



(51) МПК
B60K 6/00 (2007.10)
B60K 6/383 (2007.10)
F16H 33/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

На основании пункта 1 статьи 1366 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации патентообладатель обязуется заключить договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявил такое желание и уведомил об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.

(52) СПК
B60K 6/00 (2006.01); B60K 6/383 (2006.01); F16H 33/00 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017144199, 18.12.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 18.12.2017

Дата регистрации:
 19.11.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.12.2017

(45) Опубликовано: 19.11.2018 Бюл. № 32

Адрес для переписки:
 107207, Москва, ул. Байкальская, 40/16, кв. 224,
 Леонов И.В.

(72) Автор(ы):

Леонов Игорь Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Леонов Игорь Владимирович (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 4233858 A1, 18.11.1980. RU 2488501 C1, 27.07.2013. US 8425358 B2, 23.04.2013. EP 2639091 B1, 06.05.2015. US 7455608 B2, 25.11.2008.

(54) Электромобиль с маховичным аккумулятором энергии

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению. Электромобиль с маховичным аккумулятором энергии включает корпус, управляющее устройство, валы, маховик, редукторы с неподвижными осями, тяговый электрический двигатель, ведущие колеса машины, трансмиссию, связывающую тяговый электрический двигатель с ведущими колесами машины, планетарный дифференциал, состоящий из солнечной шестерни и центрального зубчатого колеса, а также водила с расположенным на нем сателлитом. Валы

тягового электрического двигателя и трансмиссии соединены между собой с помощью редуктора, а маховик непосредственно соединен с солнечной шестерней планетарного дифференциала. Электромобиль дополнительно включает тормоз дифференциала, дополнительное сцепление, соединяющее планетарный дифференциал с маховиком, и тормоз, соединенный с валом тягового электрического двигателя. Обеспечивается расширение арсенала технических средств. 1 з.п. ф-лы, 4 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B60K 6/00 (2007.10)
B60K 6/383 (2007.10)
F16H 33/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

According to Art. 1366, par. 1 of the Part IV of the Civil Code of the Russian Federation, the patent holder shall be committed to conclude a contract on alienation of the patent under the terms, corresponding to common practice, with any citizen of the Russian Federation or Russian legal entity who first declared such a willingness and notified this to the patent holder and the Federal Executive Authority for Intellectual Property.

(52) CPC

B60K 6/00 (2006.01); **B60K 6/383** (2006.01); **F16H 33/00** (2006.01)

(21)(22) Application: 2017144199, 18.12.2017

(24) Effective date for property rights:

18.12.2017

Registration date:

19.11.2018

Priority:

(22) Date of filing: 18.12.2017

(45) Date of publication: 19.11.2018 Bull. № 32

Mail address:

107207, Moskva, ul. Bajkalskaya, 40/16, kv. 224,
Leonov I.V.

(72) Inventor(s):

Leonov Igor Vladimirovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Leonov Igor Vladimirovich (RU)

(54) **ELECTRIC CAR WITH FLYWHEEL ENERGY BATTERY**

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: invention relates to machine building. Electric car with the flywheel energy battery includes the housing, the control device, shafts, the flywheel, gears with fixed axles, the traction electric motor, the driving wheels of the machine, the transmission linking the traction electric motor with the driving wheels of the machine, the planetary differential consisting of the sun gear and the central gear wheel, and the pinion cage with the satellite located on it.

Shafts of the electric motor and transmission are interconnected by means of a gearbox, and the flywheel is directly connected to the sun gear of the planetary differential. Electric car additionally includes the differential brake, the additional clutch connecting the planetary differential to the flywheel, and the brake, which is connected to the shaft of the traction electric motor.

EFFECT: wider range of technical means.

1 cl, 4 dwg

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Изобретение относится к области рекуперации энергии торможения транспортных машин, таких как гибридные силовые установки с ДВС и электромобили, а также к устройствам для осуществления указанной технологии.

5 ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Известно устройство управления рекуперации энергии машины с маховичным аккумулятором при помощи обратимой электрической машиной [1] (Flyweel drive system "Garratt corporation" (United States patent 4,233,858 Nov. 18. 1980 ЗСЕ/ГЫ 019778 WO 2008/033378 App. №754,597 Dec. 27,1976 Int cl3 F16h 37/06)).

