



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B63H 23/24 (2024.08)

(21)(22) Заявка: 2024116185, 13.06.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.06.2024

Дата регистрации:
01.11.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.06.2024

(45) Опубликовано: 01.11.2024 Бюл. № 31

Адрес для переписки:

119415, Москва, пр-кт Вернадского, 37, корп.
1, СКИТОВИЧ СВЕТЛАНА ВАДИМОВНА

(72) Автор(ы):

Андреев Вячеслав Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"Инжиниринговый центр "Русэлпром" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 197961 U1, 09.06.2020. RU 204970
U1, 21.06.2021. RU 197447 U1, 28.04.2020. RU
2301173 C2, 20.06.2007. RU 2533869 C1,
20.11.2014. RU 2484574 C2, 10.06.2013.

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЯ СУДОВ

(57) Реферат:

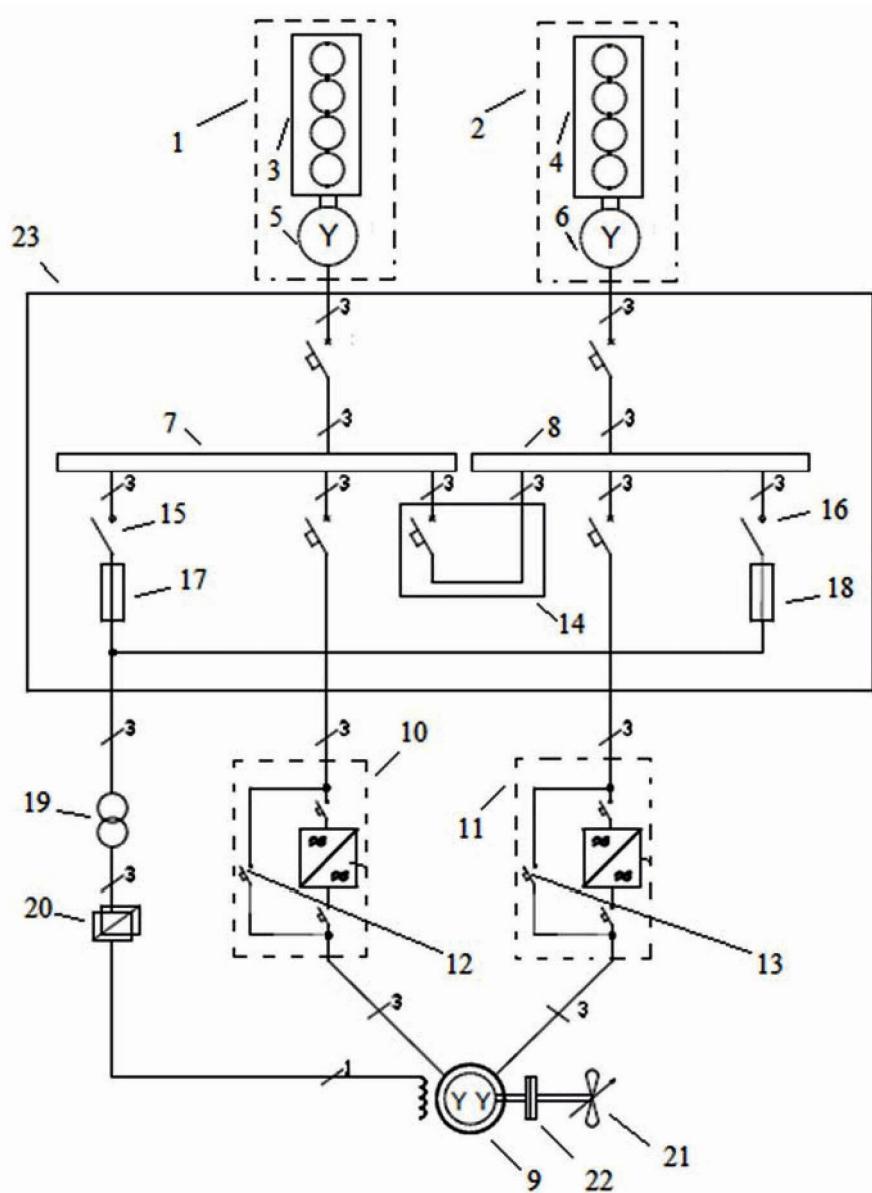
Изобретение относится к машиностроению. Система электродвижения судна содержит два дизель-генератора, главный распределительный щит, развязывающий трансформатор, двухканальную систему управления возбуждением, два преобразователя частоты, муфту и винт, гребной электродвигатель с двумя группами обмоток статора. Главный распределительный щит включает две секции шин, по одной на каждый дизель-генератор, секционный аппарат, соединяющий секции шин, два рубильника и предохранители - по одному на каждую секцию шин. От каждой секции шин подключается соответствующий преобразователь

