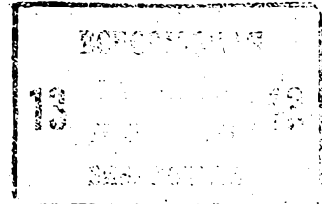




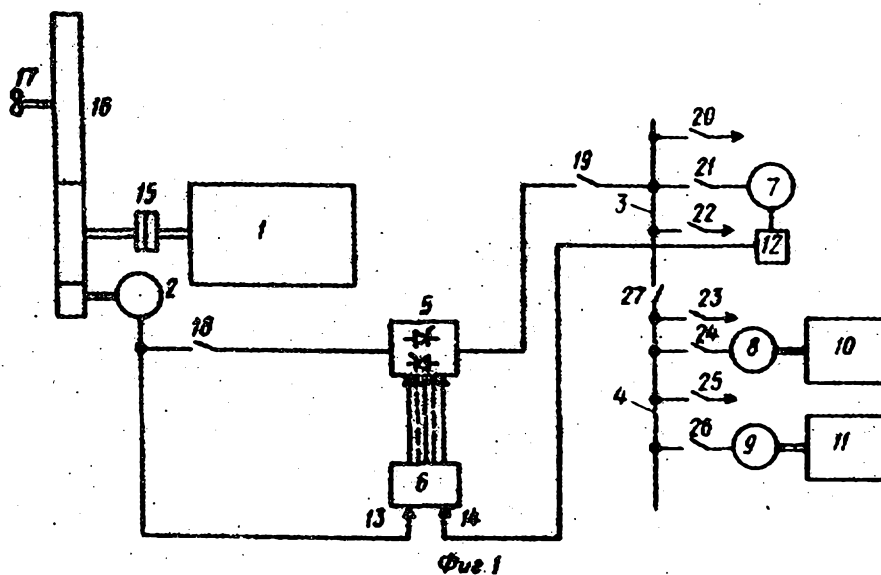
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3595898/27-11
(22) 24.05.83
(46) 30.01.85. Бюл. № 4
(72) И.П.Фиясь, А.В.Смыков, О.Н.Ощепков, А.С.Сазонов, М.И.Акулов и Н.П.Лебедев
(71) Ленинградское ордена Октябрьской Революции высшее морское училище им. адм. С.О.Макарова
(53) 629.12.83(088.8)
(56) 1. Патент ФРГ № 1563715, кл. Н 02 Р 9/42, опублик. 1975 (прототип).
(54) СУДОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА (ЕЕ ВАРИАНТЫ).
(57) 1. Судовая энергетическая установка, содержащая главный тепловой

двигатель, валогенератор, редуктор, шины судовых электропотребителей, тиристорный преобразователь частоты с электроуправлением, синхронный компенсатор и вспомогательные генераторы, отличающаяся тем, что, с целью повышения надежности и экономичности установки, синхронный компенсатор снабжен датчиком частоты и фазы, при этом электроуправление тиристорного преобразователя частоты соединено с выходом датчика и статорной обмоткой валогенератора, а между редуктором и главным тепловым двигателем установлена разъединительная муфта с автономным управлением.



2. Судовая энергетическая установка, содержащая главный тепловой двигатель, валогенератор, редуктор, шины судовых электропотребителей, тиристорный преобразователь частоты с электроуправлением, синхронный компенсатор и вспомогательные генераторы, отличающаяся тем, что, с целью повышения надежности и экономичности установки, валогенератор снабжен датчиком частоты и фазы, при этом управление тиристорным преобразователем частоты соединено с выходом датчика частоты и фазы и с шинами судовых электропотребителей, а между редуктором и главным тепловым двигателем установлена разъединительная муфта с автономным управлением.

