



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012124470/07, 14.06.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.06.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.06.2012

(45) Опубликовано: 27.01.2014 Бюл. № 3

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 6433520 B1, 13.08.2002. RU 2316867 C1,
10.02.2008. RU 2376692 C1, 20.12.2009.

Адрес для переписки:

119334, Москва, ул. Косыгина, 5, кв.35, М.Б.
Щедрину

(72) Автор(ы):

**Сташинов Юрий Павлович (RU),
Конопелько Владислав Викторович (RU)**

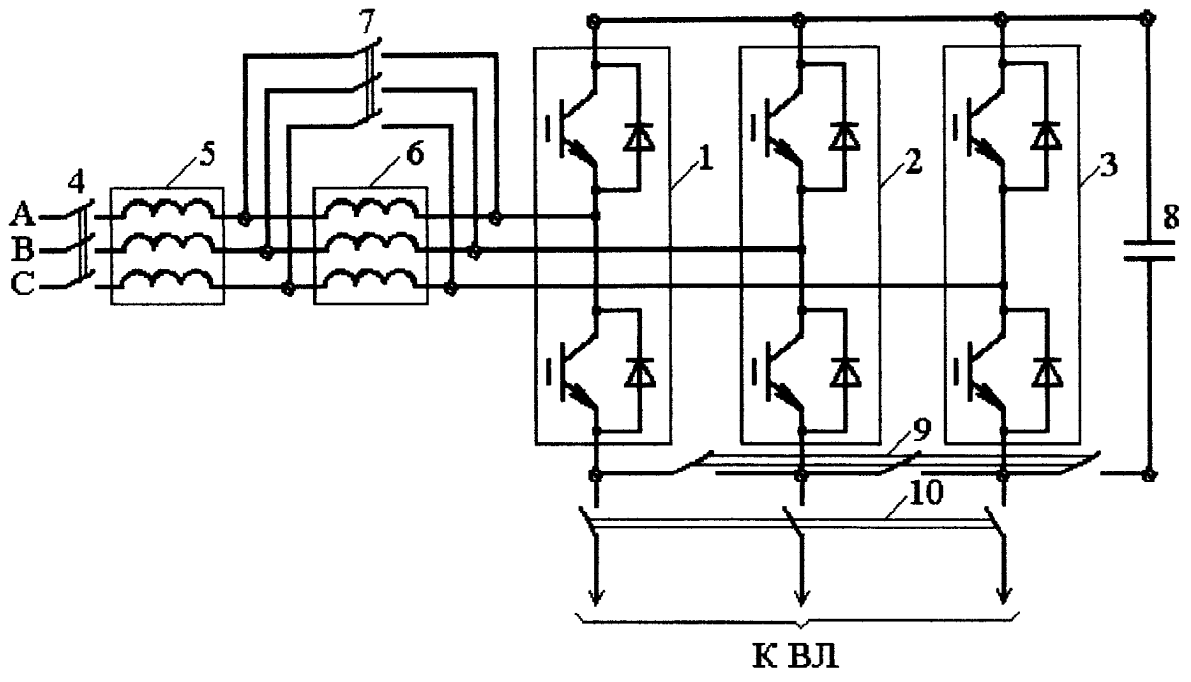
(73) Патентообладатель(и):

**Открытое акционерное общество
"Федеральная сетевая компания Единой
энергетической системы" (ОАО "ФСК
ЕЭС") (RU),
Закрытое акционерное общество
"ЭнергоПроект" (ЗАО "ЭнергоПроект") (RU)****(54) КОМБИНИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ
МОЩНОСТИ И ПЛАВКИ ГОЛОЛЕДА (ВАРИАНТЫ)**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и может найти применение на электрических подстанциях, требующих компенсации реактивной мощности и плавки гололеда на воздушных линиях электропередачи. Технический результат - сокращение продолжительности процесса плавки с одновременным уменьшением количества дополнительного коммутационного оборудования. Установка содержит трехфазный мостовой преобразователь на полностью управляемых полупроводниковых вентилях, шунтированных встречно включенными диодами, конденсаторную батарею на стороне постоянного тока, первый трехполюсный выключатель и два последовательно соединенных трехфазных дросселя, параллельно одному из которых подсоединен второй трехполюсный выключатель, - на стороне переменного тока. По первому