10 Известное устройство управления рекуперации энергии машины с маховичным аккумулятором принципиально не реализует и не поддерживает постоянного суммарного значения кинетической энергии трансмиссии машины и маховика так как в нем происходит частичное преобразование части механической энергии торможения в электрическую и передачу ее в электрический аккумулятор. Известное устройство
15 управления рекуперации энергии машины принципиально не реализует полную рекуперацию энергии торможения, так как в нем невозможно осуществить оптимальное изменение передаточного отношения трансмиссии без создания системы автоматического управления на принципах самовыравнивания кинетической энергии трансмиссии машины и маховика [2].

20 Схема известного устройства управления рекуперации энергии машины фирмы "Garratt corporation" (США) [1] включает тяговый электрический двигатель и трансмиссию, соединенные между собой зубчатой передачей с постоянным передаточным отношением с одной степенью подвижности (редуктор), а также управляющую обратимую электрическую машину, маховик и планетарный
25 дифференциал с двумя степенями подвижности, состоящий из двух центральных зубчатых колес (из которых одно центральное зубчатое колесо с внутренним зубом), а другое центральное зубчатое колесо с внешним зубом называется центральной шестерней, а также из водила и сателлита, расположенного на водиле и находящегося в зацеплении с двумя центральными зубчатыми колесами, причем маховик соединен с центральной
30 шестерней. Управление потоком энергии в маховичный аккумулятор и обратно осуществляется изменением потока энергии через планетарный дифференциал с двумя степенями подвижности $w=2$, состоящий из двух центральных зубчатых колес (из которых одно центральное зубчатое колесо с внутренним зубом), а другое центральное
35 зубчатое колесо с внешним зубом (так называемой центральной шестерней), а также из водила и сателлита, расположенного на водиле и находящегося в зацеплении с двумя центральными зубчатыми колесами, причем маховик непосредственно соединен с центральной шестерней [1].

Известное устройство осуществляет рекуперацию энергии торможения с помощью управляющего устройства путем переключения обратимой электрической машины из
40 режима электрогенератора в режим электрического двигателя. При рекуперации перекачка энергии из маховика и обратно осуществляется посредством изменения передаточного отношения кинематической цепи планетарного дифференциала [1] между трансмиссией и маховиком посредством воздействия управляющего устройства на управляющую обратимую электрическую машину, вал которого жестко соединен с
45 маховиком.

Мощный электрический аккумулятор служит для аккумуляции энергии при торможении машины и для питания тягового электрического двигателя при разгоне и при установившемся движении. Причем в маховике запасается только часть энергии

торможения, а энергия из электрического аккумулятора расходуется как на преодоление сил полезного сопротивления движению так и на управление планетарным дифференциалом с помощью управляющей обратимой электрической машиной.

Недостатком известного устройства [2, 3] является то, что при таком соединении звеньев планетарного дифференциала управляющая обратимая электрическая машина потребляет значительное количество электрической энергии, значение которой соизмеримо с ее затратами на управление тягового электрического двигателя, что ограничивает область применения рекуперации энергии торможения машины и снижает экономичность машины, работающей в режиме «разгон-торможение» [2, 3].

10 РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Целью настоящего изобретения является создание такого устройства, которое обеспечило бы рекуперацию энергии торможения за счет расширения области управления рекуперации энергии торможения машины без использования управляющих обратимых электрических машин, потребляющих электрическую энергию при 15 торможении, вызывающую снижение коэффициента полезного действия.

Поставленная цель достигается тем, что обмен кинетической энергии между маховиком и трансмиссией машины производится посредством изменения передаточного отношения кинематической цепи планетарного дифференциала за счет изменения его степени подвижности и путем управления тягового электрического двигателя изменением 20 потока энергии в дифференциальном механизме путем растормаживания его звена и соединения его с маховиком.

