следующими фигурами:

- 25 фиг. 1 - общая схема устройства;
 фиг. 2 - поясняющая схема полностью управляемого полупроводникового ключа;
 фиг. 3 - поясняющая схема измерительного блока, где:
- 1 - первичный дизельный двигатель;
 - 2 - трехфазный синхронный генератор переменного тока;
 - 30 3 - измерительный блок;
 - 4 - управляемый выпрямитель;
 - 5 - автономный инвертор напряжения;
 - 6 - асинхронный тяговый двигатель;
 - 7 - выходные выводы трехфазного синхронного генератора переменного тока;
 - 35 8 - входные выводы управляемого выпрямителя;
 - 9 - полностью управляемый полупроводниковый ключ;
 - 10 - выходные выводы управляемого выпрямителя;
 - 11 - датчик напряжения;
 - 12 - конденсатор;
 - 40 13 - коммутатор;
 - 14 - тормозной резистор;
 - 15 - входные выводы автономного инвертора напряжения;
 - 16 - выходные выводы автономного инвертора напряжения;
 - 17 - входные выводы асинхронного тягового двигателя;
 - 45 18 - транзистор;
 - 19 - диод;
 - 20 - датчик тока;
 - 21 - система управления.

Энергоэффективный тяговый электропривод автономного транспортного средства содержит (фиг.1) первичный дизельный двигатель 1, соединенный с трехфазным синхронным генератором переменного тока 2, управляемый выпрямитель 4 на основе полностью управляемых полупроводниковых ключей 9, каждый из которых содержит (Фиг.2) параллельно включенные транзистор 18 и диод 19, подключенный входными выводами 8 через измерительный блок 3, содержащий (Фиг. 3) датчики тока 20 и датчики напряжения 11, к выходным выводам 7 трехфазного синхронного генератора переменного тока 2, и имеющий первый и второй выходные выводы 10, автономный инвертор напряжения 5 на основе полностью управляемых полупроводниковых ключей 9, имеющий выходные выводы 16, к которым через измерительный блок 3 подключены входные выводы 17 асинхронного тягового двигателя 6, и два входных вывода 15, к которым параллельно подключены датчик напряжения 11, конденсатор 12, тормозной резистор 14, включенный последовательно с коммутатором 13 и выходные выводы 10 управляемого выпрямителя 4, систему управления 21, получающую информацию о действующих значениях токов и напряжений, поступающую с измерительных блоков 3 и датчика напряжения 11, и формирующую управляющие воздействия, поступающие на выводы управления полностью управляемых полупроводниковых ключей 9 и коммутатора 13.

Энергоэффективный тяговый электропривод автономного транспортного средства работает следующим образом.

В режиме тяги. Первичный дизельный двигатель 1 приводит во вращение вал трехфазного синхронного генератора переменного тока 2, переменное напряжение поступает на выходные выводы 7 трехфазного синхронного генератора переменного тока 2, пройдя через измерительный блок 3 и входные выводы управляемого выпрямителя 8, выпрямляется управляемым выпрямителем 4. Регулируя угол включения полностью управляемых полупроводниковых ключей 9, поддерживают постоянное значение выпрямленного напряжения на конденсаторе 12, измеряемое датчиком напряжения 11, и соответственно на выходных выводах 10 управляемого выпрямителя 4, которое автономным инвертором напряжения 5 преобразуется в переменное напряжение регулируемой частоты, регулируемое переключением полностью управляемых полупроводниковых ключей 9, измеряемое измерительным блоком 3, и подаваемое на входные выводы 17 асинхронного тягового двигателя 6, создающего крутящий момент. Система управления 21, получающая информацию от датчика напряжения 11 и измерительных блоков 3, содержащих датчики тока 20 и напряжения 11, формирует управляющие воздействия, подаваемые на выводы управления полностью управляемых полупроводниковых ключей 9 управляемого выпрямителя 4 и автономного инвертора напряжения 5, таким образом, чтобы управляемый выпрямитель 4 и автономный инвертор напряжения 5 обеспечивали максимальный коэффициент мощности сети.

