



(51) МПК

H02J 3/38 (2006.01)*H02J 9/04* (2006.01)*H02M 7/42* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005136219/09, 22.11.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.11.2005

(45) Опубликовано: 10.10.2007 Бюл. № 28

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: РЕШЕТОВ С.П. и др.
Электрооборудование воздушных судов. - М.:
Транспорт, 1991, с.186-197. RU 2046494 C1,
20.10.1995. RU 2260235 C1, 10.09.2005. SU
608228 A1, 25.08.1978. DE 3246930 B, 20.06.1984.

Адрес для переписки:

111033, Москва, Б. Красноказарменная пл., 1,
кв.152, А.В. Демьяненко

(72) Автор(ы):

Богатырев Сергей Александрович (RU),
Демьяненко Александр Васильевич (RU),
Шпаковский Владимир Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

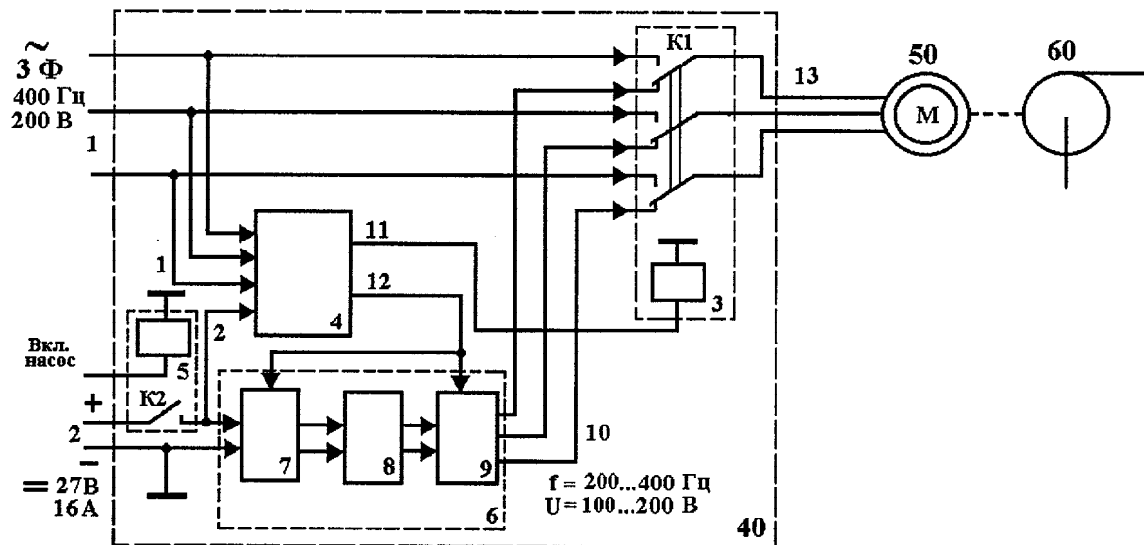
Богатырев Сергей Александрович (RU),
Демьяненко Александр Васильевич (RU),
Шпаковский Владимир Владимирович (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ПИТАНИЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам питания асинхронных электрических двигателей с короткозамкнутым ротором, используемым на объектах, где имеются две сети питающего напряжения, переменного и постоянного тока, в частности, для центробежных насосов в системах передачи топлива летательных аппаратов. Технический результат заключается в повышении надежности работы топливоподающей аппаратуры в аварийных ситуациях при ограниченных энергетических ресурсах. Устройство состоит из контактора, порогового элемента, реле включения сети постоянного тока, датчика тока, датчика напряжения, формирователя закона управления низковольтным инвертором, блока управления низковольтным инвертором, блока низковольтных транзисторов, соединенных по однофазной

мостовой схеме, трансформатора, полупроводникового выпрямителя, индуктивно-емкостного фильтра, формирователя закона управления высоковольтным инвертором, блока управления высоковольтным инвертором, блока транзисторов, соединенных по трехфазной мостовой схеме. Устройство обеспечивает питание асинхронного электродвигателя топливного насоса либо от сети трехфазного переменного тока постоянной частоты, либо от сети постоянного тока путем преобразования последней в сеть трехфазного переменного тока с постоянным значением отношения частоты к напряжению. При этом дополнительно регулируется величина потребляемого тока от сети постоянного тока и верхнее предельное напряжение на выходе устройства с ограничением и тока и напряжения при достижении ими предельных значений. 2 ил.