частоты, от которого подключается соответствующая группа обмоток статора электродвигателя. Преобразователи частоты могут переводить нагрузку соответствующей группы обмоток электродвигателя с преобразователя частоты на главный распределительный щит. От каждой секции шин, через соответствующие рубильники и предохранители, подключен развязывающий трансформатор, который подключается к системе управления возбуждением, которая регулирует напряжение на обмотке ротора электродвигателя. Повышается надежность и энергоэффективность. 2 н. и 6 з.п. ф-лы, 1 ил.

C1
2029603
RU

RU
2829603
C1

R U 2 8 2 9 6 0 3 C 1



Фиг. 1

R U 2 8 2 9 6 0 3 C 1

RUSSIAN FEDERATION



(19) RU (11)

2 829 603⁽¹³⁾ C1

(51) Int. Cl.
B63H 23/24 (2006.01)

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
B63H 23/24 (2024.08)

(21)(22) Application: 2024116185, 13.06.2024

(24) Effective date for property rights:
13.06.2024

Registration date:
01.11.2024

Priority:

(22) Date of filing: 13.06.2024

(45) Date of publication: 01.11.2024 Bull. № 31

Mail address:
119415, Moskva, pr-kv Vernadskogo, 37, korp. 1,
SKITOVICH SVETLANA VADIMOVNA

(72) Inventor(s):
Andreev Viacheslav Aleksandrovich (RU)

(73) Proprietor(s):
Obshchestvo s ogranicennoi otvetstvennostiu
"Inzhiniringovyi tsentr "Ruselprom" (RU)

(54) SHIP ELECTRIC PROPULSION SYSTEM AND METHOD

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: ship electric propulsion system includes two diesel generators, a main switchboard, an isolating transformer, a two-channel excitation control system, two frequency converters, a clutch and a propeller, a propulsion motor with two groups of stator windings. Main switchboard includes two busbar sections, one for each diesel generator, a sectional device connecting the busbar sections, two breakers and a safety device – one for each busbar section. From each section of buses the corresponding frequency converter is connected, from which the corresponding