Новые полезные свойства предлагаемого, расширяющего область применения машины и позволяющего производить рекуперацию энергии, появляются в результате изменения степени подвижности планетарного дифференциала путем затормаживания 25 или растормаживания его звена с помощью тормоза. При затормаживании одного звена, число степеней подвижности механизма планетарного дифференциала, снижается на единицу и становится равной единице.

Известно устройство электромобиля с маховичным аккумулятором энергии, включающего корпус, управляющее устройство, управляющую обратимую 30 электрическую машину, валы, маховик, редукторы с неподвижными осями, тяговый электрический двигатель, ведущие колеса машины, трансмиссию, связывающую тяговый электрический двигатель с ведущими колесами машины, планетарный дифференциал, состоящий из солнечной шестерни и центрального зубчатого колеса, а также водила с расположенном на нем сателлитом, причем, валы тягового электрического двигателя 35 и трансмиссии соединены между собой с помощью редуктора, а маховик непосредственно соединен с солнечной шестерней планетарного дифференциала.

Предлагается устройство, отличающееся тем, что дополнительно включает тормоз дифференциала, дополнительное сцепление, соединяющее планетарный дифференциал с маховиком и тормоз, соединенный с валом тягового электрического двигателя.

40 Предлагается устройство:

1. Электромобиль с маховичным аккумулятором энергии, включающий корпус, управляющее устройство, управляющую обратимую электрическую машину, валы, маховик, редукторы с неподвижными осями, тяговый электрический двигатель, ведущие 45 колеса машины, трансмиссию, связывающую тяговый электрический двигатель с ведущими колесами машины, планетарный дифференциал, состоящий из солнечной шестерни и центрального зубчатого колеса, а также водила с расположенном на нем сателлитом, причем, валы тягового электрического двигателя и трансмиссии соединены между собой с помощью редуктора, а маховик непосредственно соединен с солнечной

шестерней планетарного дифференциала, отличающийся тем, что дополнительно включает тормоз дифференциала, дополнительное сцепление, соединяющее планетарный дифференциал с маховиком и тормоз, соединенный с валом тягового электрического двигателя.

5 2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что тормоз дифференциала, колодки которого соединены с корпусом, соединен с солнечной шестерней планетарного дифференциала, сцепление, соединяет солнечную шестерню планетарного дифференциала с маховиком, вал тягового электрического двигателя соединен с водилом планетарного дифференциала.

10 Существенные признаки предлагаемого устройства, которые совпадают с признаками аналога, заключаются в том, что предлагаемое устройство включает неподвижный корпус, управляющее устройство, валы, маховик, редукторы с неподвижными осями, тяговый электрический двигатель, ведущие колеса машины, трансмиссию машины, связывающую тяговый электрический двигатель с ведущими колесами машины, и
15 планетарный дифференциал, состоящий из солнечной шестерни и центрального зубчатого колеса, а также водила с сателлитом, причем, валы тягового двигателя и трансмиссии соединены между собой с помощью редуктора с неподвижными осями.

Существенное отличие предлагаемого устройства от аналога заключается в том, что дополнительно включает тормоз дифференциала, дополнительное сцепление,
20 соединяющее планетарный дифференциал с маховиком и тормоз, соединенный с валом тягового электрического двигателя. Существенное отличие предлагаемого устройства от аналога состоит также в том, что из предлагаемого устройства исключена управляющая обратимая электрическая машина.

Дополнительное отличие предлагаемого устройства состоит в том, что тормоз
25 дифференциала, колодки которого соединены с корпусом, соединен с солнечной шестерней планетарного дифференциала, сцепление, соединяет солнечную шестерню планетарного дифференциала с маховиком, вал тягового электрического двигателя соединен с водилом планетарного дифференциала.

Наличие сцепления позволяет отключить тяговый электрический двигатель от
30 маховика на установившемся режиме работы и подключить его на режимах разгона и торможения, используя его вместо управляющей обратимой электрической машины.

Это является важным отличием предлагаемого устройства от аналога.

Существенные признаки предлагаемого устройства, которые совпадают с признаками аналога, заключаются в том, тяговый электрический двигатель соединен с трансмиссией.
35 Однако эти признаки свойственны многочисленным другим транспортным машинам.