Фиг.1

RU 2308138 C2

RU 2308138 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

H02J 3/38 (2006.01)*H02J 9/04* (2006.01)*H02M 7/42* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2005136219/09, 22.11.2005

(24) Effective date for property rights: 22.11.2005

(45) Date of publication: 10.10.2007 Bull. 28

Mail address:

111033, Moskva, B. Krasnokazarmennaja pl., 1,
kv.152, A.V. Dem'janenko

(72) Inventor(s):

**Bogatyrev Sergej Aleksandrovich (RU),
Dem'janenko Aleksandr Vasil'evich (RU),
Shpakovskij Vladimir Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Bogatyrev Sergej Aleksandrovich (RU),
Dem'janenko Aleksandr Vasil'evich (RU),
Shpakovskij Vladimir Vladimirovich (RU)**

(54) **DEVICE FOR POWERING ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTOR**

(57) Abstract:

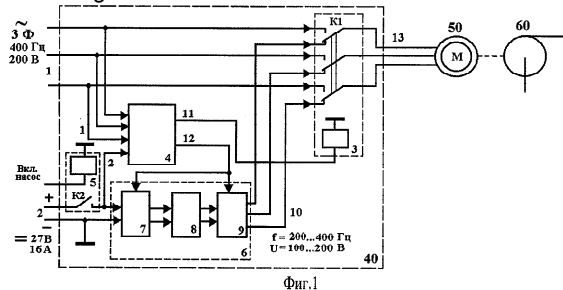
FIELD: engineering of devices for powering asynchronous electric motors with short-circuited rotor used at objects where two powering voltage network are present, of direct and alternating current, in particular for centrifugal pumps in fuel transfer system of aircrafts.

SUBSTANCE: the device consists of contactor, threshold element, constant current network enabling relay, current indicator, voltage indicator, low voltage inverter control rule generator, low voltage inverter control block, block of low voltage transistors connected in accordance to one-phased bridge circuit, transformer, semiconductor rectifier, inductance-capacitive filter, high voltage inverter control rule generator, high voltage inverter control block, block of transistors connected in accordance to three-phased bridge circuit. Device ensures provision of power to asynchronous electric motor of fuel pump either by network of three-phased alternating current of constant

frequency, or by constant current network by its transformation to three-phased alternating current network with constant value of frequency to voltage ratio. Value of current consumed from constant current network is controlled additionally as well as upper limit voltage at output of device with limitation of both current and voltage when they reach limit values.

EFFECT: increased reliability of operation of fuel-feeding equipment in emergency situations with limited power resources.

2 dwg



Изобретение относится к устройствам питания асинхронных электрических двигателей с короткозамкнутым ротором, используемым для центробежных насосов в системах передачи топлива летательных аппаратов, и предназначено для повышения надежности работы топливоподающей аппаратуры в аварийных ситуациях при ограниченных энергетических ресурсах. Изобретение может быть использовано не только на летательных аппаратах, но и на других объектах там, где имеются две сети питающего напряжения, переменного и постоянного тока, причем не важно, какая из них является основной, а какая резервной. Применение заявляемого устройства возможно и в составе различных силовых приводов на железнодорожном транспорте, где имеются две сети питающего напряжения постоянного и переменного тока.

Известны различные типы приводов электрических двигателей топливных насосов в системах передачи топлива летательных аппаратов, для питания которых применяют различные системы электропитания. В качестве приводных двигателей используют асинхронные двигатели (1, стр.122-125) и коллекторные двигатели последовательного и независимого возбуждения (2, стр.182-183). Питание этих электрических машин осуществляют: первых от бортовой сети переменного тока, а вторых от бортовой сети постоянного тока. При этом в каждой сети используется свой тип электрической машины, рассчитанный на питание своим видом тока.

Известна система электроснабжения приводов центробежных насосов с приводом от асинхронного двигателя в системе передачи топлива (3, с.186-197) летательного аппарата. Питание электродвигателя осуществляют от бортовой сети трехфазного переменного тока постоянной частоты. Меняющийся режим работы авиационных двигателей во время полета требует соответствующего расхода топлива. Изменение расхода топлива обеспечивается регулированием оборотов приводного двигателя и включением в параллельную работу других насосов. По мере расхода топлива меняется его массовое размещение по корпусу летательного аппарата. Изменение равномерности размещения массы топлива приводит к кренам, для устранения которых осуществляют перекачку топлива из одного бака в другой, используя для этой цели те же дополнительные насосы, с приводом от асинхронных двигателей. Для работы в аварийном режиме, когда вышел из строя генератор или остановлены авиационные двигатели, применяют топливные насосы с приводом от коллекторных двигателей постоянного тока, питаемых от сети постоянного тока аккумуляторных батарей.