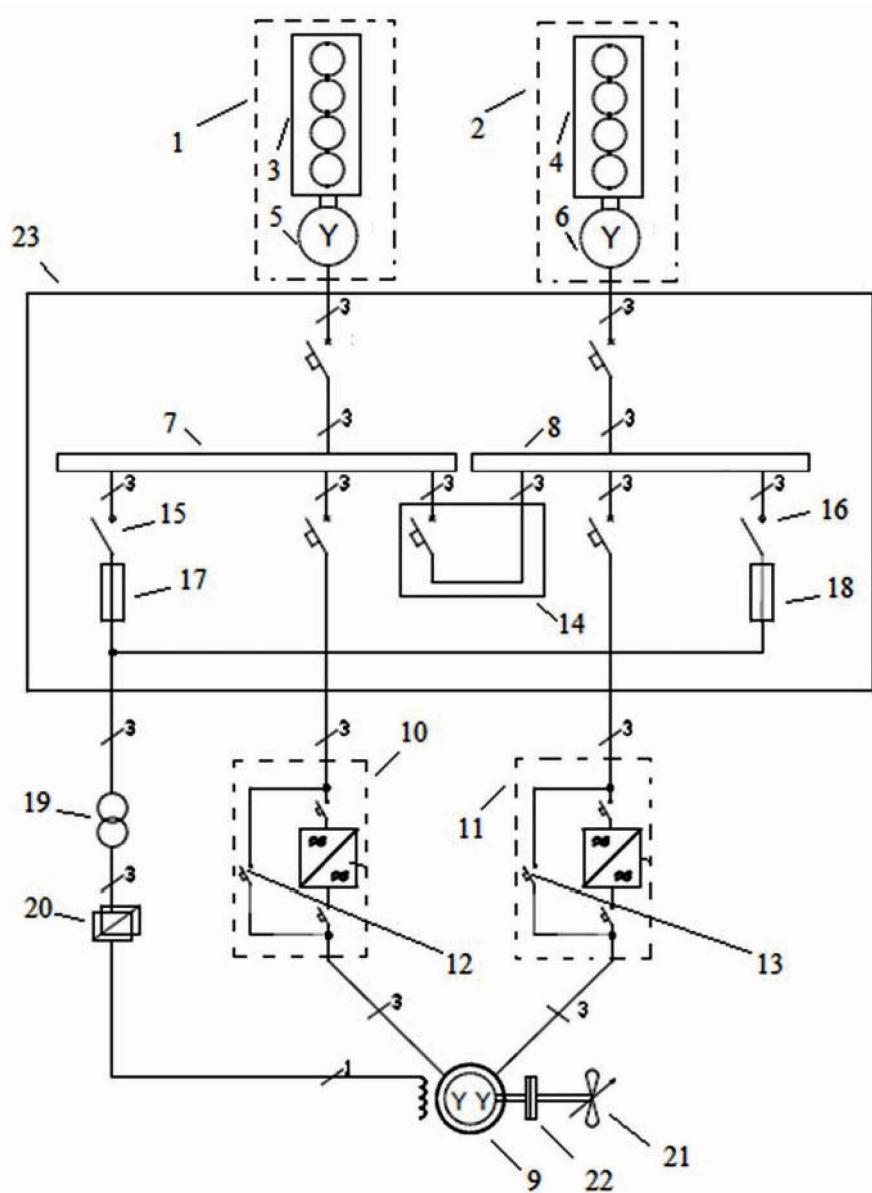
group of stator windings of the electric motor is connected. Frequency converters can transfer the load of the corresponding group of electric motor windings from the frequency converter to the main switchboard. Isolating transformer is connected from each section of buses, through appropriate circuit breakers and fuses, which is connected to the excitation control system, which regulates voltage on the rotor winding of the electric motor.

EFFECT: higher reliability and energy efficiency.
8 cl, 1 dwg

C1
C 0 3 0 6 0 9 2 8 2 9 3 U R

R U
2 8 2 9 6 0 3 C 1

R U 2829603 C 1



Фиг. 1

R U 2829603 C 1

Область техники

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к системам электродвижения судов. Система электродвижения судов предназначена для судов с большим водоизмещением, приведение которых требует большой пропульсивной мощности, например, балкеров.

Уровень техники

Известна судовая дизель-редукторная установка (SU 772918 A1). Недостатком известного устройства является необходимость применения редуктора перед приводным винтом. Также, в известном устройстве, мощности недостаточно для крупных судов, в частности балкеров.

Раскрытие изобретения

Задача изобретения заключается в разработке системы электродвижения судов, в которой два и более дизель-генератора суммируют энергомощности для приведения одного винта, кроме того, при этом в системе исключен редуктор из конструкции в силу его сложности при изготовлении, кроме того, достигнута низкая мощность частотных приводов, вследствие чего повышена энергоэффективность: энергомощность преобразователей частоты составляет лишь 3% от выходной энергомощности на винте, то есть 300 кВт к 9800 кВт соответственно.

Технический результат: упрощение конструкции и повышение надежности, за счет исключения редуктора и системы смазки. Повышение энергомощности за счет применения нескольких высокомощных дизель-генераторов в системе электродвижения. Повышение энергоэффективности за счет низкой мощности частотных приводов.

Реализация технического результата происходит за счет следующей системы и способа электродвижения судов.

