



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004130854/09, 28.03.2003

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.03.2003

(30) Конвенционный приоритет:
28.03.2002 FI 20020619

(43) Дата публикации заявки: 27.08.2005

(45) Опубликовано: 20.06.2007 Бюл. № 17

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2173283 C1, 10.09.2001. RU 2173283
C2, 10.09.2001. SU 1164847 A, 30.06.1985. SU
829480 A1, 15.05.1981. SU 1039009 A1,
30.08.1983. SU 930544 A1, 23.05.1982.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
28.10.2004

(86) Заявка РСТ:
FI 03/00244 (28.03.2003)

(87) Публикация РСТ:
WO 03/084045 (09.10.2003)

Адрес для переписки:
191186, Санкт-Петербург, а/я 230, "АПС-
ПАТЕНТ", пат.пов. В.М.Рыбакову, рег. № 90

(72) Автор(ы):
ЙЛИТАЛО Яри (FI)

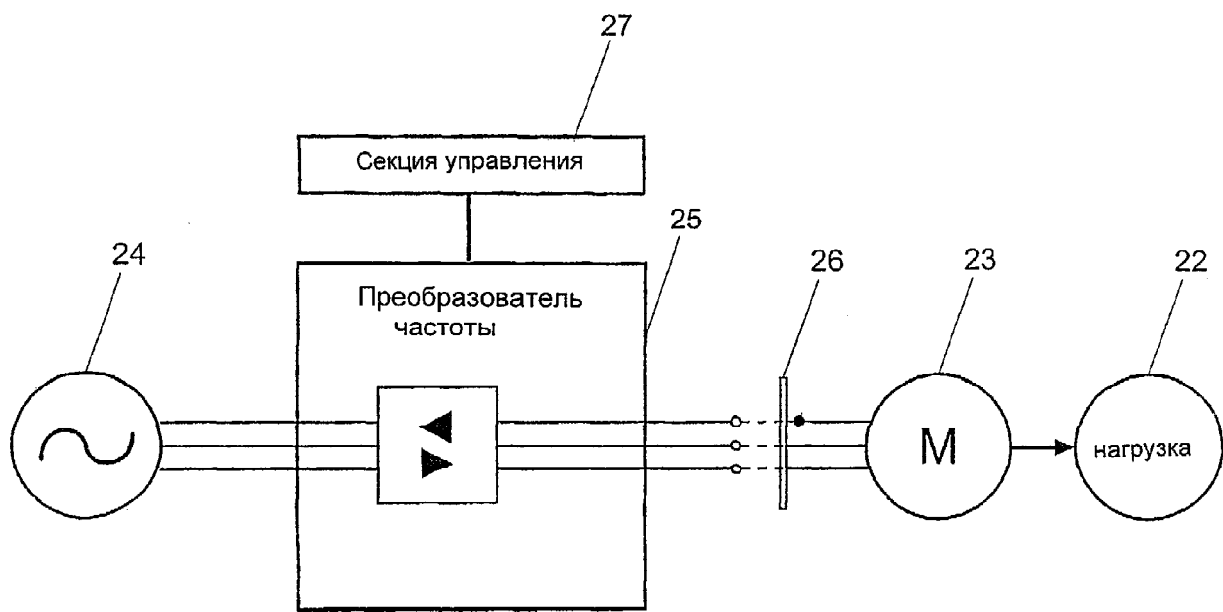
(73) Патентообладатель(и):
АББ ОЙ (FI)

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ СТОПОРЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПРОПУЛЬСИВНОЙ УСТАНОВКИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано в приводе гребного винта для надводных судов, в приводе гребного винта, представляющего собой пропульсивную установку, в модуле, содержащем пропульсивную установку и выполненном с возможностью разворота относительно корпуса судна. Стопорение электродвигателя, входящего в

состав пропульсивной установки, основано на закорачивании электродвигателя с постоянными магнитами. В результате в пропульсивной системе обеспечивается уменьшение и/или ограничение скорости электродвигателя, исключение отдельного механического средства стопорения, повышение надежности и экономичности системы стопорения. 4 н. и 18 з.п. ф-лы, 9 ил.



ФИГ. 4



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

B63H 23/24 (2006.01)**B63H 21/17** (2006.01)**H02P 3/22** (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2004130854/09, 28.03.2003**(24) Effective date for property rights: **28.03.2003**(30) Priority:
28.03.2002 FI 20020619(43) Application published: **27.08.2005**(45) Date of publication: **20.06.2007 Bull. 17**(85) Commencement of national phase: **28.10.2004**(86) PCT application:
FI 03/00244 (28.03.2003)(87) PCT publication:
WO 03/084045 (09.10.2003)Mail address:
**191186, Sankt-Peterburg, a/ja 230, "ARS-
PATENT", pat.pov. V.M.Rybakovu, reg. № 90**(72) Inventor(s):
JLITALO Jari (FI)(73) Proprietor(s):
ABB OJ (FI)(54) **SYSTEM AND METHOD OF STOPPING THE ELECTRIC MOTOR OF PROPULSION PLANT**

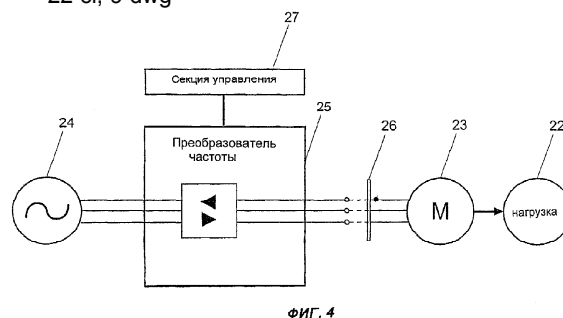
(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering; propeller drives of surface ships in module including the propulsion plant which may be turned relative to ship's hull.

SUBSTANCE: stopping the electric motor included in propulsion plant is based on shorting the electric motor with permanent magnets. As a result, electric motor speed is reduced and/or limited without separate mechanical stopping unit.

EFFECT: enhanced reliability and economical efficiency of stopping system.

22 cl, 9 dwg



Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к пропульсивной системе, содержащей пропульсивную установку с гребным винтом и приводом на основе гребного электродвигателя. Изобретение относится также к способу стопорения, т.е. снижения скорости и/или ограничения подвижности привода путем наложения ограничений на положение ротора электродвигателя, входящего в состав пропульсивной установки, или роторов электродвигателей двигательных модулей устройства разворота в пропульсивной системе.

Уровень техники

В большинстве традиционных конструкций поступательное движение различных судов (включая пассажирские суда, пассажирские паромы, грузовые суда, баржи, нефтяные танкеры, ледоколы, суда прибрежного плавания, военные корабли и т.д.) обеспечивается созданием тягового или толкающего усилия посредством вращающегося гребного винта или нескольких гребных винтов. Для управления судном по курсу обычно используются отдельные рулевые комплексы.