Недостатками такой системы является большое многообразие электрических машин и, соответственно, топливных насосов. За счет большого количества электрических машин возрастает полетная масса изделия, что ведет к увеличению расхода топлива. Такая топливная система имеет низкую унификацию, что усложняет проверки, проводимые при подготовке к полету. Размещение дополнительных двигателей усложняет компоновку оборудования, поскольку из-за отсутствия свободного пространства их приходится размещать в труднодоступных местах. При таком размещении оборудования существенно затрудняется проведение регламентных и ремонтных работ. Использование в качестве приводных коллекторных двигателей постоянного тока, кроме того, требует не только дополнительных мер по защите коллекторного узла от искрения, но и герметизации самого электродвигателя, что усложняет технологию изготовления такого рода приводов. Поскольку аварийные ситуации возникают редко, ресурс с коллекторной электрической машины при нормальной эксплуатации практически не снимается. Кроме того, в условиях ограниченных энергетических ресурсов часто происходит существенное снижение напряжения питания бортовой сети постоянного тока. В таких приводах при снижении напряжения с 28,5 до 18 В (3, с.189) уменьшается потребляемый ток, а следовательно, и перепад давлений при неизменной подаче или подача при неизменном перепаде давлений, что неблагоприятно сказывается на работе авиационных двигателей.

Известен привод с асинхронным электродвигателем и вентиляльным преобразователем (инвертором), подключенный к сети постоянного тока, в котором управление асинхронным электродвигателем осуществляется за счет изменения напряжения и частоты напряжения

на фазных обмотках статора (4, с.35-37). Питание асинхронного двигателя осуществляют от сети постоянного тока через управляемый инвертор таким образом, что сохраняется постоянство отношения напряжения к частоте питающего напряжения, что позволяет обеспечить требуемое значение вращающего момента электродвигателя (4, с.297-315).

5 Недостатком такого привода по отношению к асинхронному приводу, питаемому от трехфазной сети переменного тока, является высокая масса по совокупности применяемых устройств (инвертор - двигатель). Кроме того, необходимо дополнительное место для размещения инвертора, что в условиях летательного аппарата является сложной

10 технической задачей. Постоянное использование в таком приводе электронного способа управления в условиях радиоэлектронных помех снижает надежность работы привода.

Известен способ питания асинхронного двигателя от сети переменного тока (5, с.135-235), который широко применяется повсеместно. Питающая сеть может быть однофазной или многофазной. Наиболее широкое применение получила трехфазная сеть. Для ее создания используют либо генераторы переменного тока, либо статические преобразователи (инверторы).

15

С помощью генераторов получают трехфазную сеть переменного тока постоянной частоты. С помощью инверторов получают трехфазную сеть не только постоянной, но и переменной частоты. Причем получение трехфазной сети с помощью инвертора может производиться как из сети постоянного тока, так и переменного. При получении от сети

20 постоянного тока применяют инверторы, которые имеют двухступенчатую структуру и состоят из входного низковольтного однофазного мостового инвертора, повышающего трансформатора, выпрямителя, фильтра и выходного высоковольтного трехфазного мостового инвертора. При получении от сети переменного тока применяют инверторы, которые имеют одноступенчатую структуру и состоят из трансформатора, выпрямителя,

25 фильтра и выходного высоковольтного трехфазного мостового инвертора.

Применение инвертора для питания приводного электродвигателя позволяет изменять количественные характеристики питающего напряжения (напряжение, ток, частоту, фазу) в целях получения требуемых характеристик электрической машины, причем в более широких пределах, чем при использовании обычной трехфазной сети переменного тока,

30 создаваемой генератором. Таким образом, в таких системах электроснабжения при питании от сети переменного тока, создаваемой генератором, ограничены пределы регулирования привода, а при питании от сети постоянного тока возрастает полетная масса изделия (двигатель-инвертор), что ведет к повышению расхода топлива за период эксплуатации летательного аппарата.

В настоящее время в качестве аварийной сети используется сеть постоянного тока от аккумуляторных батарей, от которой получают питание различные электрические устройства. Применение в приводах аварийных насосов коллекторного двигателя

35 постоянного тока (2, стр.182-183) усложняет конструкцию системы передачи топлива летательного аппарата, повышает массу изделия, увеличивает трудозатраты на проведение регламентных и ремонтных работ и ведет к незначительному использованию ресурса электродвигателя, поскольку за время эксплуатации он применяется редко, а в отдельных случаях, и вовсе никогда. Однако постоянное поддержание его в работоспособном состоянии требует значительных трудозатрат.