Система электродвижения судна, содержит, по меньшей мере, два дизель-генератора, главный распределительный щит, развязывающий трансформатор, двухканальную систему управления возбуждением, по меньшей мере два преобразователя частоты, муфту и винт регулируемого шага, гребной электродвигатель включающий по меньшей мере, две группы обмоток статора,

при этом главный распределительный щит, включает по меньшей мере две секции шин – по одной на каждый дизель-генератор, по меньшей, мере один секционный аппарат, соединяющий секции шин, по меньшей два рубильника и предохранителя – по одному на каждую секцию шин,

при этом, от каждого дизель-генератора приходит трехфазное подключение на соответствующую секцию шин, от каждой секции шин подключается соответствующий преобразователь частоты, а от каждого преобразователя частоты подключается соответствующая группа обмоток статора гребного электродвигателя, при этом, каждый преобразователь частоты, при помощи встроенных автоматических выключателей, имеет возможность перевода нагрузки соответствующей группы обмоток гребного электродвигателя с преобразователя частоты на сеть главного распределительного щита,

от каждой секции шин главного распределительного щита, через соответствующие рубильники и предохранители, подключен развязывающий трансформатор, который подключается к системе управления возбуждением, которая регулирует напряжение на обмотке ротора синхронного гребного электродвигателя.

Система электродвижения судна включает муфту, соединяющую валы гребного электродвигателя и винт регулируемого шага; на соединении между каждым дизель-генератором и каждой секцией шин установлен автоматический выключатель; на

соединении между каждой шиной и каждым преобразователем частоты установлен автоматический выключатель; секционный аппарат выполнен с возможностью раздельной работы секций шин главного распределительного щита; перед преобразователем частоты установлен автоматический выключатель, а также после преобразователя частоты установлен автоматический выключатель.

Способ электродвижения судна, который включает следующие этапы:

- запускают первый и второй дизель-генераторы, каждый подключают на соответствующую первую и вторую секцию шин главного распределительного щита,
- выводят винт регулируемого шага в нулевой упор,
- от первой и второй секций шин подключают соответственно первый и второй рубильник, затем подключают первый и второй предохранитель, затем, объединяют выходные соединения в один фидер, который далее подключают к развязывающему трансформатору, который подключают к системе управления возбуждением, которая регулирует напряжение на обмотке ротора синхронного гребного электродвигателя,
- от первой секции шин подключают первый преобразователь частоты, а далее от первого преобразователя частоты подключают первую группу обмоток гребного электродвигателя, разгоняя гребной электродвигатель до номинальных оборотов,
- после разгона гребного электродвигателя до номинальных оборотов, первый преобразователь частоты производит синхронизацию с сетью и перекидывает питание обмоток гребного электродвигателя на сеть главного распределительного щита, после чего преобразователь частоты отключается,
- от второй секции шин подключают вторую обмотку гребного электродвигателя.

При этом, при выходе из строя одного из преобразователей частоты, используется второй, резервный.

25 Краткое описание чертежей

Фиг. 1 – электрическая структурная схема системы электродвижения судов. Цифрами 1 и 3 на соединениях указано количество фаз.

Дизель-генераторы (1, 2) включают дизельные двигатели (3, 4), которые передают энергию вращения на роторы соответствующих генераторов (5, 6), преобразующих механическую энергию вращения в электрическую энергию. При этом, работу дизель генераторов синхронизируют для равномерного распределения нагрузки.

Напряжение от каждого дизель-генератора (1, 2) по трехфазным вводам проходит параллельно на свою секцию шин (7, 8), а затем это напряжение подключается, через соответствующие преобразователи частоты (10, 11), к своей группе обмоток гребного электродвигателя (9) (ГЭД), а от гребного электродвигателя через муфту (22) приводит винт регулируемого шага (ВРШ). При отключении одной группы обмоток, гребной электродвигатель (9) может продолжать работу на второй группе обмоток. Перед каждой секцией шин и после каждой секции шин установлен автоматический выключатель. После соответствующего автоматического выключателя, расположенного в главном распределительном щите, подключен преобразователь частоты (10, 11).

Каждый преобразователь частоты (10, 11) включает встроенные автоматические выключатели (12, 13), обеспечивающие возможность шунтирования нагрузки от преобразователя частоты, то есть перенаправления нагрузки от группы обмоток гребного электродвигателя с преобразователя частоты на сеть напряжения, формируемую дизель-генераторами.