Системы для приведения гребного винта во вращение обычно строятся таким образом, что приводное устройство, связанное с гребным валом, например дизельный двигатель, двигатель, работающий на газообразном топливе, или электродвигатель, устанавливается внутри корпуса судна. С двигателем связан гребной вал, выступающий за пределы корпуса через герметизированное отверстие в корпусе. Сам гребной винт находится на противоположном конце гребного вала, т.е. на том его конце, который выступает из корпуса судна. Гребной вал может быть связан непосредственно с электродвигателем или с передачей (в случае ее использования). В большинстве судов, используемых в качестве надводных транспортных средств, именно описанное техническое решение служит для создания усилия, необходимого для осуществления их перемещения.

Далее со ссылками на прилагаемые чертежи будут описаны технические решения, представляющие уровень техники.

На фиг.1 показана конструкция пропульсивной установки, соответствующей уровню техники.

На фиг.2 представлена известная система, содержащая пропульсивную установку с устройством ее разворота.

Фиг.3 иллюстрирует известное техническое решение по обеспечению питания пропульсивной системы.

На фиг.1 изображена пропульсивная установка, соответствующая уровню техники.

Известная установка содержит гребной электродвигатель 1, гребной винт 2 и камеру (гондолу) 3, которая присоединена к корпусу 5 судна посредством полого вала 4. В последние годы судостроители приступили к оснащению судов пропульсивными установками подобного типа, в которых гребной электродвигатель, приводящий в движение гребной винт, вместе с передачей любого типа установлен внутри специальной камеры 3, которая расположена вне корпуса 5 судна. При этом камера 3 монтируется с возможностью разворота относительно корпуса 5.

Возможность разворота камеры 3, содержащей гребной электродвигатель 1, относительно корпуса судна обеспечивается с помощью полого вала 4, который проходит сквозь днище судна. Таким образом, пропульсивная установка, способная разворачиваться относительно корпуса 5, может быть использована также вместо отдельного рулевого комплекса для управления судном по курсу. Подобная пропульсивная установка более подробно описана, в частности, в финском патенте №76977, принадлежащем заявителю настоящего изобретения. При этом заявитель предлагает подобные установки, получившие общее название "азимутальных пропульсивных установок" (azimuthing propulsion units), под торговым наименованием AZIPOD®.

Было обнаружено, что в дополнение к преимуществам, обеспечиваемым благодаря отказу от длинного гребного вала и отдельного рулевого комплекса, данные установки обеспечивают также значительное улучшение маневренности судна. Оказалось также, что

одновременно достигается и экономия энергии. В последние годы использование азимутальных пропульсивных установок на различных надводных судах стало более широким, что объясняется постоянным ростом их популярности.

На фиг.2 представлена известная пропульсивная система, содержащая пропульсивную установку вместе с устройством ее разворота. Известная пропульсивная система содержит пропульсивную установку (т.е. привод, или двигательный модуль 6 с гребным электродвигателем, гребной винт 7 и несущую секцию 8), кабельный узел 9, а также двигательные модули 10, 11 устройства разворота двигательного модуля. Двигательный модуль 6 и гребной винт 7 пропульсивной установки присоединены к корпусу судна посредством несущей секции 8. Подача электроэнергии, питающей двигательный модуль 6, построенный на основе гребного электродвигателя, обеспечивается с помощью кабельного узла 9. Двигательные модули 10, 11 известного устройства разворота обеспечивают разворот пропульсивной установки через соответствующую зубчатую передачу. Известная пропульсивная система содержит также механические средства стопорения, служащие для уменьшения и/или для ограничения скорости разворота азимутальной пропульсивной установки.

На фиг.3 иллюстрируется известная система питания пропульсивной системы. Эта известная система питания содержит двигательные блоки 12, генераторные блоки 13, коммутационные панели 14 сети электропитания, трансформаторные блоки 15 пропульсивной системы, преобразователи 16 частоты для пропульсивных установок, преобразователи 17, 18 частоты для устройств разворота, пропульсивные установки 19, 20 и систему 21 руления.

При работе известной системы питания двигательные блоки 12 вырабатывают механическую энергию, преобразуемую генераторными блоками 13 в электрическую энергию, подаваемую на вход сети электропитания. Далее электрическая энергия поступает через коммутационные панели 14 и трансформаторные блоки 15 пропульсивной системы на преобразователи 16 частоты для пропульсивных установок и на преобразователи 17, 18 частоты для устройств разворота. Преобразователи 16-18 частоты подают требуемое напряжение на электродвигатели гребных винтов (гребные электродвигатели) и на устройства разворота пропульсивных установок 19, 20. Функция системы 21 руления заключается в управлении работой устройства разворота.

Принцип работы преобразователей частоты 16-18 соответствует технологии, известной специалистам в данной области, поэтому в его подробном объяснении нет необходимости. Достаточно только отметить, что основными компонентами преобразователя частоты являются выпрямитель, промежуточный контур постоянного тока и инвертор. В настоящее время преобразователи частоты 16-18 обычно используются в качестве входных устройств электродвигателей переменного тока, причем их применение особенно эффективно в различных регулируемых электроприводах. Наиболее часто используются преобразователи, известные как преобразователи с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ-преобразователи), снабженные промежуточными контурами.

В случае повреждения одного или более гребных винтов судно должно иметь возможность дальнейшего перемещения для осуществления ремонта. Возникающая при этом проблема состоит в том, что при дальнейшем движении судна поврежденный гребной винт может легко перейти во вращение. Это может вызвать дополнительное повреждение пропульсивной установки и, возможно, судна в целом.

Аналогично, в случае аварии в системе электропитания электродвигателей в составе устройства разворота пропульсивной установки внезапный разворот этой установки может привести к дополнительным повреждениям пропульсивной установки и, возможно, судна в целом. Если пропульсивная установка сможет бесконтрольно разворачиваться в любом направлении, произойдет значительное ухудшение маневренности судна.

В качестве известного решения данной проблемы может быть сделана ссылка на патент США №1555244, в котором предлагается система динамического стопорения асинхронного электродвигателя посредством осуществления известным образом короткого замыкания

(закорачивания) статорных обмоток. Может быть упомянут также патент США №5184049, в котором предлагается решение задачи уменьшения времени остановки электродвигателя, обслуживающего оптические или магнитные диски, путем подачи на статорные обмотки электродвигателя переменного тока обратного напряжения с последующим

5 закорачиванием этих обмоток. Еще одна ссылка может быть дана на международную заявку WO 97/05691, в которой описано решение задачи управления серводвигателем через ШИМ-преобразователь. Согласно данному решению переключатели преобразователя управляются таким образом, что на период стопорения происходит закорачивание обмоток. В рассмотренных известных решениях асинхронные
10 электродвигатели с короткозамкнутыми роторами не создают никакого вращательного момента при нулевой скорости, поскольку в этом случае в роторах отсутствует вращающееся магнитное поле.

Применительно к известным пропульсивным установкам были разработаны средства стопорения, основанные на механическом принципе. Задача, решаемая данными
15 средствами стопорения, состоит в том, чтобы предотвратить разворот пропульсивной установки и удерживать пропульсивную установку, по существу, в ее основном (базовом) положении.