варианту конденсаторная батарея в режиме компенсации реактивной мощности соединена контактами третьего трехполюсного выключателя, разомкнутыми в режиме плавки гололеда, с эмиттерными (коллекторными) выводами вентиля преобразователя, которые в этом режиме посредством четвертого трехполюсного выключателя соединены с проводами воздушной линии для управляемой плавки гололеда переменным током. По второму варианту конденсаторная батарея в режиме компенсации реактивной мощности контактами третьего и четвертого трехполюсных выключателей, разомкнутыми в режиме плавки гололеда, соединена с эмиттерными и коллекторными выводами вентиля преобразователя, которые в этом режиме посредством пятого и шестого трехполюсных выключателей соединены с проводами двух воздушной линии для одновременной управляемой плавки на них гололеда переменным током. 2 н.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H02J 3/18 (2006.01)
H02G 7/16 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012124470/07, 14.06.2012

(24) Effective date for property rights:
14.06.2012

Priority:

(22) Date of filing: 14.06.2012

(45) Date of publication: 27.01.2014 Bull. 3

Mail address:

119334, Moskva, ul. Kosygina, 5, kv.35, M.B.
Shchedrinu

(72) Inventor(s):

**Stashinov Jurij Pavlovich (RU),
Konopel'ko Vladislav Viktorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Federal'naja setevaja kompanija Edinoj ehnergeticheskoy sistemy" (OAO "FSK EEhS") (RU),
Zakrytoe aktsionernoe obshchestvo "EhnergoProekt" (ZAO "EhnergoProekt") (RU)**

(54) **INTERGRATED APPARATUS FOR COMPENSATION OF REACTIVE POWER AND MELTING ICE COVER (VERSION)**

(57) Abstract:

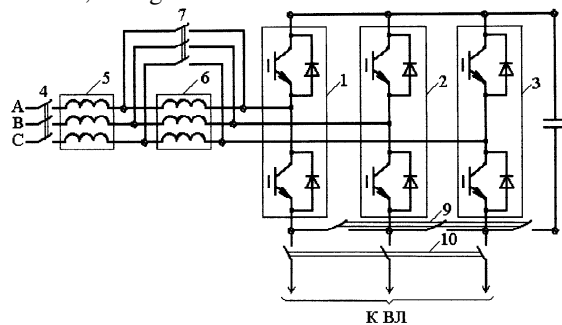
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: apparatus has a three-phase bridge converter on fully controlled semiconductor rectifiers, which are shunted by anti-parallel connected diodes, a capacitor bank at the direct current side, a first three-pole switch and two series-connected three-phase chokes, one of which is connected in parallel to a second three-pole switch, at the alternating current side. According to the first version, the capacitor bank in reactive power compensation mode is connected by contacts of a third three-pole switch, which are open in ice melting mode, to emitter (collector) leads of rectifiers of the converter which in that mode are connected through a fourth three-pole switch to wires of the overhead power line for controlled melting of ice with alternating current. According to the second version, the capacitor bank in reactive power compensation mode is connected by contacts of the third and fourth three-pole switches, which are open

in ice melting mode, to emitter and collector leads of rectifiers of the converter which in that mode are connected through fifth and sixth three-pole switches to wires of two overhead power lines for simultaneous controlled melting of ice thereon with alternating current.

EFFECT: shorter duration of the melting process with simultaneous reduction of the amount of additional switching equipment.

2 cl, 4 dwg



Фиг. 1

RU 2 505 903 C1

RU 2 505 903 C1

Область техники

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано на электроподстанциях.

Уровень техники

5 С развитием силовой полупроводниковой техники в электроэнергетике получили применение статические устройства для компенсации реактивной мощности (СТАТКОМы), выполненные на основе преобразователей напряжения на полностью управляемых приборах силовой электроники, шунтированных обратными диодами
10 (см., например, Кочкин В.И., Нечаев О.П. Применение статических компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях энергосистем и предприятий. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2000). Благодаря высокому быстродействию, а также использованию широтно-импульсной модуляции (ШИМ), СТАТКОМы позволяют эффективно поддерживать требуемые показатели качества электроэнергии в системах
15 электроснабжения.