3. Судовая энергетическая установка, содержащая главный тепловой двигатель, валогенератор, редуктор, шины судовых электропотребителей, тиристорный преобразователь частоты с электроуправлением, синхронный компенсатор и вспомогательные генераторы, отличающаяся тем, что, с целью повышения надежности и экономичности установки, синхронный компенсатор и валогенератор снабжены датчиком частоты и фазы, а электроуправление тиристорным преобразователем частоты - двухпозиционным пе-

реключателем, к которому подключены выходы датчиков, шины судовых электропотребителей и статорная обмотка валогенератора, при этом выход тиристорного преобразователя частоты подключен к статорной обмотке валогенератора, а вход - соответственно к выходам шин судовых электропотребителей, при этом между редуктором и главным тепловым двигателем установлена разъединительная муфта с автономным управлением.

4. Установка по пп. 1 - 3, отличающаяся тем, что тиристорный преобразователь частоты выполнен в виде управляемого выпрямителя - ведомого инвертора.

5. Установка по пп. 1 - 3, отличающаяся тем, что тиристорный преобразователь частоты выполнен в виде циклоконвертора.

6. Установка по пп. 1 - 3, отличающаяся тем, что датчик частоты и фазы валогенератора и синхронного компенсатора выполнен в виде регистратора положения их роторов.

7. Установка по пп. 1 - 3, отличающаяся тем, что датчик частоты и фазы валогенератора и синхронного компенсатора выполнен в виде регистратора напряжения их статорных обмоток.

Изобретение относится к области судостроения, в частности к судовым энергетическим установкам (СЭУ).

Известна СЭУ, содержащая главный тепловой двигатель, валогенератор, редуктор, шины судовых электропотребителей, тиристорный преобразователь частоты с электроуправлением, синхронный компенсатор и вспомогательные генераторы. Валогенератор приводится во вращение главным тепловым двигателем и отдает мощность на шины судовых электропотребителей через тиристорный преобразователь частоты. Для покрытия потребностей реактивной мощности предусмотрен синхрон-

ный компенсатор, который работает параллельно со вспомогательными генераторами. Возбуждение синхронного компенсатора регулируется в зависимости от нагрузки [1].

Недостатки установки - пониженная надежность ввиду невозможности использования энергии вспомогательных генераторов для движения судна в случае выхода из строя главного теплового двигателя; необходимость работы вспомогательных генераторов при отборе мощности от валогенератора, что приводит к дополнительному расходу топлива; наличие дополнительного устройства для запуска синхронного компенсатора; невозможность ис-

пользования дополнительной мощности вспомогательных генераторов для движения судна в экстремальных условиях; невозможность отбора мощности от гребного винта, работающего в режиме гидротурбины без существенных изменений в электросхеме; сложность подготовки судовой энергетической установки при переходе с одного источника питания на другой.

Указанные недостатки невозможно устранить в одной судовой энергетической установке, как и невозможно разработать установку, удовлетворяющую все типы судов. Так, для кораблей, буксиров, спасателей первостепенным является надежность, долговечность, возможность увеличения скорости в экстремальных режимах даже в ущерб другим технико-экономическим показателям. В то же время для транспортных судов одной из главных характеристик является экономичность работы при условии своевременной доставки грузов. Установки многоцелевых судов должны удовлетворять тем и другим требованиям. Поэтому предлагается несколько вариантов судовых энергетических установок для судов различного назначения, в которых устранены эти недостатки.

Цель изобретения - повышение надежности и экономичности установки.

Поставленная цель достигается тем, что в судовой энергетической установке, содержащей в первом варианте, главный тепловой двигатель, валогенератор, редуктор, шины судовых электропотребителей, тиристорный преобразователь частоты с электроуправлением, синхронный компенсатор и вспомогательные генераторы, синхронный компенсатор снабжен датчиком частоты и фазы, при этом электроуправление тиристорного преобразователя частоты соединено с выходом датчика и статорной обмоткой валогенератора, а между редуктором и главным тепловым двигателем установлена разъединительная муфта с автономным управлением.

По второму варианту в установке, содержащей главный тепловой двигатель, валогенератор, редуктор, шины судовых электропотребителей, тиристорный преобразователь частоты с электроуправлением, синхронный компенсатор и вспомогательные генераторы, валогенератор снабжен датчиком

частоты и фазы, при этом управление тиристорным преобразователем частоты соединено с выходом датчика частоты и фазы и с шинами судовых электропотребителей, а между редуктором и главным тепловым двигателем установлена разъединительная муфта с автономным управлением.