Раскрытие изобретения

Задача, на решение которой направлено настоящее изобретение, состоит в том, чтобы
20 устранить недостатки известных решений и разработать новое решение, способное уменьшить и/или ограничить скорость электродвигателя в пропульсивной системе.

Еще одна задача заключается в разработке решения, согласно которому отпадает необходимость в применении какого-либо отдельного механического средства стопорения и, следовательно, устраняются все проблемы, связанные с использованием такого
25 средства.

Следующей задачей, поставленной перед изобретением, является разработка решения, устраняющего необходимость использования какого-либо отдельного механического средства стопорения в случае неуправляемого разворота пропульсивной установки.

Кроме того, задачей, поставленной перед настоящим изобретением, является
30 разработка решения, позволяющего существенно повысить надежность и экономичность механизмов, служащих для разворота азимутальной пропульсивной установки, по сравнению с решениями, известными из уровня техники.

В соответствии с первым аспектом настоящего изобретения предлагается пропульсивная система, обеспечивающая, в частности, уменьшение скорости и/или
35 ограничение подвижности привода на основе гребного электродвигателя пропульсивной установки. Система по изобретению содержит пропульсивную установку с гребным винтом, приводом на основе гребного электродвигателя с постоянными магнитами, преобразователь частоты, подключенный к силовой электрической сети, а также систему для уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода путем наложения
40 ограничений на положение ротора гребного электродвигателя. При этом система по изобретению характеризуется тем, что указанная система для уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода включает в себя переключающее устройство, которое содержит средства для отключения гребного электродвигателя от силовой электрической сети и средства для закорачивания статорных обмоток гребного электродвигателя.

45 В соответствии с предпочтительным вариантом при установлении необходимости в стопорении гребного электродвигателя обеспечивается возможность его отключения от силовой электрической сети с последующим закорачиванием его статорных обмоток. В альтернативном варианте при установлении необходимости в стопорении гребного электродвигателя он отключается от силовой электрической сети с последующим
50 закорачиванием его статорных обмоток через преобразователь частоты. При этом желательно осуществить такое закорачивание посредством полупроводников.

Кроме того, желательно, чтобы при закорачивании статорных обмоток гребного электродвигателя они одновременно подключались к контуру заземления оборудования.

Переключающее устройство предпочтительно выполняется управляемым посредством секции управления преобразователя частоты.

В качестве гребного электродвигателя пропульсивной установки целесообразно использовать синхронный электродвигатель. При этом система стопорения выполнена с

5 возможностью стопорения более чем одной пропульсивной установки.

В соответствии со вторым аспектом настоящего изобретения предлагается альтернативная пропульсивная система, обеспечивающая уменьшение скорости и/или ограничение подвижности электродвигателя пропульсивной установки. Система по изобретению содержит пропульсивную установку с гребным винтом и с приводом на основе

10 гребного электродвигателя и устройство разворота с двигательными модулями на базе электродвигателей с постоянными магнитами. В состав системы по изобретению входят также преобразователь частоты, подключенный к силовой электрической сети, и система для уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода путем наложения ограничений на положение роторов электродвигателей двигательных модулей устройства

15 разворота. При этом данный вариант изобретения характеризуется тем, что система для уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода дополнительно содержит переключающее устройство, содержащее средства для отключения двигательных модулей от силовой электрической сети и средства для закорачивания статорных обмоток электродвигателей двигательных модулей.

В соответствии с предпочтительным вариантом при установлении необходимости в стопорении электродвигателей двигательных модулей система по изобретению обеспечивает их отключение от силовой электрической сети с последующим закорачиванием статорных обмоток указанных электродвигателей. В альтернативном

20 варианте при установлении необходимости в стопорении электродвигателей двигательных модулей они отключаются от силовой электрической сети с последующим закорачиванием статорных обмоток указанных электродвигателей через преобразователь частоты. При этом желательно осуществить такое закорачивание посредством полупроводников.

Кроме того, желательно, чтобы при закорачивании статорных обмоток электродвигателей двигательных модулей эти обмотки одновременно подключались к

30 контуру заземления оборудования. Переключающее устройство предпочтительно выполняется управляемым посредством секции управления преобразователя частоты.

В качестве электродвигателей двигательных модулей пропульсивной установки целесообразно использовать синхронные электродвигатели. При этом система стопорения

35 выполнена с возможностью стопорения более чем одной пропульсивной установки.

В соответствии с третьим аспектом изобретения предлагается способ уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода на основе электродвигателя пропульсивной установки в пропульсивной системе, содержащей пропульсивную установку с гребным винтом и гребным электродвигателем с постоянными магнитами и преобразователь частоты, подключенный к силовой электрической сети. Способ по

40 изобретению характеризуется тем, что сначала устанавливают необходимость в стопорении гребного электродвигателя, затем отключают гребной электродвигатель от силовой электрической сети, после чего производят закорачивание статорных обмоток гребного электродвигателя.

В предпочтительном варианте перед тем, как произвести закорачивание статорных

45 обмоток гребного электродвигателя, осуществляют проверку того, что электродвигатель отключен от силовой электрической сети. При этом способ стопорения обеспечивает стопорение более чем одной пропульсивной установки.

В соответствии с четвертым аспектом изобретения предлагается способ уменьшения скорости и/или ограничения подвижности электродвигателя пропульсивной установки в

50 пропульсивной системе, содержащей пропульсивную установку с гребным винтом и гребным электродвигателем, двигательные модули устройства разворота на базе электродвигателей с постоянными магнитами и преобразователь частоты, подключенный к силовой электрической сети. Способ по изобретению характеризуется тем, что сначала

устанавливают необходимость в стопорении электродвигателей двигательных модулей, затем отключают двигательные модули от силовой электрической сети, после чего производят закорачивание статорных обмоток электродвигателей двигательных модулей.

В предпочтительном варианте перед тем, как произвести закорачивание статорных обмоток электродвигателей двигательных модулей, осуществляют проверку того, что указанные электродвигатели отключены от силовой электрической сети. При этом способ уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода (т.е. способ стопорения) обеспечивает стопорение более чем одной пропульсивной установки.

Настоящее изобретение обеспечивает достижение нескольких существенных преимуществ. Оно позволяет заменить известные системы, основанные на механических средствах стопорения и, следовательно, устранить вышеперечисленные проблемы. Кроме того, решение, основанное на использовании электродвигателя, позволяет получить значительный экономический эффект. Система уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода, основанного на электроприводе, является высоконадежной.

Базовые элементы, необходимые для реализации технического решения по изобретению, которое основано на применении электродвигателя, уже используются на современных судах; соответственно, отпадает необходимость в конструировании отдельной механической системы стопорения.

Краткое описание чертежей

Далее настоящее изобретение будет подробно описано со ссылками на прилагаемые чертежи.

На фиг.1 показана конструкция пропульсивной установки, соответствующей уровню техники.

На фиг.2 представлена известная пропульсивная система.