40

Заявляемое устройство по конструктивному исполнению в чистом виде аналогов не имеет, однако наиболее близким по сути аналогом является система питания

45 электроэнергией приводов топливных насосов системы передачи топлива, описанная в (3, с.186-197) и выше.

Задачей изобретения является снижение массы приводов топливных насосов и их унификация, повышение надежности системы передачи топлива летательных аппаратов, а

50 также ограничение постоянного тока, потребляемого в аварийном режиме на заданном уровне, и более полное использование ресурса работы электродвигателей насосов.

Задача решается применением нового устройства питания асинхронного электродвигателя привода центробежного топливного насоса, которое позволяет, прежде

всего, исключить разнотипность применяемых электрических машин. Также устройство сохраняет возможность питать электродвигатель либо от трехфазной сети переменного тока постоянной частоты, либо от сети постоянного тока через автономный инвертор (статический преобразователь), на выходе которого автоматически поддерживается

5 постоянство отношения величины напряжения к частоте. Такое соотношение частоты и напряжения обеспечивает максимальный КПД электродвигателя и необходимое значение вращающего момента на валу электродвигателя. С учетом того, что энергетические ресурсы сети постоянного тока меньше сети переменного, устройство питания
10 дополнительно ограничивает потребление тока и регулирование напряжения на выходе высоковольтного инвертора так, что в аварийном режиме обеспечивает устойчивую работу другой электрической аппаратуры летательного аппарата. Вместе с тем, при любом изменении напряжения сети постоянного тока устройство питания асинхронного электродвигателя обеспечивает потребление максимально допустимого тока.

Сущность изобретения заключается в следующем. Привод топливного насоса системы
15 передачи топлива летательного аппарата (фиг.1) содержит устройство питания асинхронного электродвигателя 40 и асинхронный двигатель 50, который приводит во вращение рабочее колесо центробежного насоса 60.

Устройство питания асинхронного двигателя (фиг.1) состоит из контактора 3, имеющего
20 шесть силовых входов и три силовых выхода, порогового элемента 4, имеющего четыре входа и два выхода, реле включения сети постоянного тока 5, имеющего по одному силовому входу и выходу, а также управляющий вход, входного низковольтного однофазного мостового инвертора 7, блока повышения, выпрямления и фильтрации напряжения 8, имеющих по два силовых входа и выхода и выходного высоковольтного
25 трехфазного мостового инвертора 9, имеющего два силовых входа и три силовых выхода, причем однофазный и трехфазный инверторы имеют еще по одному управляющему входу.

Входной низковольтный однофазный мостовой инвертор 7 состоит из (фиг.2) датчика
тока 14, имеющего один силовой вход, один силовой и один измерительный выходы, датчика напряжения 23, формирователя закона управления низковольтным инвертором 15,
30 блока управления низковольтным инвертором 16 и блока низковольтных транзисторов, соединенных по однофазной мостовой схеме 17.

К выходу низковольтного инвертора 7 подключен блок повышения, выпрямления и
фильтрации напряжения 8. Блок 8 (фиг.2) содержит повышающий трансформатор 18, первичная обмотка которого соединена с выходом низковольтного инвертора 7, а
35 вторичная обмотка последовательно соединена с полупроводниковым выпрямителем 19, индуктивно-емкостном фильтром 20, 21 и с входами высоковольтного инвертора 9.

Выходной высоковольтный трехфазный мостовой инвертор 9 (фиг.2) состоит из
формирователя закона управления высоковольтным инвертором 22, блока управления высоковольтным инвертором 24 и блока высоковольтных полевых транзисторов,
соединенных по трехфазной мостовой схеме 25.

40 Таким образом, низковольтный однофазный инвертор 7, блок повышения выпрямления и фильтрации 8 и высоковольтный трехфазный инвертор 9 между собой соединены последовательно, так что выходы первого являются входами второго, а выходы второго
входами третьего. На выходе высоковольтного инвертора 9 формируется трехфазная сеть переменного напряжения и частоты 10.