По третьему варианту в установке содержащей главный тепловой двигатель, валогенератор, редуктор, шины судовых электропотребителей, тиристорный преобразователь частоты с электроуправлением, синхронный компенсатор и вспомогательные генераторы, синхронный компенсатор и валогенератор снабжены датчиками частоты и фазы, а электроуправление тиристорным преобразователем частоты - двухпозиционным переключателем, к которому подключены выходы датчиков, шины судовых электропотребителей и статорная обмотка валогенератора, при этом выход тиристорного преобразователя частоты подключен к статорной обмотке валогенератора, а вход соответственно к выходам шин судовых электропотребителей, при этом между редуктором и главным тепловым двигателем установлена разъединительная муфта с автономным управлением.

В одной из модификаций тиристорный преобразователь частоты выполнен в виде управляемого выпрямителя - ведомого инвертора.

В другой модификации тиристорный преобразователь частоты выполнен в виде циклоконвертора.

В другой модификации датчик частоты и фазы валогенератора и синхронного компенсатора выполнен в виде регистраторов положения их роторов.

В другой модификации датчик частоты и фазы валогенератора и синхронного компенсатора выполнен в виде регистратора напряжения их статорных обмоток.

В предлагаемой СЭУ снабжение синхронного компенсатора (СК) датчиком частоты и фазы дает возможность осуществить плавный пуск его от валогенератора через тиристорный преобразователь частоты (ТПЧ) и при достижении СК номинальной частоты вращения подсоединить к шинам судовые электропотребители. Таким образом, пуск СК и отбор мощности от валогенератора достигается без работы вспо-

могательных генераторов, что повышает надежность установки и дает экономиию топлива.

Снабжение валогенератора датчиком частоты и фазы позволяет осуществить плавный пуск валогенератора и последующее его регулирование частоты вращения от ТПЧ (для передачи энергии от вспомогательных генераторов на гребной винт) при постоянных параметрах судовой электростанции (частоты и напряжения вспомогательных генераторов), т.е. без провалов напряжения и частоты на шинах судовых электропотребителей, тем самым обеспечивая надежную работу судовых электропотребителей и передачу энергии вспомогательных генераторов на гребной винт в экстремальных и аварийных ситуациях, что повышает надежность установки.

Установка разъединительной муфты между редуктором и главным тепловым двигателем позволяет отсоединить главный тепловой двигатель от редуктора в случае выхода его из строя и использовать энергию вспомогательных генераторов для движения судна, а также при буксировке судна либо при ходе судна под парусами, при использовании энергии гребного винта, работающего в режиме гидротурбины, для питания общесудовых электропотребителей.

Снабжение схемы управления тиристорным преобразователем частоты двухпозиционным переключателем, который соединен цепями с датчиками частоты и фазы, статорной обмоткой валогенератора и шинами судовых электропотребителей позволяет выборочно подключать цепи датчика частоты и фазы и цепи синхронизирующего напряжения к схеме управления ТПЧ в зависимости от режимов работы валогенератора (отбор мощности, работа в качестве вентильного двигателя на движение судна).

Соединение выхода (входа) ТПЧ со статорной обмоткой валогенератора, а входа (выхода) ТПЧ с шинами общесудовых электропотребителей позволяет использовать установленный ТПЧ для передачи энергии вспомогательных генераторов на гребной винт (валогенератор работает в режиме вентильного двигателя) либо осуществлять от-

бор мощности от валогенератора на судовые электропотребители.

Применение в качестве ТПЧ управляемого выпрямителя - ведомого инвертора - целесообразно для малых и средних мощностей валогенераторов.

Использование циклоконвертора в качестве ТПЧ дает возможность улучшить массо-габаритные характеристики установки и КПД для средних и больших мощностей валогенераторов, исключить дополнительные коммутрующие элементы при пуске ВГ, СК.

В качестве датчика частоты и фазы можно использовать известные датчики положения роторов электрических машин, установленных на их валу, или известные датчики напряжения их статорных обмоток.

Установка датчика положения ротора на валу машины иногда вызывает определенные трудности или в некоторых случаях невозможна. Тогда в качестве датчика частоты и фазы целесообразно применение датчиков напряжения.