Основная совокупность существенных признаков заявляемого устройства, позволяющая реализовать достижение заявленного технического результата, заключается в том, что заявляемое устройство дополнительно включает тормоз
40 дифференциала, дополнительное сцепление, соединяющее планетарный дифференциал с маховиком и тормоз, соединенный с валом тягового электрического двигателя.

Достижение заявленного технического результата обеспечивается тем, что обмен кинетической энергии между маховиком и трансмиссией машины при рекуперации энергии торможения машины производится посредством изменения передаточного отношения кинематической цепи планетарного дифференциала между маховиком и
45 трансмиссией машины за счет изменения его степени подвижности путем затормаживания или растормаживания его звена с помощью тормоза.

Сравнение свойств заявляемого и известного решений показывает, что у заявляемого решения появляются новые свойства, не совпадающие со свойствами известных решений,

и что заявляемое решение обладает существенными отличиями.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Сущность изобретения поясняется чертежами. На фиг. 1 изображена кинематическая схема электромобиля с маховичным аккумулятором энергии, где: 1 - солнечная шестерня; 2 - сателлит; 3 - центральное зубчатое колесо; 4 - водило; 5 - маховик; 6 - сцепление; 7 - тормоз; 8 - тормоз; 9 - тяговый электрический двигатель; 10 - редуктор; 11 - ведущие колеса; 12 - корпус.

Устройство и принцип работы планетарного дифференциала общеизвестны [2, 3]. Солнечная шестерня 1 планетарного дифференциала соединена с центральным зубчатым колесом 3 с помощью сателлита 2, расположенного на водиле 4, и тормозом 7. Маховик 5 соединен с солнечной шестерней 1 планетарного дифференциала сцеплением 6, устройство которого общеизвестно. Центральное зубчатое колесо 3 соединено с тяговым электрическим двигателем 9 и тормозом 8, колодки которого соединены с корпусом 11. Водило 4 соединено с редуктором с неподвижными осями 10. Ведущие колеса 11 машины соединены с редуктором 10.

Лучший вариант устройства заключается в том, что маховик 5 соединен с солнечной шестерней 1 планетарного дифференциала сцеплением 6.

Работа устройства

На фиг. 2, 3 и 4 изображены планы скоростей планетарного дифференциала в виде лучей, исходящих из начала координат, где: V - линейная скорость точки звена 1, 2, 3, 4 планетарного дифференциала на радиусе r . Планы скоростей соответствуют планетарному дифференциалу со степенью подвижности, равной двум. В полюсах зацепления зубчатых колес их линейные скорости равны между собой и отмечены точками V_1, V_2, V_3, V_4 . Например, пунктиром показан закон V_2 изменения скорости точки сателлита 2 в зависимости от радиуса точки r . Планы линейных скоростей солнечной шестерни 1, центрального зубчатого колеса 3, водила 4 (звеньев 1, 3 и 4) исходят из начала координат обозначены V_1, V_3, V_4 . Угловые скорости ω звеньев пропорциональны тангенсам углов наклона соответствующих лучей законов к оси радиусов r .

План на фиг. 2 соответствует режиму разгона. Этот режим начинается с максимальной скорости ω_1 маховика 5, который при выключенном тормозе 7 и включении сцепления 6 соединяется с солнечной шестерней 1 (фиг. 1). Поэтому в режиме разгона $\omega_1 = \omega_5$. При разгоне тормоз 8 выключается и включается в работу тяговый электрический двигатель 9. Энергия от маховика 5 и работа тягового электрического двигателя 9 суммируются и передаются через водило 4 и редуктор 10 на ведущие колеса 11. Интенсивность разгона управляется электронным управляющим устройством, воздействуя на тяговый электрический двигатель 9 и изменяя угловую скорость его вращения $\omega_9 = \omega_3 < \omega_1$.