45 Поскольку инвертор 6 в целом является сложной системой автоматического регулирования, то внутри него организованы связи между отдельными функциональными элементами. С входа высоковольтного инвертора снимается сигнал в виде напряжения и подается на формирователь закона управления высоковольтным инвертором 22, выход
50 которого соединен с первым входом блока управления высоковольтным инвертором 24. Второй вход блока управления 24 соединен со вторым выходом порогового элемента 4, а выходы, по числу управляемых транзисторов, соединены с управляющими входами транзисторов (затворами) блока высоковольтных транзисторов, соединенных по трехфазной мостовой схеме 25. Блок управления высоковольтным инвертором 24

обеспечивает подключение управляющих входов транзисторов по заданному алгоритму и таким образом создает на выходе трехфазную сеть переменного тока переменной частоты и напряжения 10, причем отношение напряжения к частоте является величиной постоянной. Также с входа высоковольтного инвертора 9 сигнал в виде напряжения

5 подается на датчик напряжения низковольтного инвертора 23, выход которого соединен со вторым входом формирователя закона управления низковольтным инвертором 15, а первый вход формирователя закона управления низковольтным инвертором соединен с выходом датчика тока 14. Выход формирователя закона управления низковольтным инвертором соединен с первым входом блока управления низковольтным инвертором 16,

10 второй вход которого соединен со вторым выходом порогового элемента 4. Выходы блока управления по числу транзисторов соединены с управляющими затворами транзисторов блока транзисторов, соединенных по однофазной мостовой схеме 17. Блок управления низковольтным инвертором обеспечивает подключение управляющих входов транзисторов по заданному алгоритму и таким образом создает на выходе однофазный переменный ток

15 переменной частоты и напряжения, причем ограничивает ток и напряжение по заданному уровню при том, что при любом напряжении обеспечивается потребление из сети максимально возможного тока.

Устройство питания асинхронного двигателя 40 имеет шесть входов и три выхода. При установке реле включения сети постоянного тока вне устройства число входов может быть

20 уменьшено до пяти. На три входа устройства питания подают трехфазное переменное напряжение 200 В, 400 Гц постоянной частоты, на два других входа подают постоянное напряжение 27 В по двум линиям: линии высокого и линии низкого потенциалов. На шестой вход подают сигнал включения электродвигателя насоса. Три выхода устройства питания соединены с фазными обмотками асинхронного электродвигателя 50, соединенными между

25 собой в «звезду» или «треугольник».

Переключение питания обмоток электродвигателя от сети переменного тока постоянной частоты на питание от сети переменного тока с постоянным отношением напряжения к частоте осуществляет контактор 3, имеющий шесть входов и три выхода. Первые три входа

30 контактора соединены с тремя входами устройства питания по сети переменного тока постоянной частоты 1, а другие три входа с выходами высоковольтного инвертора 9. Трехфазная сеть переменного тока постоянной частоты 1 и трехфазная сеть переменного тока переменной частоты 10 (выход высоковольтного инвертора 9) имеют по три линии, что обеспечивает их совместное наиболее удобное использование для питания фазных обмоток электродвигателя насоса при переключении питания с одной сети на другую.

35 Контакттор 3 производит переключение между группами входов. При отсутствии сигнала включения электродвигателя контактор соединяет выходы устройства питания и таким образом фазные обмотки электродвигателя с высоковольтным инвертором 9, т.е. выходы контактора замкнуты на выходы высоковольтного инвертора.

При наличии переменного трехфазного напряжения постоянной частоты в сети 1 и

40 постоянного напряжения в сети 2, при наличии сигнала включения электродвигателя насоса на шестом входе устройства питания контактор 3 переключает асинхронный двигатель 50 либо на питание от трехфазной сети переменного тока постоянной частоты (200 В, 400 Гц), либо на питание от трехфазной сети переменного тока переменной частоты (200...400 Гц, 100...200 В), которая создается в результате преобразования

45 постоянного напряжения из сети постоянного тока 2. Переключение фазных обмоток электродвигателя на питание с одной сети на другую может происходить либо при полном исчезновении напряжения в сети трехфазного переменного тока постоянной частоты, что происходит в основном при переходе в аварийный режим работы, либо при снижении переменного напряжения постоянной частоты ниже допустимого уровня на время больше

50 заданного. И в том и в другом случае необходимо обеспечить работу топливных насосов для поддержания необходимых значений их производительности.

Подключение сети постоянного тока 2 к устройству питания обеспечивает реле

включения сети постоянного тока 5, вход которого соединен с шестым входом устройства