Фиг.3 иллюстрирует известное техническое решение по обеспечению питания пропульсивной системы.

Фиг.4 иллюстрирует систему для уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода согласно настоящему изобретению.

На фиг.5 приведена типичная кривая короткого замыкания для электродвигателя с постоянными магнитами в пропульсивной установке согласно настоящему изобретению.

Фиг.6 иллюстрирует альтернативную систему для уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода согласно настоящему изобретению.

Фиг.7 иллюстрирует способ уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода пропульсивной установки согласно настоящему изобретению.

Фиг.8 иллюстрирует альтернативный вариант способа уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода пропульсивной установки согласно настоящему изобретению.

Фиг.9 иллюстрирует еще один альтернативный вариант способа уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода пропульсивной установки согласно настоящему изобретению.

Фиг.1-3 были уже описаны ранее. Техническое решение в соответствии с настоящим изобретением будет рассмотрено далее со ссылками на фиг.4-9, которые иллюстрируют различные варианты реализации настоящего изобретения.

Осуществление изобретения

На фиг.4 представлена пропульсивная система, обеспечивающая уменьшение скорости и/или ограничение подвижности привода (т.е. стопорение электродвигателя в пропульсивной системе) согласно настоящему изобретению. Данная система содержит нагрузку 22 пропульсивной установки, электродвигатель 23 с постоянными магнитами, например, входящий в состав пропульсивной установки, преобразователь 25 частоты, подключенный к силовой электрической сети 24, и переключающее устройство 26. Нагрузкой 22 может являться как гребной винт, так и устройство разворота пропульсивной установки. Через 27 обозначена секция управления преобразователя частоты.

В соответствии с настоящим изобретением переключающее устройство 26, входящее в состав системы для уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода (в частности, для стопорения электродвигателя пропульсивной установки), содержит средства отключения электродвигателя 23 от силовой электрической сети, а также средства закорачивания статорных обмоток электродвигателя 23 с постоянными магнитами. В случае выявления необходимости осуществить стопорение электродвигателя 23 его сначала отключают от силовой электрической сети. Затем производят закорачивание статорных обмоток электродвигателя. Это закорачивание может быть выполнено таким образом, что статорные обмотки электродвигателя 23 одновременно подключаются к контуру заземления оборудования (не изображен).

Управление переключающим устройством 26 может осуществляться, например, от секции 27 управления преобразователя частоты. В качестве электродвигателя 23 с постоянными магнитами может быть применен, в частности, синхронный электродвигатель, входящий в состав пропульсивной установки. Двигательные модули 10, 11 устройства разворота могут, например, также содержать электродвигатели 23 с постоянными магнитами. При этом способ стопорения электродвигателя согласно настоящему изобретению может быть использован для переключения более чем одного электродвигателя.

На фиг.5 представлена типичная кривая (обозначенная, как 28) короткого замыкания для электродвигателя с постоянными магнитами в пропульсивной системе согласно настоящему изобретению. При закорачивании статорных обмоток электродвигателя с постоянными магнитами момент короткого замыкания оказывается столь значительным, что этого момента более чем достаточно для противодействия моментам, индуцируемым движением судна и морскими течениями. Таким образом, состояние системы всегда соответствует точке слева от пикового значения на графике момента. При этом скорость вращения гребного винта будет составлять менее 10% его номинальной скорости и в типичном случае равняться 2-5% этой номинальной скорости.

На фиг.6 представлена альтернативная пропульсивная система согласно настоящему изобретению. Данная альтернативная система содержит гребной винт 29 и электродвигатель 23 с постоянными магнитами, входящими в состав пропульсивной установки. Система по изобретению содержит также преобразователь 32 частоты, подключенный к силовой электрической сети 31, и переключающее устройство 33. Через 34 обозначена секция управления преобразователя частоты.

В соответствии с данным вариантом изобретения переключающее устройство 33, входящее в состав системы для уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода (системы стопорения привода), содержит средства отключения электродвигателя 23 от силовой электрической сети, а также средства закорачивания статорных обмоток электродвигателя 23 с постоянными магнитами. В случае выявления необходимости осуществить стопорение электродвигателя 23 его сначала отключают от силовой электрической сети. Затем производится закорачивание статорных обмоток электродвигателя 23 с постоянными магнитами через преобразователь 32 частоты.

Короткое замыкание через преобразователь частоты может быть осуществлено с применением полупроводников. В качестве электродвигателя 23 с постоянными магнитами может быть применен, в частности, синхронный электродвигатель, входящий в состав пропульсивной установки. При этом закорачивание может быть выполнено таким образом, что статорные обмотки электродвигателя 23 одновременно подключаются к контуру заземления оборудования.

Управление переключающим устройством 33 может осуществляться, например, от секции 34 управления преобразователя частоты. Двигательные модули 10, 11 устройства разворота могут, например, также содержать электродвигатели 23 с постоянными магнитами. При этом система стопорения электродвигателя пропульсивной системы согласно настоящему изобретению может быть использована для переключения электродвигателя более чем в одной пропульсивной установке.

Фиг.7 иллюстрирует способ уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода (т.е. способ стопорения электродвигателя пропульсивной системы) согласно настоящему изобретению. Как уже упоминалось, пропульсивная система содержит гребной винт и гребной электродвигатель с постоянными магнитами, входящие в состав

5 пропульсивной установки, а также преобразователь частоты, подключенный к силовой электрической сети, и переключающее устройство. В соответствии со способом по настоящему изобретению сначала, на шаге 35, устанавливают необходимость в стопорении электродвигателя. Когда такая необходимость установлена, на шаге 36 гребной электродвигатель отключают от силовой электрической сети. Затем на шаге 37 производят закорачивание статорных обмоток гребного электродвигателя. Способ стопорения гребного электродвигателя пропульсивной установки согласно изобретению может быть также реализован применительно к стопорению более чем одного электродвигателя.

Фиг.8 иллюстрирует альтернативный вариант способа уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода (способа стопорения гребного электродвигателя) в пропульсивной системе согласно настоящему изобретению. Пропульсивная система содержит гребной винт и гребной электродвигатель с постоянными магнитами, входящие в состав пропульсивной установки, а также преобразователь частоты, подключенный к силовой электрической сети, и переключающее устройство. В соответствии со способом по
15 настоящему изобретению сначала, на шаге 35, устанавливается необходимость в стопорении гребного электродвигателя. Когда такая необходимость установлена, на шаге 36 гребной электродвигатель отключают от силовой электрической сети. После того, как гребной электродвигатель был отключен от силовой электрической сети, на шаге 38 осуществляют проверку того, что он действительно отключен. Затем на шаге 37
20 производят закорачивание статорных обмоток гребного электродвигателя. Способ стопорения гребного электродвигателя пропульсивной установки согласно изобретению может быть также реализован применительно к стопорению более чем одной пропульсивной установки.