На фиг. 1 изображена принципиальная схема СЭУ по первому варианту; на фиг. 2 - то же, по второму варианту; на фиг. 3 - то же, по третьему варианту.

СЭУ (вариант 1), изображенная на фиг. 1, содержит главный тепловой двигатель 1, валогенератор (ВГ) 2, шины 3, 4 судовых электропотребителей, тиристорный преобразователь частоты 5 (ТПЧ) с электроуправлением 6, синхронный компенсатор (СК) 7, вспомогательные генераторы 8, 9, вспомогательные тепловые двигатели 10, 11, датчик частоты и фазы 12, дополнительные электрические цепи 13, 14, разъединительную муфту 15, редуктор 16, гребной винт 17, автоматические выключатели (АВ) 18 - 26, разъединитель 27.

В предложенном варианте СЭУ главный тепловой двигатель 1 механически связан с гребным винтом 17 через редуктор 16 и разъединительную муфту 15. ВГ 2 соединен с ТПЧ 5 и шинами судовых электропотребителей 3 с помощью АВ 18, 19. Дополнительные электрические цепи 13, 14 соединяют выход датчика частоты и фазы и статорную обмотку ВГ 2 со схемой управления 6 ТПЧ 5. Вспомогательные генераторы 8, 9 подсоединены к шинам

4 АВ 24, 26, а СК 7 - АВ 21. Между шинами 3, 4 установлен разъединитель 27, а судовые электропотребители подключены к шинам 3, 4 с помощью АВ 20, 22, 23, 25.

СЭУ работает следующим образом.

В ходовом режиме ВГ 2 приводится во вращение главным тепловым двигателем 1 через редуктор 16 (муфта 15 включена). При частоте вращения главного теплового двигателя 1 выше нижней эксплуатационной валогенератор автоматически вводится в работу: подключаются цепи 13, 14 к электроуправлению 6 ТПЧ, включаются АВ 18, 19, устанавливаются заданные величины напряжения и частоты на выходе ТПЧ 5, включается АВ 21 и напряжение ВГ 2 через ТПЧ 5 подается на СК 7. Осуществляется плавный пуск СК 7, работающего в режиме вентильного двигателя. Коммутация тока тиристоров ТПЧ 5 (циклоконвертера) при низких частотах осуществляется напряжением ВГ 2, а при высоких частотах - напряжением СК 7. При достижении СК 7 номинальной частоты вращения и установке заданных величин напряжения и частоты на шинах судовых электропотребителей 3, к шинам подсоединяются приемники электрической энергии АВ 20, 22. Если энергии, поступающей от ВГ 2, достаточно для питания судовых электропотребителей, то вспомогательные генераторы 8, 9 отключаются от шин 4, при этом вспомогательные тепловые двигатели 10, 11 не работают, а разъединитель 27 замкнут. Следовательно, отбор мощности ВГ 2 через ТПЧ 5 осуществляется без работы вспомогательных генераторов 8, 9, что дает экономия топлива.

В схеме предусмотрена как параллельная работа ВГ 2 и вспомогательных генераторов 8, 9, так и автономная. При автономной работе разъединитель 27 разомкнут. Напряжение и частота на шинах 3, 4 поддерживаются постоянными (номинальными) при изменяющейся частоте вращения главного двигателя, гребного винта 17, работающего в режиме гидротурбины с помощью электроуправления 6 ТПЧ 5, датчиком частоты и фазы 12 синхронного компенсатора 7 и системой возбуждения ВГ 2 (не рассматривается). Следовательно, отбор мощности от ВГ 2 через ТПЧ 5 на судовые электропотребители

от главного двигателя 1, от гребного винта 17, работающего в режиме гидротурбины (при буксировке судна, ходе судна под парусами), осуществляется без работы вспомогательных генераторов 8, 9, что дает экономию топлива. Стабильность параметров на шинах 3, 4 повышает надежность работы судовых электропотребителей.