питания, на который подают сигнал включения электродвигателя насоса. При наличии сигнала реле включения сети постоянного тока 5 замыкает свои контакты К2, соединяя сеть постоянного тока 27 В через датчик тока 14 с входами блока транзисторов, соединенных по однофазной мостовой схеме 17, низковольтного инвертора 7. Датчик тока 14 выполняется в виде шунта, что позволяет с большой точностью измерять протекающий в цепи ток. Подключается датчик тока последовательно в линию положительного потенциала сети постоянного тока так, что весь ток этой сети протекает через него. Срабатывание реле включения сети постоянного тока приводит к замыканию его силового входа на его силовой выход. С выхода реле включения сети постоянного тока 5 с линии положительного потенциала также подается напряжение на пороговый элемент 4 и через датчик тока 14 на вход блока транзисторов, соединенных по однофазной мостовой схеме 17, низковольтного инвертора 7, имеющего по два силовых входа и выхода и три управляющих входа. С датчика тока 14 измерительный сигнал поступает на первый вход формирователя закона управления низковольтным инвертором 15. На второй вход формирователя подают сигнал с датчика напряжения 23, два входа которого соединены с выходами блока повышения, выпрямления и фильтрации 8 (или входами высоковольтного инвертора 9). С выхода формирователя закона управления низковольтным инвертором 15 управляющий сигнал поступает на первый вход блока управления низковольтным инвертором 16, который производит поочередное по определенному алгоритму включение и отключение управляющих входов транзисторов (затворов) блока транзисторов, соединенных по однофазной мостовой схеме 17. При этом включение низковольтного и высоковольтного инверторов происходит одновременно по сигналу от порогового элемента, который по линии 12 поступает одновременно на низковольтный и высоковольтный инвертор, а именно на блоки управления инверторами 16 и 24 соответственно. Таким образом, второй вход блока управления низковольтным инвертором 16 соединен со вторым выходом порогового элемента 4. Два выхода блока транзисторов низковольтного инвертора соединены с первичной обмоткой повышающего трансформатора 18, выходы вторичной обмотки которого, через полупроводниковый выпрямитель 19 и индуктивно-емкостной фильтр 20, 21 соединены с двумя входами блока транзисторов, соединенных по трехфазной мостовой схеме 25, высоковольтного инвертора 9, с двумя входами формирователя закона управления высоковольтным инвертором 22 и двумя входами датчика напряжения 23 низковольтного инвертора.

Выход формирователя закона управления высоковольтным инвертором 22 соединен с первым входом блока управления высоковольтным инвертором 24, на второй вход которого поступает сигнал по линии 12 со второго выхода порогового элемента. Сигнал включает блок и высоковольтный инвертор в целом. Выходы блока управления высоковольтным инвертором 24 соединены с управляющими входами транзисторов (затворами) блока высоковольтных транзисторов, соединенных по трехфазной мостовой схеме 24. Три выхода блока транзисторов, соединенных по трехфазной мостовой схеме 25, высоковольтного инвертора 9 соединены с тремя входами контактора 3 и образуют трехфазную сеть переменного тока переменной частоты и напряжения 10, в которой отношение величины напряжения к частоте остается всегда постоянным. Управляющий вход контактора 3 соединен со вторым выходом порогового элемента 4, по которому на него по линии 11 поступает сигнал на переключение фазных обмоток асинхронного электродвигателя на питание либо от трехфазной сети переменного тока постоянной частоты, либо от трехфазной сети высоковольтного инвертора 10.

Пороговый элемент 4 имеет четыре входа, три из которых соединены с тремя входами устройства питания, к которым подключена трехфазная сеть переменного тока постоянной частоты 1, а один вход соединен с положительной шиной сети постоянного тока 2, причем подключение производят к силовому выходу реле включения сети постоянного тока 5. Корпус устройства питания является шиной низкого потенциала. Пороговый элемент имеет два выхода. Первый выход порогового элемента 4 соединен с управляющим входом контактора 3, по которому подается сигнал на его переключение, а второй выход

соединен с входами блоков управления низковольтным и высоковольтным инверторами 16 и 24, по которым подается сигнал на включение инвертора в целом. Пороговый элемент 4 осуществляет сравнение напряжений на входе и по результатам сравнения вырабатывает сигналы переключения контактора 3 и включения-отключения блоков управления

5 низковольтным 16 и высоковольтным 24 инверторами.

При наличии сигнала включения электродвигателя насоса, постоянного напряжения на входе устройства питания и отсутствии переменного трехфазного напряжения постоянной частоты пороговый элемент выдает сигнал включения на блоки управления низковольтным 16 и высоковольтным 24 инверторами. Блоки 16 и 24 производят поочередное по

10 определенному алгоритму, причем своему для каждого инвертора, включение и отключение управляющих входов транзисторов (затворов) низковольтных и высоковольтных блоков транзисторов 17 и 25, чем обеспечивается преобразование постоянного тока в переменный переменной частоты и напряжения.