Фиг.9 иллюстрирует еще один альтернативный вариант способа уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода в пропульсивной системе согласно настоящему изобретению. Пропульсивная система содержит гребной винт и электродвигатель с постоянными магнитами, входящие в состав пропульсивной установки, преобразователь частоты, подключенный к силовой электрической сети, и переключающее устройство. Двигательные модули 10, 11 устройства разворота, также входящего в состав
30 пропульсивной системы, могут, например, также содержать электродвигатели с постоянными магнитами. В соответствии со способом по настоящему изобретению сначала, на шаге 39, обнаруживается отсутствие питания, которое должно подаваться на электродвигатель. Когда такое отсутствие питания обнаружено, на шаге 40 производят закорачивание статорных обмоток электродвигателя. Данный вариант способа стопорения электродвигателя в пропульсивной системе согласно изобретению также может быть реализован применительно к стопорению более чем одного электродвигателя.

Таким образом, в соответствии с настоящим изобретением созданы пропульсивная система и способ, соответствующие новому решению задачи стопорения электродвигателя судовой пропульсивной системы. Данное решение позволяет избежать некоторых
45 недостатков, присущих уровню техники, и одновременно реализовать преимущество, состоящее в более простой конструкции и повышенной экономичности, а также в большей простоте использования и улучшенной эксплуатационной надежности.

Следует отметить, что приведенные примеры осуществления настоящего изобретения не определяют границы изобретения, которое охватывает все модификации, эквиваленты и
50 альтернативные варианты, соответствующие идее и объему изобретения, определяемым прилагаемой формулой изобретения.

Формула изобретения

1. Пропульсивная система, содержащая по меньшей мере одну пропульсивную установку с гребным винтом, приводом на основе гребного электродвигателя с постоянными магнитами, преобразователь частоты, подключенный к силовой электрической сети и к указанному гребному электродвигателю, и систему для уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода путем наложения ограничений на положение ротора гребного электродвигателя, отличающаяся тем, что указанная система для уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода включает в себя переключающее устройство, содержащее средства для отключения гребного электродвигателя от силовой электрической сети и средства для закорачивания статорных обмоток гребного электродвигателя.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что указанные средства для отключения гребного электродвигателя от силовой электрической сети выполнены с возможностью отключения гребного электродвигателя от силовой электрической сети при установлении необходимости в стопорении гребного электродвигателя, а указанные средства для закорачивания статорных обмоток гребного электродвигателя выполнены с возможностью закорачивания статорных обмоток гребного электродвигателя после отключения гребного электродвигателя от электрической сети.

3. Система по п.1, отличающаяся тем, что указанные средства для отключения гребного электродвигателя от силовой электрической сети выполнены с возможностью отключения гребного электродвигателя от силовой электрической сети при установлении необходимости в стопорении гребного электродвигателя, а указанные средства для закорачивания статорных обмоток гребного электродвигателя выполнены с возможностью закорачивания статорных обмоток гребного электродвигателя через преобразователь частоты после отключения гребного электродвигателя от электрической сети.

4. Система по п.3, отличающаяся тем, что указанное закорачивание осуществляется посредством полупроводников.

5. Система по любому из пп.2-4, отличающаяся тем, что при закорачивании статорных обмоток гребного электродвигателя они одновременно подключаются к контуру заземления оборудования.

6. Система по любому из пп.1-4, отличающаяся тем, что переключающее устройство выполнено управляемым посредством секции управления преобразователя частоты.

7. Система по любому из пп.1-4, отличающаяся тем, что в качестве гребного электродвигателя пропульсивной установки использован синхронный электродвигатель.

8. Система по любому из пп.1-4, отличающаяся тем, что она выполнена с возможностью стопорения более чем одной пропульсивной установки.

9. Пропульсивная система, содержащая по меньшей мере одну пропульсивную установку с гребным винтом и устройство разворота с двигательными модулями на базе электродвигателей с постоянными магнитами, преобразователь частоты, подключенный к силовой электрической сети и к указанным двигательным модулям, и систему для уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода путем наложения ограничений на положение роторов электродвигателей двигательных модулей устройства разворота, отличающаяся тем, что система для уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода дополнительно содержит переключающее устройство, содержащее средства для отключения двигательных модулей от силовой электрической сети и средства для закорачивания статорных обмоток электродвигателей двигательных модулей.

10. Система по п.9, отличающаяся тем, что указанные средства для отключения двигательных модулей от силовой электрической сети выполнены с возможностью отключения двигательных модулей от силовой электрической сети при установлении необходимости в стопорении электродвигателей двигательных модулей, а указанные средства для закорачивания статорных обмоток электродвигателей двигательных модулей выполнены с возможностью закорачивания статорных обмоток электродвигателей двигательных модулей после отключения двигательных модулей от силовой электрической сети.

11. Система по п.9, отличающаяся тем, что указанные средства для отключения
двигательных модулей от силовой электрической сети выполнены с возможностью
отключения двигательных модулей от силовой электрической сети при установлении
необходимости в стопорении электродвигателей двигательных модулей, а указанные
5 средства для закорачивания статорных обмоток электродвигателей двигательных модулей
выполнены с возможностью закорачивания статорных обмоток электродвигателей
двигательных модулей через преобразователь частоты после отключения двигательных
модулей от силовой электрической сети.

12. Система по п.11, отличающаяся тем, что указанное закорачивание осуществляется
10 посредством полупроводников.

13. Система по любому из пп.10-12, отличающаяся тем, что при закорачивании
статорных обмоток электродвигателей двигательных модулей они одновременно
подключаются к контуру заземления оборудования.

14. Система по любому из пп.9-12, отличающаяся тем, что переключающее устройство
15 выполнено управляемым посредством секции управления преобразователя частоты.

15. Система по любому из пп.9-12, отличающаяся тем, что в качестве
электродвигателей двигательных модулей устройства разворота использованы синхронные
электродвигатели.

16. Система по любому из пп.9-12, отличающаяся тем, что она выполнена с
20 возможностью стопорения более чем одной пропульсивной установки.

17. Способ уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода путем
наложения ограничений на положение ротора гребного электродвигателя в пропульсивной
системе, содержащей по меньшей мере одну пропульсивную установку с гребным винтом и
гребным электродвигателем с постоянными магнитами, и преобразователь частоты,
25 подключенный к силовой электрической сети и к указанному гребному электродвигателю,
отличающийся тем, что сначала устанавливают необходимость в стопорении гребного
электродвигателя, затем отключают гребной электродвигатель от силовой электрической
сети, после чего производят закорачивание статорных обмоток гребного электродвигателя.