Вторая ветвь, шунтирующая преобразователь частоты, которая включает один автоматический выключатель. Таким образом, преобразователь частоты может быть отключен от сети, при отключении, по крайней мере, одного автоматического

выключателя первой ветви. А при включении обоих автоматических выключателей первой ветви и отключении автоматического выключателя второй ветви, преобразователь частоты включен в сеть.

Первый преобразователь частоты (10) является основным, а последующие

5 преобразователи частоты резервными.

Главный распределительный щит (ГРЩ) включает две секции шин (7, 8), соединенные секционным аппаратом. Секционный аппарат (14) связывает две секции шин в общую трехфазную систему с параллельно работающими дизель-генераторами.

От каждой секции трехфазное соединение проходит на рубильник (15, 16), затем на

10 предохранитель (17, 18), после чего питание проходит на развязывающий трансформатор (19), от которого запитывается система управления возбуждением (20), которая запитывает обмотку ротора синхронного гребного электродвигателя (9).

Система управления возбуждением является двухканальной, резервируемой.

Гребной электродвигатель (9) является синхронным.

15 Развязывающий трансформатор (19) выполнен с возможностью понижения напряжения с 690 до 400 В.

Система электродвижения судов управляет при помощи системы управления (не изображена).

Винт регулируемого шага (21) имеет блок управления (не изображен), который

20 меняет шаг винта, меняя, тем самым, упор и направления вектора пропульсии, за счет чего удается регулировать скорость передвижения и направление, вплоть до реверсивного движения.

Представленная на фиг. 1 электрическая структурная схема описывает систему электродвижения судов с двумя дизель-генераторами. Однако, она может быть 25 масштабирована при необходимости до множества дизель-генераторов, например, до четырех. Для этого соответственно необходимо увеличить количество секций шин, соединенных последовательно секционными аппаратами, с соответствующим увеличением количества узлов преобразователей частоты и обмоток на гребной электродвигатель. При этом, система может работать и на одном дизель-генераторе, 30 при отключении или выходе из строя остальных.

Система электродвижения судна, содержит, по меньшей мере, два дизель-генератора (1, 2), главный распределительный щит (23), развязывающий трансформатор (19), двухканальная система управления возбуждением (20), по меньшей мере два преобразователя частоты (10, 11), гребной электродвигатель (9) включающий по 35 меньшей мере, две группы обмоток статора, винт регулируемого шага (21), приводимый гребным электродвигателем (9),

при этом главный распределительный щит (23), включает по меньшей мере две секции шин (7, 8) – по одной на каждый дизель-генератор (1, 2), по меньшей, мере один секционный аппарат (14), соединяющий секции шин (7, 8), по меньшей два рубильника (15, 16) и предохранителя (17, 18) – по одному на каждую секцию шин (7, 8),

при этом, каждый дизель-генератор (1, 2) генерирует трехфазное напряжение, которое подключается на соответствующие секции шин (7, 8), от каждой секции шин (7, 8) получает питание соответствующий преобразователь частоты (10, 11), а к каждому преобразователю частоты (10, 11) подключена своя группа трехфазных обмоток статора

45 гребного электродвигателя (9), при этом, каждый преобразователь (10, 11) частоты имеет в своем составе возможность шунтирования – перевода питания обмоток гребного электродвигателя (9) на сеть секции шин (7, 8) ГРЩ (23) с помощью автоматических выключателей в составе блока 10 и 11. Второе соединение, которое проходит через

соответствующий рубильник (15, 16) и предохранитель (17, 18) и подключается к развязывающему трансформатору (19), который подключается далее к системе управления ввозбуждением (20), а от нее подключается на обмотку ротора гребного электродвигателя (9). Муфта (22) соединяет валы гребного электродвигателя (9) и винта регулируемого шага (21). Между каждым дизель-генератором (1, 2) и каждой секцией шиной (7, 8) установлен вводной автоматический выключатель. На соединении между каждой шиной и каждым преобразователем частоты установлен автоматический выключатель. Секционный аппарат (14) предоставляет возможность работы на одном дизель-генераторе при неисправности остальных секций шин ГРЩ. Перед каждым преобразователем частоты (10, 11) установлен автоматический выключатель, а также после каждого преобразователя частоты установлен автоматический выключатель.