План на фиг. 3 соответствует режиму торможения с рекуперацией энергии. Этот режим начинается с минимальной скорости $\omega_5 = \omega_1$ маховика 5, который при выключенном тормозе 7 и включении сцепления 6 соединен с солнечной шестерней 1. Поэтому в режиме торможения $\omega_1 = \omega_5$. При торможении тормоз 8 выключается, а тяговый электрический двигатель 9 переключается на работу в режим электрического генератора (фиг. 1) с помощью управляющего устройства, не показанного на схеме. Энергия торможения от ведущих колес 11 передается через редуктор 10 и водило 4 маховику 5. Интенсивность торможения управляется электронным управляющим устройством, воздействуя на тяговый электрический двигатель 9, работающий в режиме

электрического генератора, и изменяя угловую скорость его вращения $\omega_9 = \omega_3$. В конце торможения достигается максимальная скорость ω_1 маховика 5, а скорость водила ω_4 , пропорциональная скорости ведущих колес 11, стремится к нулевому значению на

остановке машины.
 Экстремальный режим торможения с рекуперацией энергии осуществляется выключением тягового электрического двигателя 9 $\omega_3 = 0$ и затормаживанием тормоза 8, как показано на фиг. 3.

Таким образом режим разгона или торможения достигаются управлением (переключением) тягового электрического двигателя 9. Установившийся режим движения (фиг. 4) осуществляется кроме управления тягового электрического двигателя 9 еще выключением сцепления 6 и затормаживанием тормоза 7. В этом случае ведущие колеса 11 приводятся в движение только от тягового электрического двигателя 9 через водило 4 и редуктор 10 при выключенном тормозе 8.

При установившемся движении машины наблюдается баланс сил движущих и сопротивлений. Мощность тягового электрического двигателя 9 передается редуктором 10 ведущим колесам 11. При разгоне дисбаланс сил движущих и сопротивлений нарушается и дополнительная энергия передается от маховика 5 через центральную зубчатую шестерню 1 и водило 4 ведущим колесам 11.

При торможении машины дисбаланс сил движущих и сопротивлений нарушается в обратную сторону, что вызывает изменение направления движения энергии от ведущих колес 11 через редуктор 10 и планетарный дифференциал в маховик 5.

Прекращение движения машины вызывается снижением мощности тягового электрического двигателя 9 до нуля

ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРИМЕНИМОСТЬ

Заявляемое устройство рекуперации энергии позволяют повысить эффективность расхода энергии машин и снизить расход энергии по сравнению с известными устройствами. Применение его позволяет снизить потери энергии и повысить экономичность машин на любых неустановившихся режимах работы путем изменения передаточного отношения между трансмиссией машины и маховиком, что позволяет

производить полную рекуперацию энергии торможения.
 Моделирование показало [2, 3], что в соответствии с заявленным изобретением может оно быть реализовано с обеспечением безопасности работы.

Литература:

1. Flyweel drive system "Garratt corporation" (United States patent 4,233,858 Nov. 18. 1980 ЗСЕ/ГЫ 019778 WO 2008/ 033378 App. №754,597 Dec. 27, 1976 Int cl3 F16h 37/06).
2. Леонов И.В., Леонов Д.И.. Теория механизмов и машин. Учеб. пособие для втузов. - М.: Высшее образование, 2014. - 239 с.
3. Барбашов Н.Н., Леонов И.В.. «Энергетическая модель механизма с маховичным аккумулятором энергии». Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. №4 - 2010 г.

Подписи к чертежам

Фиг. 1:

- 1 - солнечная шестерня; 2 - сателлит; 3 - центральное зубчатое колесо; 4 - водило; 5 - маховик; 6 - сцепление; 7 - тормоз; 8 - тормоз; 9 - тяговый электрический двигатель; 10 - редуктор; 11 - ведущие колеса; 12 - корпус

Планы скоростей планетарного дифференциала: Фиг. 2 - при разгоне; Фиг. 3 - при торможении; Фиг. 4 - на установившемся режиме движения: ω_1 - угловая скорость солнечной шестерни; ω_2 - угловая скорость сателлита; ω_3 - угловая скорость центрального

зубчатого колеса; ω_4 - угловая скорость водила

(57) Формула изобретения

5 1. Электромобиль с маховичным аккумулятором энергии, включающий корпус, валы, маховик, редукторы с неподвижными осями, тяговый электрический двигатель, ведущие колеса машины, трансмиссию, связывающую тяговый электрический двигатель с ведущими колесами машины, планетарный дифференциал, состоящий из солнечной шестерни и центрального зубчатого колеса, а также водила с расположенным на нем сателлитом, причем валы тягового электрического двигателя и трансмиссии соединены
10 между собой с помощью редуктора, а маховик непосредственно соединен с солнечной шестерней планетарного дифференциала, отличающийся тем, что дополнительно включает тормоз дифференциала, дополнительное сцепление, соединяющее планетарный дифференциал с маховиком, и тормоз, соединенный с валом тягового электрического двигателя.