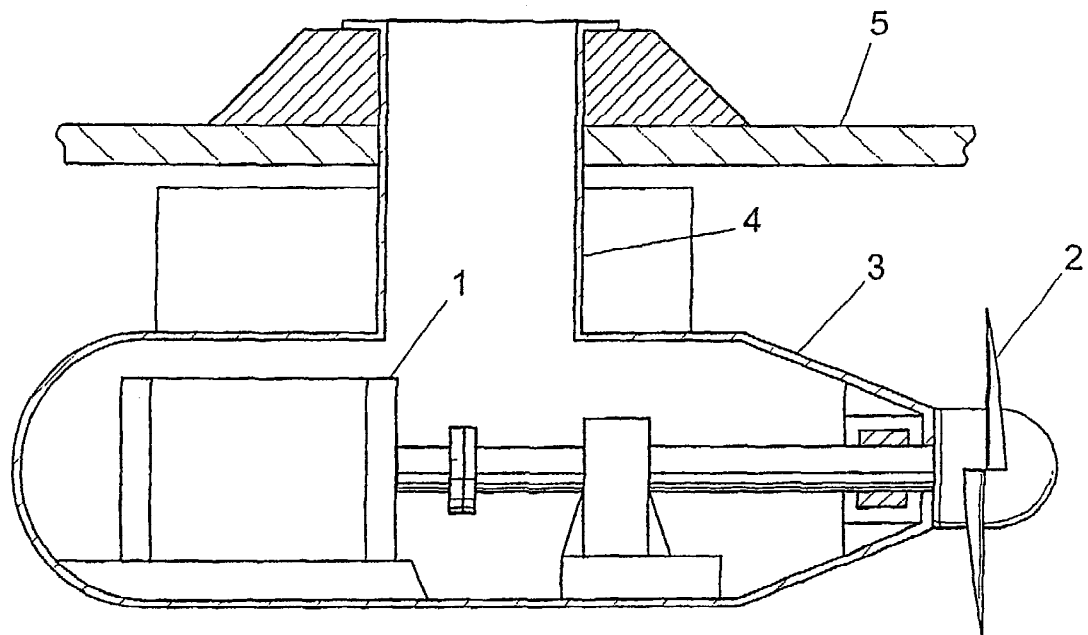
18. Способ по п.17, отличающийся тем, что перед тем, как произвести закорачивание
30 статорных обмоток гребного электродвигателя осуществляют проверку того, что
электродвигатель отключен от силовой электрической сети.

19. Способ по п.17 или 18, отличающийся тем, что обеспечивает стопорение более чем
одной пропульсивной установки.

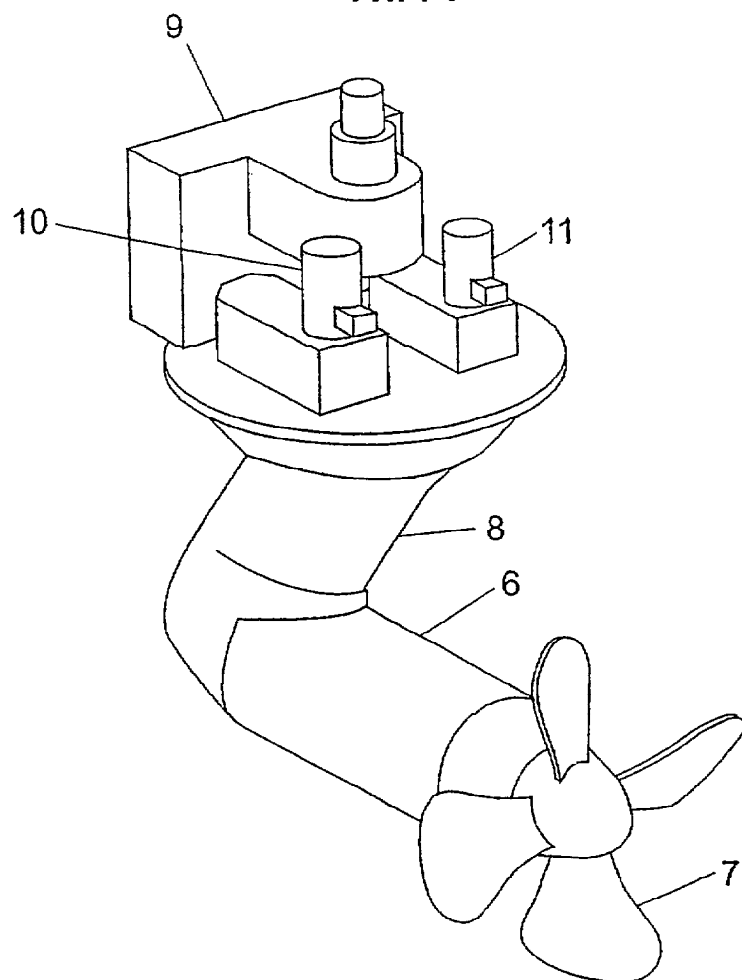
20. Способ уменьшения скорости и/или ограничения подвижности привода путем
35 наложения ограничений на положение роторов электродвигателей двигательных модулей в
пропульсивной системе, содержащей по меньшей мере одну пропульсивную установку с
гребным винтом и устройством разворота с двигательными модулями на базе
электродвигателей с постоянными магнитами и преобразователь частоты, подключенный к
силовой электрической сети и к указанным двигательным модулям, отличающийся тем, что
40 сначала устанавливают необходимость в стопорении электродвигателей двигательных
модулей, затем отключают двигательные модули от силовой электрической сети, после
чего производят закорачивание статорных обмоток электродвигателей двигательных
модулей.

21. Способ по п.20, отличающийся тем, что перед тем, как произвести закорачивание
45 статорных обмоток электродвигателей двигательных модулей осуществляют проверку того,
что двигательные модули отключены от силовой электрической сети.

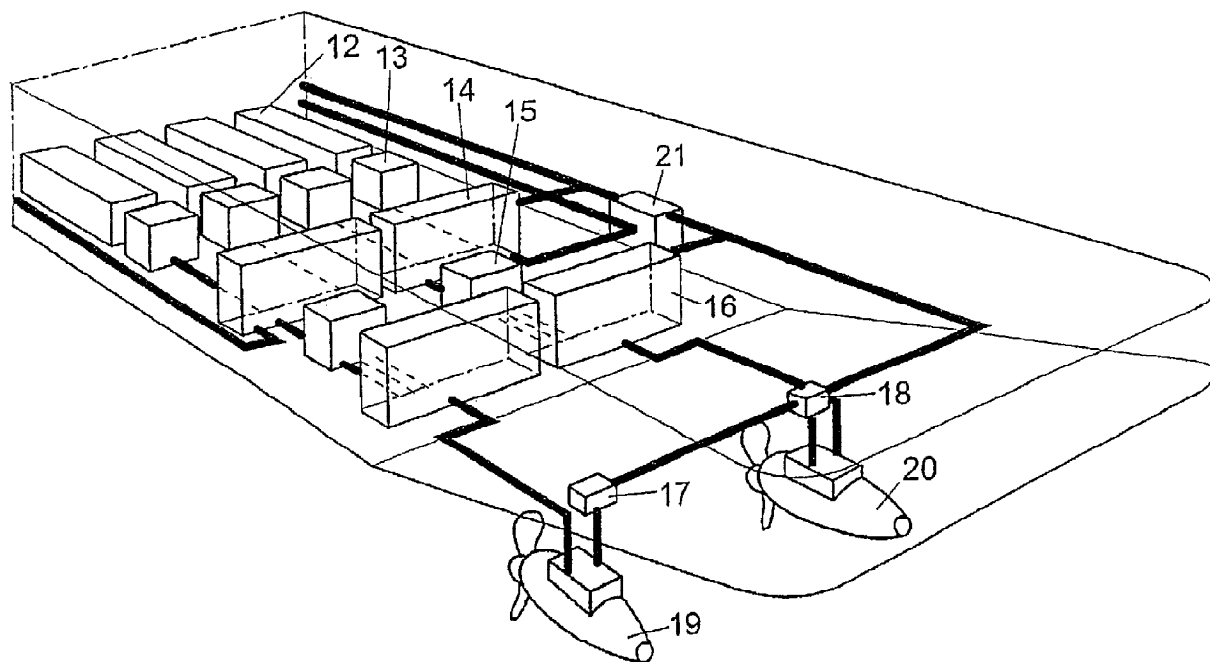
22. Способ по п.20 или 21, отличающийся тем, что обеспечивает стопорение более чем
одной пропульсивной установки.