СЭУ (вариант 2), изображенная на фиг. 2 содержит главный тепловой двигатель 1, ВГ 2, шины 3, 4 общесудовых электропотребителей, ТПЧ 5 с электроуправлением 6, вспомогательные генераторы 8, 9 и тепловые двигатели 10, 11, датчик частоты и фазы 28, ВГ 2, дополнительные электрические цепи 29, 30, разъединительную муфту 15, редуктор 16, гребной винт 17, АВ 18 - 20, 22 - 26, разъединитель 27. В предложенном варианте СЭУ соединение элементов аналогично варианту 1.

СЭУ работает следующим образом.

В аварийных или экстремальных режимах мощность от вспомогательных генераторов 8, 9 передается на гребной винт 17 через ТПЧ 5, ВГ 2 при замкнутых АВ 19, 21, разъединителе 27. Пуск ВГ 2 осуществляется аналогично пуску СК 7. Регулирование частоты вращения ВГ 2 осуществляется электроуправлением 6 ТПЧ 5, датчиком частоты и фазы 28, системой возбуждения ВГ (не рассматривается). Коммутация тиристоров ТПЧ 5 (циклоконвертера) в данном режиме на низких частотах осуществляется напряжением вспомогательных генераторов 8, 9, на высоких - напряжением ВГ 2.

В аварийных ситуациях главный тепловой двигатель 1 отключается от редуктора 16 соединительной муфты 15 и требуемая мощность от вспомогательных генераторов 8, 9 передается на гребной винт 17 ВГ 2 через ТПЧ 5.

В экстремальных ситуациях (обеспечение максимального хода судна, заклинивание винта) ВГ 2 работает совместно с главным тепловым двигателем 1. В этом случае управление ТПЧ 5 и системой управления главным тепловым двигателем 1 производится согласованно.

Таким образом, во втором варианте СЭУ повышение надежности установки достигается за счет использования энергии вспомогательных генераторов судовой электростанции для движения,

при выходе из строя главного теплового двигателя, или в экстремальных условиях (обеспечение максимального хода и т.д.) при совместной работе малогенератора с главным тепловым двигателем.

СЭУ (вариант 3), изображенная на фиг. 3, содержит все элементы варианта 1 и 2 и дополнительно двухпозиционный переключатель 31, силовые цепи 32, 33, АВ 34, 35.

Двухпозиционный переключатель 31 соединен со статорной обмоткой ВГ 2, шинами судовых электропотребителей 4, датчиками частоты и фазы 12, 28. Дополнительные силовые цепи 32, 33 соединяют ВГ 2 с выходом ТПЧ 5 и вход ТПЧ 5 с шинами судовых электропотребителей 4.

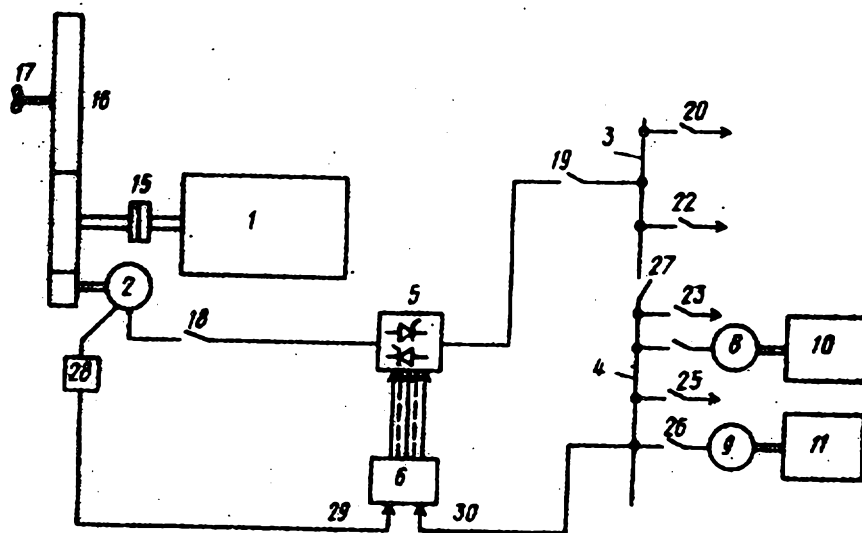
В данном варианте СЭУ вводом в схему управления 6 ТПЧ 5 двухпозиционного переключателя 31 и вводом дополнительных силовых цепей 32, 33 достигается возможность использования установленного ТПЧ 5 для отбора мощности от ВГ 2 на шины 3 общесудовых электропотребителей с последующей стабилизацией частоты и напряжения и для передачи энергии от вспомогательных генераторов 8, 9 на гребной винт 17 ВГ 2 работает в режиме вентильного двигателя) при работающем главном тепловом двигателе 1 или при выходе его из строя.