15 2. Электромобиль по п. 1, отличающийся тем, что тормоз дифференциала, колодки которого соединены с корпусом, соединен с солнечной шестерней планетарного дифференциала, сцепление соединяет солнечную шестерню планетарного дифференциала с маховиком, вал тягового электрического двигателя соединен с водилом планетарного дифференциала.

20

25

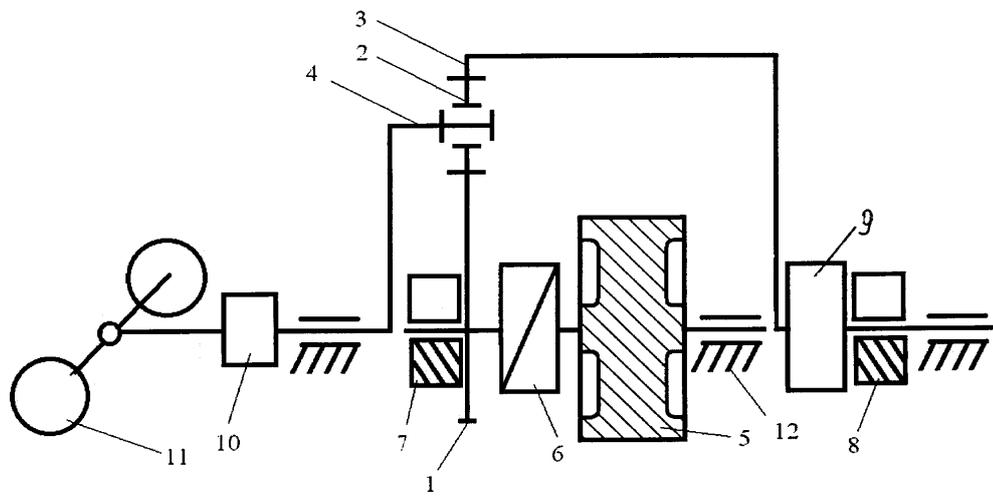
30

35

40

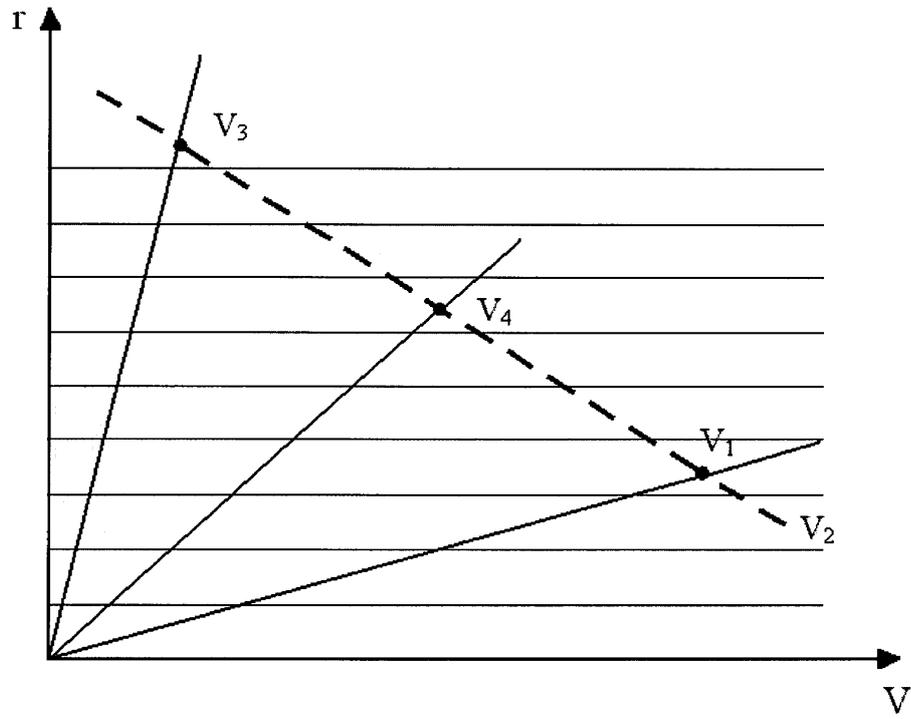
45

1

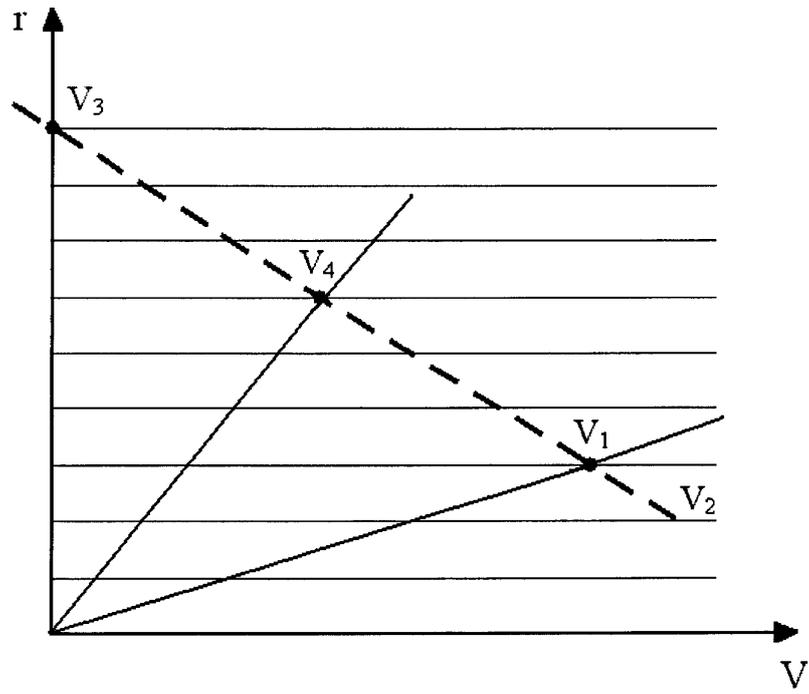


фиг. 1

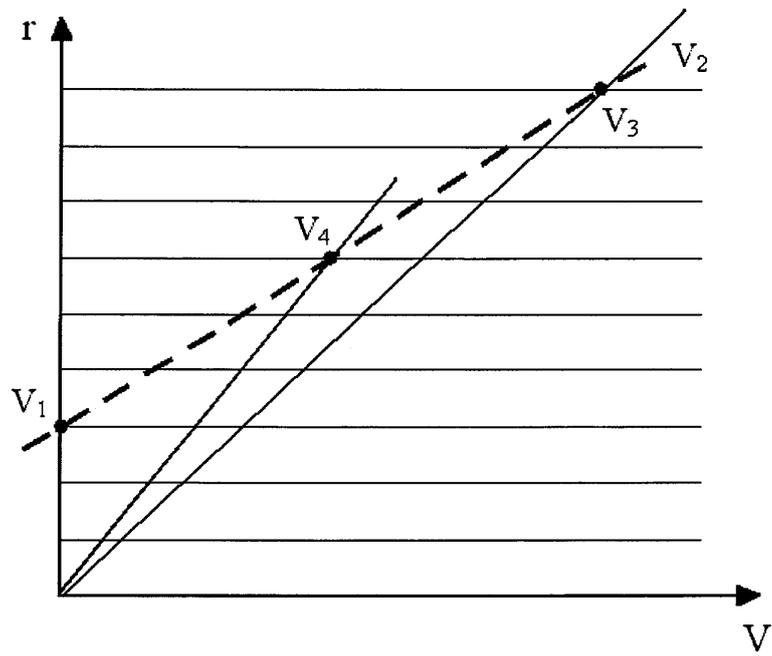
2



объяс. 2



фиг. 3



фиг. 4