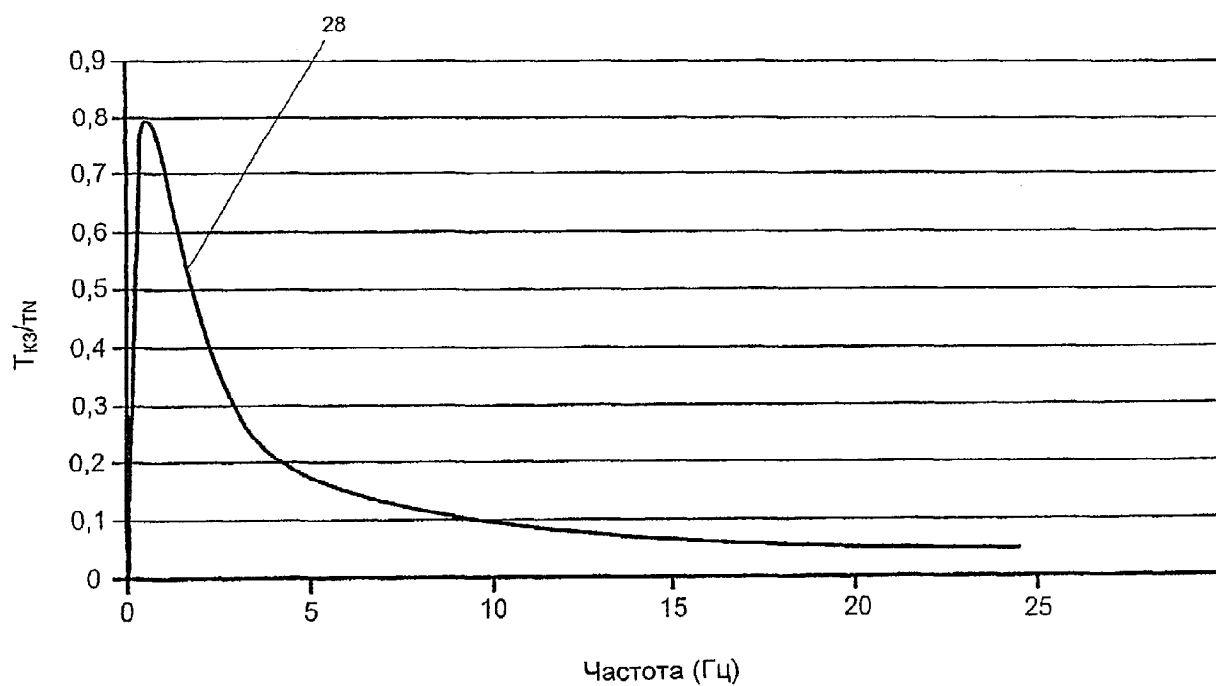
ФИГ. 1



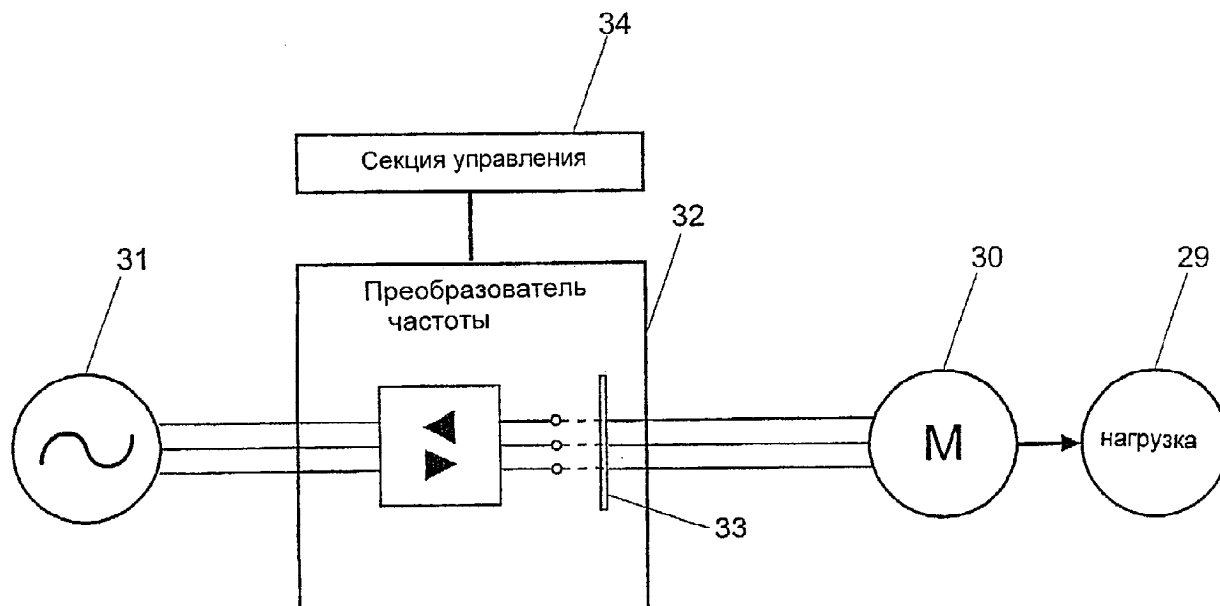
ФИГ. 2



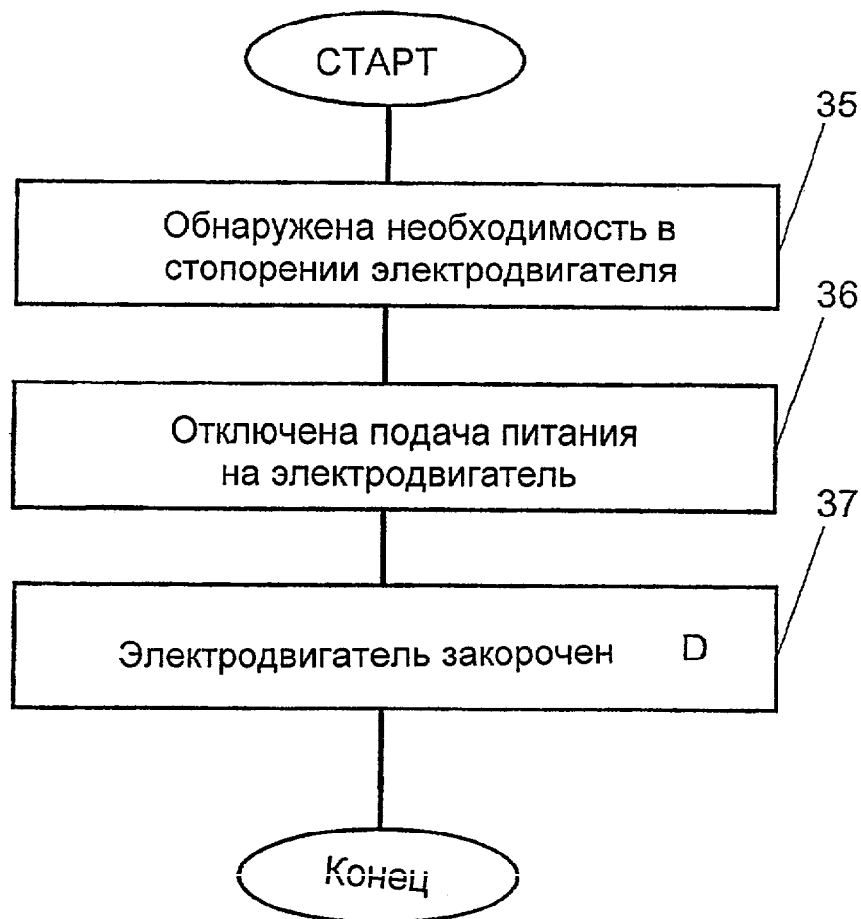