При наличии сигнала включения электродвигателя насоса, постоянного напряжения на входе устройства питания и переменного трехфазного напряжения постоянной частоты заданного качества пороговый элемент по результатам сравнения выдает в линию 11

15 сигнал переключения на управляющий вход контактора 3, не выдавая в линию 12 сигнала включения блоков управления инверторами 16 и 24. При этом питание фазных обмоток асинхронного электродвигателя осуществляется от сети трехфазного переменного тока

20 постоянной частоты.

При наличии сигнала включения электродвигателя насоса, постоянного напряжения на входе устройства питания и сниженного до определенной величины переменного трехфазного напряжения постоянной частоты в одной фазе или во всех фазах сразу пороговый элемент не выдает в линию 11 сигнал переключения на управляющий вход

25 контактора 3 и выдает в линию 12 сигнал включения на блоки управления низковольтным и высоковольтным инверторами 16 и 24. Питание фазных обмоток асинхронного электродвигателя при этом осуществляется от сети постоянного тока через низковольтный инвертор 7, блок повышения напряжения, выпрямления и фильтрации 8 и высоковольтный инвертор 9, который создает трехфазную сеть переменного тока переменной частоты 10.

В целом устройство питания асинхронного двигателя работает следующим образом (фиг.1). На входы устройства питания асинхронного электродвигателя 40 подается постоянное номинальное напряжение 27 В от аккумуляторных батарей по шине 2 системы электроснабжения постоянного тока и переменное трехфазное 200 В, 400 Гц постоянной частоты по шине 1 системы электроснабжения трехфазного переменного тока. При наличии

35 сигнала включения электродвигателя насоса, поступающего на управляющий вход реле включения сети постоянного тока 5, реле замыкает контакты К2 и подключает к сети постоянного тока инвертор 6 и вход порогового элемента 4. Напряжение от сети 1 трехфазного переменного тока постоянной частоты поступает на другие три входа контактора 3, а также на три входа порогового элемента 4. При отсутствии сигнала

40 включения электродвигателя или постоянного напряжения три выхода контактора 3, соединенных с тремя выходами устройства питания 13, к которым подключены фазные обмотки асинхронного электродвигателя, замкнуты на трехфазную сеть 10, создаваемую высоковольтным инвертором 9. Таким образом, выходы устройства питания 13 контактором 3 включены на высоковольтный инвертор 9, который подключен к трем входам

45 контактора.

При наличии сигнала включения электродвигателя насоса, постоянного напряжения на входе устройства питания и переменного трехфазного напряжения постоянной частоты требуемого качества пороговое устройство выдает в линию 11 сигнал на управляющий вход контактора 3, который соединяет выходы устройства питания 13 с входами 1, на

50 которые подается трехфазное переменное напряжение постоянной частоты, и фазные обмотки асинхронного электродвигателя получают питание от бортовой трехфазной сети переменного тока. Электродвигатель приводит в действие центробежный топливный насос, который осуществляет подачу топлива к двигателям самолета или его перекачку в другие

топливные баки для выравнивания массы крыльев летательного аппарата в зависимости от положения распределительных кранов топливной системы.

При наличии сигнала включения электродвигателя насоса, постоянного напряжения на входе устройства питания и при снижении переменного трехфазного напряжения

5 постоянной частоты в одной фазе, либо во всех сразу ниже допустимого предела на время более заданного, пороговый элемент выдает по линии 11 на управляющий вход контактора 3 сигнал переключения и по линии 12 выдает сигнал включения на управляющие входы

10 блоков управления низковольтным и высоковольтным инверторами 16 и 24. По сигналу со второго выхода порогового элемента происходит включение блоков управления 16 и 24 инверторами соответственно. Контактор 3 отключает от выходов устройства питания 13 трехфазную сеть переменного тока постоянной частоты и подключает выходы устройства

15 питания 13 на выходы 10 высоковольтного инвертора 9. Постоянный ток из сети 2 преобразуется в трехфазный переменный, у которого значение отношения напряжения к частоте остается постоянным, подается на входы контактора 3, и далее, через

15 контактную группу, на выходы устройства питания асинхронного двигателя 13, обеспечивая тем самым непрерывную работу топливных насосов. Аналогичным образом работает устройство питания и при полном исчезновении трехфазного переменного напряжения постоянной частоты в сети 1.

При восстановлении напряжения в сети переменного трехфазного тока постоянной

20 частоты 1 в заданных пределах пороговый элемент 4 выдает сигнал переключения на управляющий вход контактора 3 и сигнал выключения блоков управления низковольтным и высоковольтным инверторами 16 и 24. Контактор 3 переключает выходы устройства

25 питания 13 на входы устройства питания по переменному току, куда подается трехфазное переменное напряжение постоянной частоты, и подключает фазные обмотки асинхронного двигателя к бортовой трехфазной сети переменного тока 200 В, 400 Гц. Одновременно

30 происходит отключение блоков управления низковольтным и высоковольтным инверторами и, таким образом, полностью выключается инвертор, прекращая преобразование постоянного тока в переменный трехфазный с постоянным отношением величины

35 напряжения к частоте.