Другой важной технической задачей, направленной на повышение надежности электроснабжения потребителей, является регулируемая плавка гололеда на воздушных линиях электропередач (ВЛ). Для ее решения применяют разнообразные преобразователи, выполненные также на полупроводниковых силовых ключевых
20 элементах. Однако они используются по назначению сравнительно непродолжительное время, только в периоды гололедообразования. В связи с этим целесообразно объединение функций компенсации реактивной мощности и плавки гололеда в одном устройстве для экономии капитальных затрат в связи с
25 сокращением общего объема оборудования, устанавливаемого на подстанции.

Известны комбинированные установки для компенсации реактивной мощности и плавки гололеда (КРМ-ПГ), выполненные на основе трехфазного мостового преобразователя (двух или трехуровневого) на полностью управляемых силовых
30 полупроводниковых приборах - IGBT или запираемых тиристорах (см. пат. US №6433520; опубл. 13.08.2002; пат RU №2376692; заявл. 09.06.2008; опубл. 20.12.2009. Бюл. №35).

Сущность изобретения

Преобразователь содержит три плеча на последовательно соединенных полностью
35 управляемых полупроводниковых вентилях, шунтированных встречно включенными диодами. При реализации СТАТКОМа преобразователь по переменному току через первый трехполюсный выключатель и реакторную группу из двух трехфазных дросселей подключен к трехфазной обмотке силового трансформатора, а к выходу
40 постоянного тока преобразователя подсоединена конденсаторная батарея, выполняющая функции источника постоянного напряжения. Параллельно одному из трехфазных дросселей подсоединен второй трехполюсный выключатель, контакты которого при работе устройства в режиме компенсации реактивной мощности
разомкнуты.

45 При плавке гололеда преобразователь переводят из режима компенсации в режим управляемого выпрямителя, с подключением к выходу через двухполюсный выключатель или же два однополюсных выключателя проводов ВЛ, на которой производят плавку гололеда постоянным током. Контакты второго трехполюсного
50 выключателя в этом режиме замкнуты.

Достоинством применения постоянного тока является возможность плавки гололеда на линиях большой протяженности. Однако при рекомендуемых схемах плавки: «змейкой», «провод - два провода», «провод-провод» (см. Методические

указания по плавке гололеда постоянным током. Ч.2. - М.: МУ 34-70-028-82, 1983) требуется применение дополнительных высоковольтных выключателей, размещаемых на обоих концах линии, с их периодическими переключениями в процессе плавки, что существенно усложняет организацию плавки гололеда, увеличивает время плавки, требует дополнительных капитальных затрат на внешнее коммутационное оборудование.

Техническим эффектом изобретения является упрощение организации и сокращение продолжительности процесса плавки гололеда посредством комбинированной установки КРМ-ПП с одновременным уменьшением количества дополнительного коммутационного оборудования.

Для достижения указанного эффекта с помощью дополнительных выключателей формируются из полупроводниковых ключей преобразователя регуляторы переменного напряжения для управляемой плавки гололеда на ВЛ переменным током. При этом плавка гололеда осуществляется одновременно на трех проводах, замкнутых на противоположном конце линии.

Осуществление изобретения с учетом его развития

Суть изобретения поясняется чертежами, где на фиг.1-3 изображены принципиальные схемы вариантов предлагаемой установки КРМ-ПП, а на фиг.4 приведены графики изменения напряжений на зажимах проводов воздушной линии для плавки гололеда при регулировании действующего значения тока плавки путем изменения продолжительностей периодов протекания тока и бестоковых пауз.