В режиме торможения. Ротор асинхронного тягового двигателя 6 вращается с частотой большей, чем частота переключения полностью управляемых полупроводниковых ключей 9 автономного инвертора напряжения 5. При протекании тока через входные выводы 17 асинхронного тягового двигателя 6 формируется напряжение на входных выводах 15 автономного инвертора напряжения 5. Полностью управляемые полупроводниковые ключи 9 управляемого выпрямителя 4 включают с углом регулирования $0 < \alpha_p < \pi/2$, формируемым системой управления 21, таким образом, чтобы момент, создаваемый трехфазным синхронным генератором переменного тока 2, переведенным в двигательный режим, поддерживал оптимальный момент нагрузки

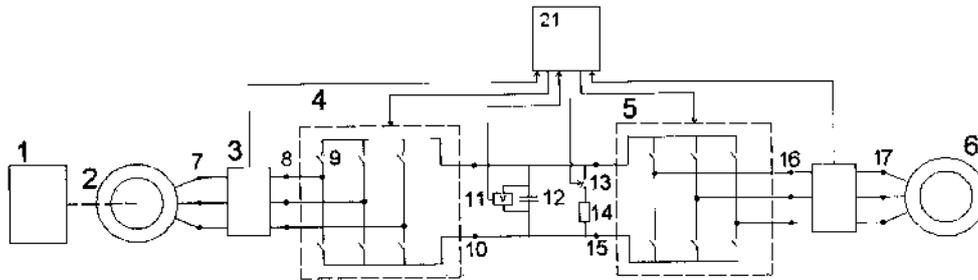
на валу первичного дизельного двигателя 1, при увеличении мощности, подаваемой на выходные выводы 7 трехфазного синхронного генератора переменного тока 2, выше допустимого значения, устанавливаемого по условиям режима работы первичного дизельного двигателя 1, системой управления 21 формируется управляющее воздействие, подаваемое на вывод управления коммутатора 13, включающим в цепь тормозной резистор 14. Ток протекает по цепи следующим образом (например, интервал времени $0 \div \pi/3$) - от входных выводов 17 асинхронного тягового двигателя 6, проходя через измерительный блок 3, поступает на выходные выводы 16 автономного инвертора напряжения 5, проходя через замкнутый полностью управляемый полупроводниковый ключ 9 поступает на входной вывод 15 автономного инвертора напряжения 5, заряжает конденсатор 12 и поступает на выходной вывод 10 управляемого выпрямителя 4 далее, проходя через замкнутый полностью управляемый полупроводниковый ключ 9 и измерительный блок 3, поступает на выходной вывод 7 трехфазного синхронного генератора переменного тока 2 и далее, пройдя через измерительный блок 3, обратно на входной вывод 8 управляемого выпрямителя 4, при этом избыточная мощность, поступающая от асинхронного тягового двигателя 6, рассеивается в тормозном сопротивлении 14, включаемым в цепь коммутатором 13 по управляющему воздействию, поступающему от системы управления 21.

Технико-экономическая эффективность предложения определяется тем, что снижается потребление топлива и увеличивается ресурс первичного дизельного двигателя за счет уменьшения отложения нагара на форсунках и деталях шатунно-поршневой группы.

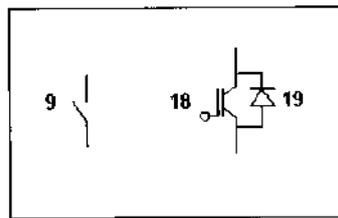
(57) Формула изобретения

Энергоэффективный тяговый электропривод автономного транспортного средства, содержащий m -фазный тяговый генератор переменного тока, управляемый выпрямитель по схеме m -фазного мостового выпрямителя и имеющий m входных выводов, подключенных к фазам тягового генератора, и первый и второй выходные выводы, асинхронный тяговый двигатель, отличающийся тем, что дополнительно содержит автономный инвертор напряжения, к выходным выводам которого подключен измерительный блок, а два входных вывода, соединенные с первым и вторым выходными выводами управляемого выпрямителя, управляемый выпрямитель и автономный инвертор напряжения, выполненные на полностью управляемых полупроводниковых ключах, два измерительных блока, каждый из которых содержит два датчика тока и два датчика напряжения, первый измерительный блок подключен входными выводами к выходным выводам m -фазного тягового генератора переменного тока, а выходными выводами к входным выводам управляемого выпрямителя, второй измерительный блок подключен входными выводами к выходным выводам автономного инвертора напряжения, а выходными выводами к входным выводам асинхронного тягового двигателя, конденсатор, датчик напряжения и тормозной резистор, соединенный последовательно с коммутатором, подключенные параллельно между выходными выводами управляемого выпрямителя и входными выводами автономного инвертора напряжения, систему управления, получающую информацию от измерительных блоков и датчика напряжения и формирующую управляющие воздействия, подаваемые на выводы управления управляемым выпрямителем, автономным инвертором напряжения и коммутатором.

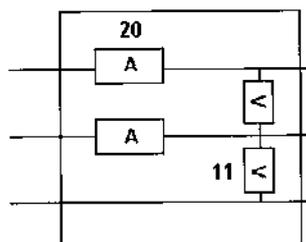
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД
АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3