В первом случае (отборе мощности от ВГ 2) двухпозиционный переключатель 31 подключает цепи 13, 14 к схеме управления 6 ТПЧ 5. Набирается цепь: ВГ 2 - ТПЧ 5 - СК 7. Для этого включаются АВ 18, 19, 21 (АВ 34, 35, разъединитель 27 разомкнуты). После-

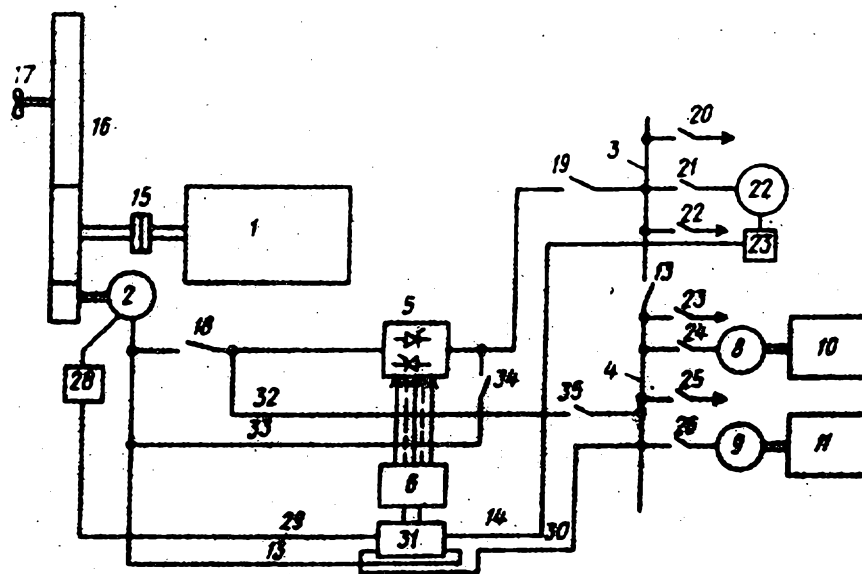
дующие операции и принцип работы СЭУ аналогичны варианту 1.

В другом случае (передаче энергии от вспомогательных генераторов 8, 9 к гребному винту 17) двухпозиционный переключатель 31 подключает цепи 29, 30 к схеме управления 6 ТПЧ 5. Автоматическими выключателями 35, 34, 24, 26 (при разомкнутых АВ 18, 19) ВГ 2 подключается к ТПЧ 5 и далее к вспомогательным генераторам 8, 9. Таким образом, набирается цепь для передачи энергии от вспомогательных генераторов 8, 9 к гребному винту 17. Последующие операции и принцип работы СЭУ аналогичны варианту 1.

Таким образом, достигается экономия топлива за счет исключения из работы вспомогательных тепловых двигателей при отборе мощности на судовые электропотребители от валогенератора, приводимого во вращение главным тепловым двигателем, гребным винтом, работающим в режиме гидротурбины при буксировке судна, ходе судна под парусами и неработающем главном двигателе. Повышение надежности установки достигается за счет использования энергии вспомогательных генераторов судовой электростанции для движения, при выходе из строя главного теплового двигателя, или в экстремальных условиях (обеспечение максимального хода, освобождения винта от заклинивания и т.д.) при совместной работе валогенератора с главным тепловым двигателем. В то же время неучтенный экономический эффект от использования валогенератора для движения судна в аварийных или экстремальных ситуациях может составить стоимость судна.



Фиг. 2



Фиг. 3

ВНИИПИ Заказ 10395/14 Тираж 435 Подписное

Филиал ИПИ "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4