Предлагаемая комбинированная установка для компенсации реактивной мощности и плавки гололеда выполнена на основе мостового преобразователя, содержащего три плеча 1-3 на последовательно соединенных полностью управляемых полупроводниковых ключах - IGBT-транзисторах, шунтированных встречно включенными диодами. Со стороны переменного тока преобразователь подсоединен к трем фазам А, В, С вторичной обмотки трансформатора или сети переменного тока через первый трехполюсный выключатель 4 и трехфазные дроссели 5, 6, параллельно одному из которых подсоединен второй трехполюсный выключатель 7. К выходу постоянного тока преобразователя подключена конденсаторная батарея 8.

По первому варианту установки (фиг.1 и 2) в режиме компенсации реактивной мощности конденсаторная батарея 8 соединена контактами третьего трехполюсного выключателя 9, разомкнутыми в режиме плавки гололеда, с эмиттерными (коллекторными) выводами вентиля преобразователя, которые в этом режиме посредством четвертого трехполюсного выключателя 10 соединены с проводами воздушной линии для управляемой плавки на них гололеда переменным током.

По второму варианту (фиг.3) в режиме компенсации реактивной мощности конденсаторная батарея 8 соединена контактами третьего 9 и четвертого 11 трехполюсных выключателей, разомкнутыми в режиме плавки гололеда, с эмиттерными и коллекторными выводами вентиля преобразователя, которые в этом режиме посредством пятого 10 и шестого 12 трехполюсных выключателей соединены с проводами первой и второй воздушных линий для одновременной управляемой плавки на них гололеда переменным током.

Установка работает следующим образом.

В режиме компенсации реактивной мощности, при угле управления полупроводниковыми ключами α , несколько меньшем 180° , преобразователь потребляет из сети переменного тока активную мощность для покрытия потерь в элементах преобразователя с целью поддержания напряжения на зажимах

конденсаторной батареи, выполняющей в этом режиме функции источника питания постоянного тока. При этом на стороне переменного тока преобразователем формируется переменное трехфазное напряжение U_{Π} , первая гармоника которого сдвинута по отношению к фазным напряжениям источника переменного тока на угол $\beta=180^\circ-\alpha$. Если амплитуда первой гармоники напряжения U_{Π} превышает амплитуду переменного напряжения источника переменного тока, преобразователь генерирует реактивную мощность в сеть, если наоборот - преобразователь нагружает сеть реактивной мощностью. Изменением коэффициента высокочастотной ШИМ регулируется амплитуда первой гармоники напряжения U_{Π} , а следовательно, величина и направление передачи реактивной мощности через преобразователь.

В режиме СТАТКОма контакты трехполюсного выключателя 7 разомкнуты.

Для плавки гололеда переменным током в комбинированной установке по первому варианту контакты трехполюсного выключателя 9 размыкают, а эмиттерные (коллекторные) выводы вентиля преобразователя контактами трехполюсного выключателя 10 соединяют с проводами воздушной линии замкнутыми на противоположном конце линии.

По второму варианту комбинированного устройства КРМ-ПГ в режиме плавки гололеда переменным током размыкают контакты выключателей 9, 11, а посредством выключателей 10, 12 провода ВЛ1 и ВЛ2 подсоединяют к полупроводниковым ключам преобразователя, осуществляя одновременную плавку гололеда на двух воздушных линиях.

Требуемый ток плавки можно устанавливать и, при необходимости, автоматически поддерживать изменением величины коэффициента модуляции высокочастотной ШИМ либо путем изменения сигналами управления состоянием полупроводниковых ключей продолжительностей периодов протекания тока $T1$ и бестоковых пауз $T2$, как показано на фиг.4.

Для более эффективного использования мощности преобразователя в режиме плавки гололеда трехфазный дроссель 6 шунтируют контактами трехполюсного выключателя 7.

В отличие от плавки гололеда на постоянном токе регулируемая плавка переменным током осуществляется одновременно на всех проводах ВЛ и требует только наличия короткозамыкателя на противоположном конце линии, что существенно упрощает организацию и сокращение продолжительности процесса плавки с одновременным уменьшением количества дополнительного коммутационного оборудования.