ФИГ. 3



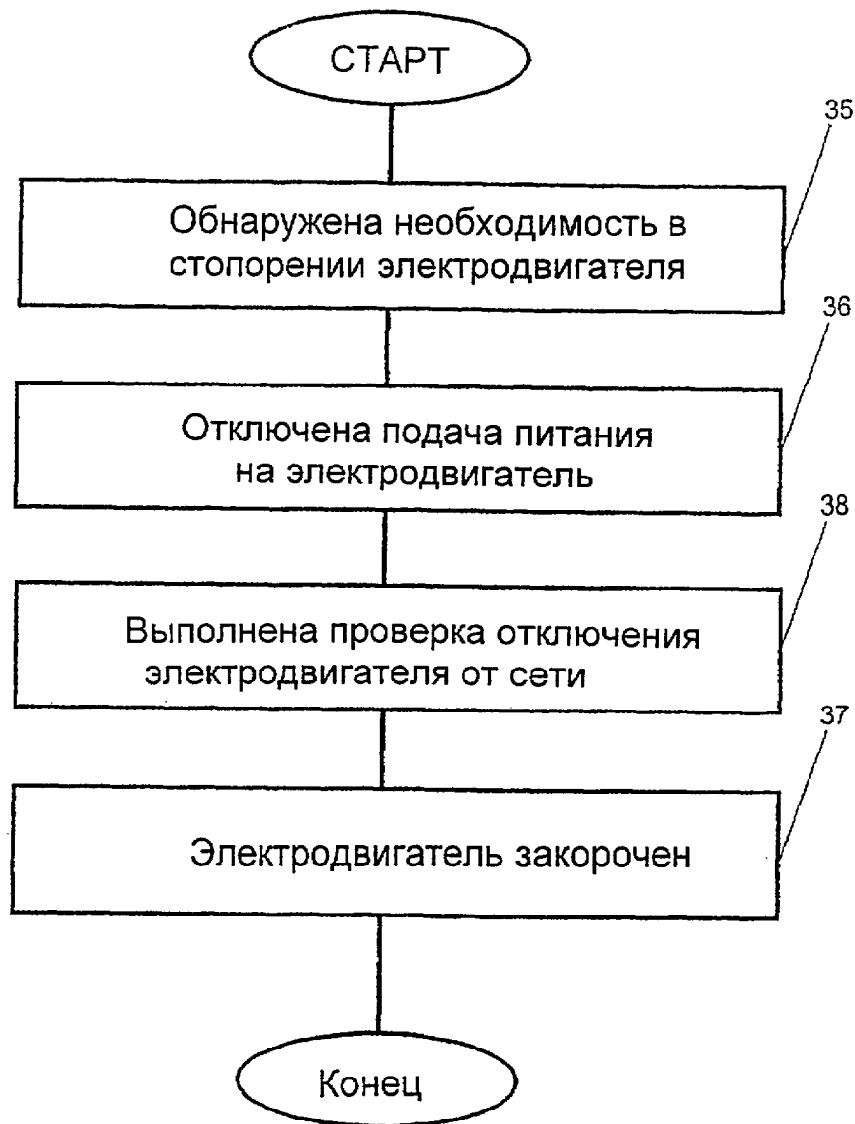
ФИГ. 5



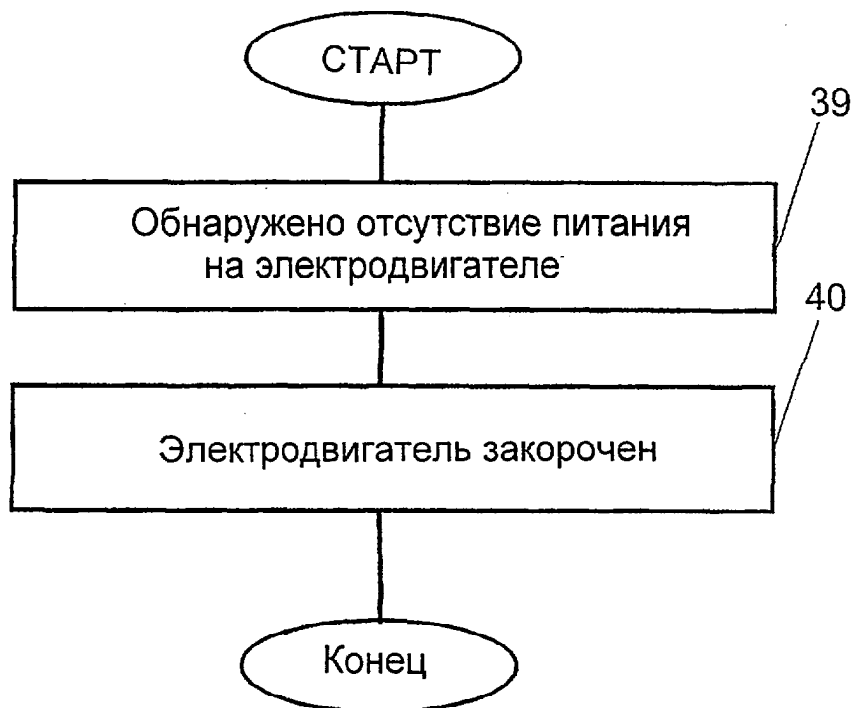
ФИГ. 6



ФИГ. 7



ФИГ. 8



ФИГ. 9