Способ электродвижения судна, который включает следующие этапы. Сначала подключаются на шины (7 и 8) дизель-генераторы (1 и 2), синхронизируются и включаются на параллельную работу, при этом секционный выключатель (14) замкнут. На следующем этапе выводится ВРШ (21) в нулевой упор, после чего разгоняется, на одной обмотке, гребного электродвигателя (9) от одного из преобразователей частоты (10 или 11). После выхода гребного электродвигателя (9) на номинальную частоту вращения, преобразователь частоты (10 или 11) выводится из работы, а обмотка гребного электродвигателя (9) подключается к сети с помощью коммутации автоматических выключателей, в составе преобразователя частоты. На заключительном этапе, к сети подключается вторая обмотка гребного электродвигателя (9), но уже без использования преобразователя частоты. Таким образом, энергия вращения передается от ГЭД (9), через муфту (22) на винт регулируемого шага (21). Регулирование упора и направления вращения винта, а соответственно и скорости судна осуществляется с помощью изменением шага ВРШ (21).

Секционный секционный аппарат выполнен с функцией раздельной работы секций шин главного распределительного щита.

При выходе из строя первого – основного преобразователя частоты (10), используют второй – резервный преобразователь частоты (11). В гребном электродвигателе содержится не менее двух трехфазных обмоток.

Характеристики элементов системы электродвижения судов.

Дизельные двигатели: мощность дизельных двигателей 5350 Вт, частота вращения дизельных двигателей 1000 об/мин;

Главный распределительный щит: Напряжение 690 В;

Генераторы электроэнергии: Напряжение 690 В, Частота 50 Гц, Мощность 518 кВт, Коэффициент мощности $\cos\phi = 1$, КПД = 97%,

Преобразователь частоты: Напряжение 690 В, Мощность 300 кВт.

Система (устройство) электродвижения судна содержит: два дизель-генератора, главный распределительный щит, развязывающий трансформатор, двухканальную систему управления возбуждением, два преобразователя частоты с коммутационными аппаратами, гребной электродвигатель включающий по две группы обмоток статора, муфту, винт регулируемого шага и системы управления. Способ электродвижения судна, включает несколько этапов. На первом этапе винт регулируемого шага выводится на шаг нулевого упора. На втором этапе запускается, синхронизируется и включаются на параллельную работу дизель-генераторы. На следующем этапе, при помощи одного из преобразователей частоты и соответствующей группы обмоток, гребной электродвигатель плавно разгоняется до номинальной частоты вращения. На заключительном этапе обе обмотки гребного электродвигателя подключаются

напрямую к дизель-генераторам, через главный распределительный щит. Дальнейшее регулирование упора и направление пропульсии осуществляется с помощью регулирования шага винта.

(57) Формула изобретения

1. Система электродвижения судна, содержащая по меньшей мере два дизель-генератора, главный распределительный щит, развязывающий трансформатор, двухканальную систему управления возбуждением, по меньшей мере два преобразователя частоты, муфту и винт регулируемого шага, гребной электродвигатель, включающий по меньшей мере две группы обмоток статора,

при этом главный распределительный щит включает по меньшей мере две секции шин – по одной на каждый дизель-генератор, по меньшей мере один секционный аппарат, соединяющий секции шин, по меньшей мере два рубильника и предохранителя – по одному на каждую секцию шин,

при этом от каждого дизель-генератора приходит трехфазное подключение на соответствующую секцию шин, от каждой секции шин подключается соответствующий преобразователь частоты, а от каждого преобразователя частоты подключается соответствующая группа обмоток статора гребного электродвигателя, при этом каждый преобразователь частоты, при помощи встроенного автоматического выключателя, имеет возможность перевода нагрузки соответствующей группы обмоток гребного электродвигателя с преобразователя частоты на сеть главного распределительного щита,

от каждой секции шин главного распределительного щита, через соответствующие рубильники и предохранители, подключен развязывающий трансформатор, который подключается к системе управления возбуждением, которая регулирует напряжение на обмотке ротора синхронного гребного электродвигателя.