Формула изобретения

1. Комбинированная установка для компенсации реактивной мощности и плавки гололеда, содержащая трехфазный мостовой преобразователь на полностью управляемых полупроводниковых вентилях, шунтированных встречно включенными диодами, конденсаторную батарею на стороне постоянного тока, первый трехполюсный выключатель и два последовательно соединенных трехфазных дросселя, параллельно одному из которых подсоединен второй трехполюсный выключатель, - на стороне переменного тока, отличающаяся тем, что в режиме компенсации реактивной мощности конденсаторная батарея соединена контактами третьего трехполюсного выключателя, разомкнутыми в режиме плавки гололеда, с эмиттерными (коллекторными) выводами вентиля преобразователя, которые в этом режиме посредством четвертого трехполюсного выключателя соединены с проводами

воздушной линии для управляемой плавки на них гололеда переменным током.

2. Комбинированная установка для компенсации реактивной мощности и плавки гололеда, содержащая трехфазный мостовой преобразователь на полностью управляемых полупроводниковых вентилях, шунтированных встречно включенными диодами, конденсаторную батарею на стороне постоянного тока, первый трехполюсный выключатель и два последовательно соединенных трехфазных дросселя, параллельно одному из которых подсоединен второй трехполюсный выключатель, - на стороне переменного тока, отличающаяся тем, что в режиме компенсации реактивной мощности конденсаторная батарея соединена контактами третьего и четвертого трехполюсных выключателей, разомкнутыми в режиме плавки гололеда, с эмиттерными и коллекторными выводами вентиля преобразователя, которые в этом режиме посредством пятого и шестого трехполюсных выключателей соединены соответственно с проводами первой и второй воздушных линий для одновременной управляемой плавки на них гололеда переменным током.

20

25

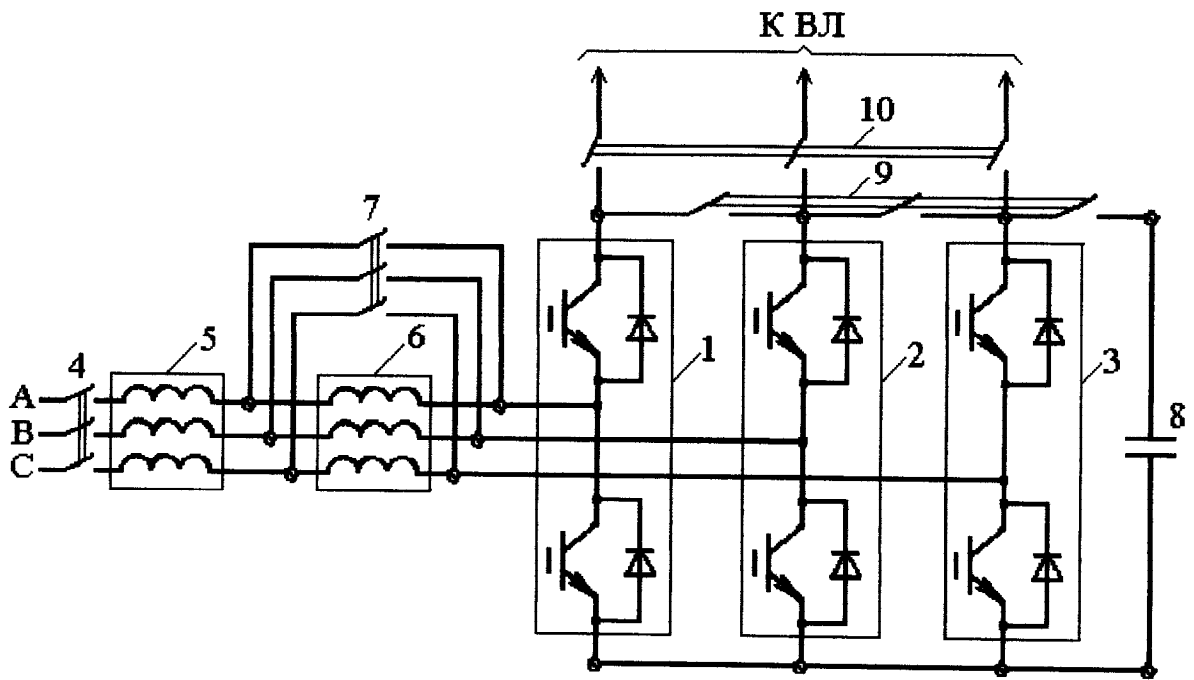
30

35

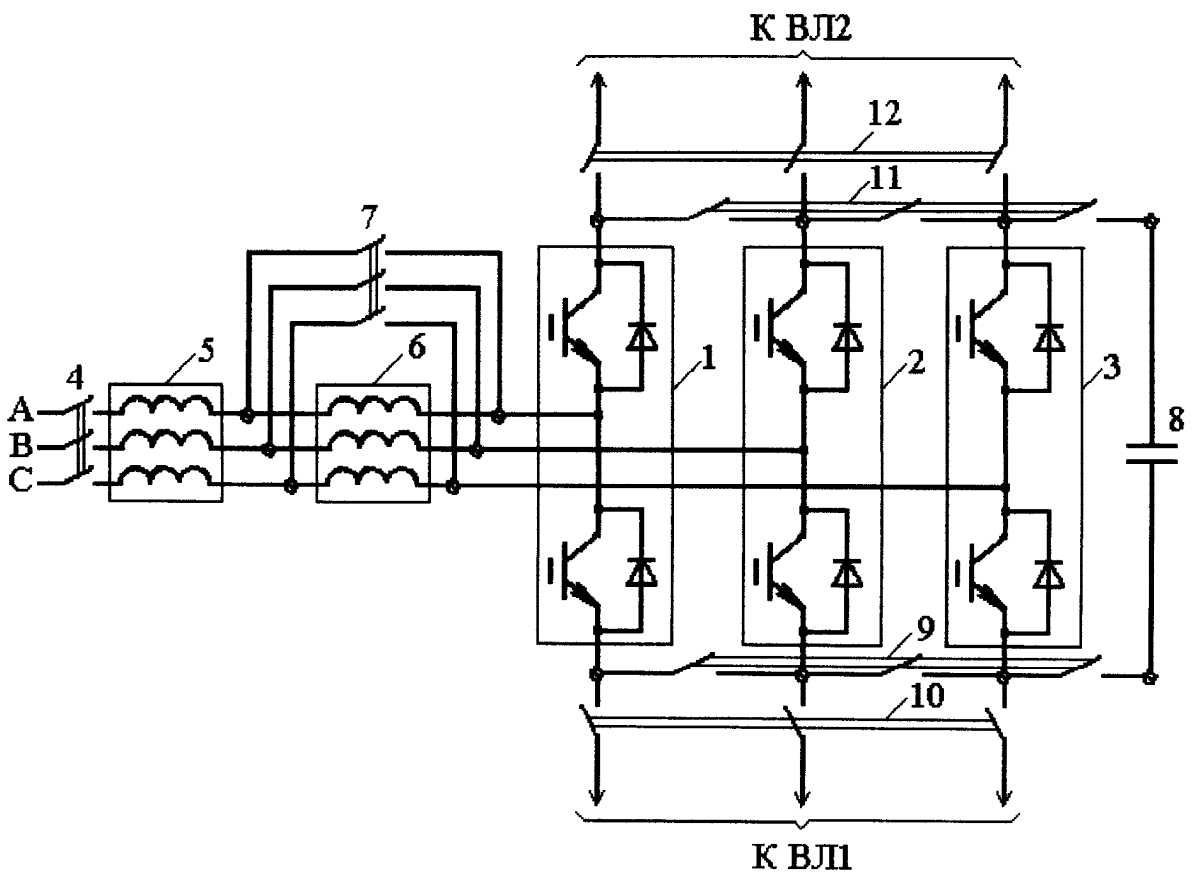
40

45

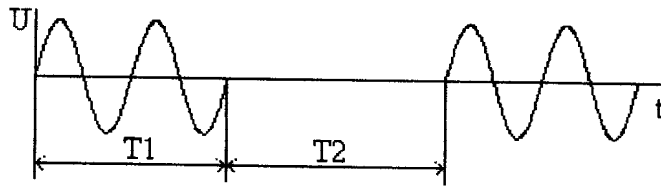
50



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4