2. Система электродвижения судна по п. 1, которая включает муфту, соединяющую валы гребного электродвигателя и винт регулируемого шага.

3. Система электродвижения судна по любому из вышеуказанных пунктов, в которой на соединении между каждым дизель-генератором и каждой секцией шин установлен автоматический выключатель.

4. Система электродвижения судна по любому из вышеуказанных пунктов, в которой на соединении между каждойшиной и каждым преобразователем частоты установлен автоматический выключатель.

5. Система электродвижения судна по любому из вышеуказанных пунктов, в которой секционный аппарат выполнен с возможностью раздельной работы секций шин главного распределительного щита.

6. Система электродвижения судна по любому из вышеуказанных пунктов, в которой перед преобразователем частоты установлен автоматический выключатель, а также после преобразователя частоты установлен автоматический выключатель.

7. Способ электродвижения судна, который включает следующие этапы:

- запускают первый и второй дизель-генераторы, каждый подключают на соответствующую первую и вторую секцию шин главного распределительного щита,

- выводят винт регулируемого шага в нулевой упор,

- от первой и второй секций шин подключают соответственно первый и второй рубильники, затем подключают первый и второй предохранители, затем объединяют выходные соединения в один фидер, который далее подключают к развязывающему трансформатору, который подключают к системе управления возбуждением, которая

регулирует напряжение на обмотке ротора синхронного гребного электродвигателя,

- от первой секции шин подключают первый преобразователь частоты, а далее от первого преобразователя частоты подключают первую группу обмоток гребного электродвигателя, разгоняя гребной электродвигатель до номинальных оборотов,

5 - после разгона гребного электродвигателя до номинальных оборотов первый преобразователь частоты производит синхронизацию с сетью и перекидывает питание обмоток гребного электродвигателя на сеть главного распределительного щита, после чего преобразователь частоты отключается,

- от второй секции шин подключают вторую обмотку гребного электродвигателя.

10 8. Способ по п. 7, в котором при выходе из строя одного из преобразователей частоты используется второй, резервный.

15

20

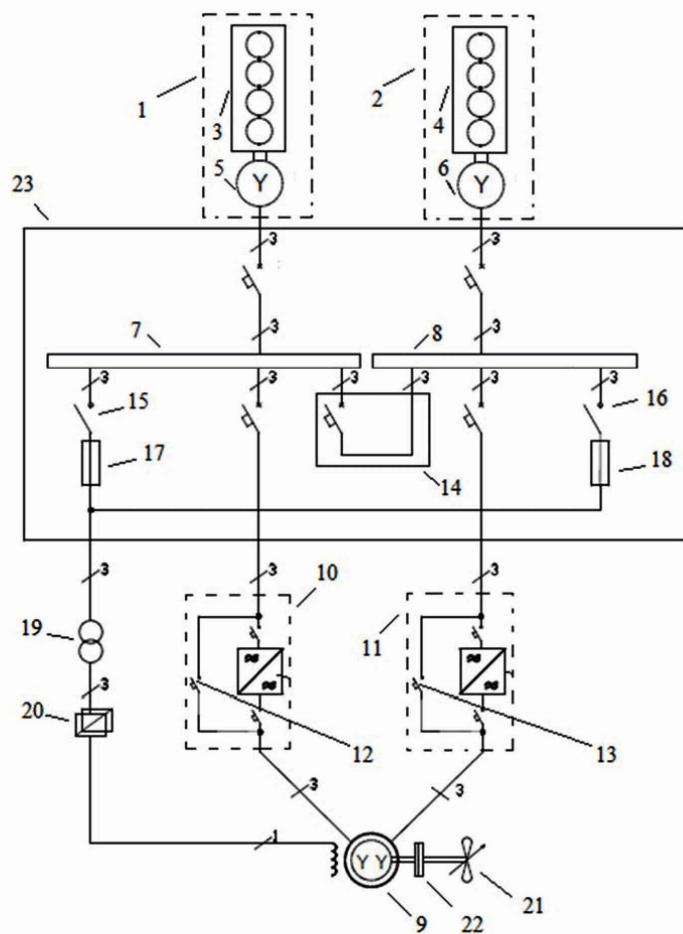
25

30

35

40

45



ФИГ. 1