Встроенная в инвертор 6 система автоматического регулирования обеспечивает

30 ограничение тока, потребляемого из сети постоянного тока, ограничение напряжения на выходе инвертора, а также поддержание напряжения на выходе высоковольтного инвертора на заданном уровне так, что сохраняется постоянство отношения величины

35 напряжения к частоте. Такое соотношение величин напряжения и частоты обеспечивает максимальный КПД асинхронного двигателя. Ограничение потребляемого от сети тока заданным уровнем благоприятно сказывается на работе других бортовых систем в аварийном режиме, поскольку количество энергии для обеспечения функционирования систем летательного аппарата ограничено.

Система автоматического регулирования инвертора 6 работает следующим образом. По

40 сигналам порогового элемента контактора переключает фазные обмотки асинхронного электродвигателя насоса на питание от трехфазной сети, создаваемой инвертором 6, и включает блоки управления низковольтным и высоковольтным инверторами 16 и 24. Сигнал от датчика тока 14 поступает на формирователь закона управления 15, который

45 измеряет отклонение значения величины тока, потребляемого инвертором 6 от заданного, и по отклонению формирует сигнал регулирующего воздействия. Формирование сигнала осуществляется путем широтно-импульсной модуляции. Преобразование аналогового сигнала отклонения тока в широтно-импульсно-модулированный сигнал происходит таким

50 образом, что скважность импульсного напряжения является функцией величины тока потребляемого из сети постоянного тока 2. На выходе формирователя закона управления низковольтным инвертором 15 формируется сигнал, который подают на первый вход блока

управления низковольтным инвертором 16. На второй его вход подается сигнал с порогового устройства 4 на включение блока управления. Условия появления сигнала описаны выше. При наличии этого сигнала инвертор включается, а в отсутствие -

выключается. Блок управления 16 осуществляет непосредственное управление ключевыми элементами блока транзисторов VT1...VT4, соединенных по однофазной мостовой схеме 17. Переменное напряжение с диагонали моста блока транзисторов, соединенных по однофазной мостовой схеме 17, низковольтного инвертора 7 поступает на повышающий трансформатор 18, где повышается на вторичной обмотке, далее преобразуется в постоянное с помощью полупроводникового выпрямителя 19 и фильтруется сглаживающим индуктивно-емкостным фильтром 20, 21. На фильтре происходит подавление переменной составляющей выпрямленного напряжения. С выхода фильтра снимают высокое постоянное напряжение, которое подают на вход блока транзисторов высоковольтного инвертора, соединенных по трехфазной мостовой схеме, входы датчика напряжения 23 и вход формирователя закона управления высоковольтным инвертором 22. Блок 22, подключенный параллельно входам блока транзисторов, соединенных по трехфазной мостовой схеме 25, выдает периодический сигнал, частота которого пропорциональна значению напряжения на его входе, т.е. скважность импульсного напряжения на выходе формирователя закона управления 22, который является по сути широтно-импульсным модулятором, связана с величиной входного напряжения линейной зависимостью. Выход формирователя закона управления высоковольтным инвертором соединен с первым входом блока управления высоковольтным инвертором 24, который формирует сигналы включения транзисторов VT5...VT10, соединенных по трехфазной мостовой схеме 25. Частота управляющих сигналов и частота переменного напряжения, генерируемая высоковольтным инвертором, пропорциональны величине напряжения на выходе фильтра 20, 21. На второй вход блока управления высоковольтным инвертором подается описанный выше сигнал с порогового устройства, включающий высоковольтный инвертор, аналогично низковольтному.

Высоковольтный трехфазный инвертор 9 (фиг.1) преобразует поступающее на его вход постоянное высокое напряжение в трехфазное переменное, величина которого линейно зависит от скважности. При уменьшении напряжения на входе низковольтного инвертора происходит также снижение напряжения на входе высоковольтного, причем снижение носит не прямо пропорциональный характер. При снижении напряжения на входе высоковольтного инвертора уменьшается частота выходного напряжения, однако отношение величины напряжения к частоте остается постоянным.

Вместе с тем, при снижении напряжения в сети постоянного тока при включенном инверторе система регулирования инвертора ограничивает потребляемый постоянный ток, что в свою очередь вызывает снижение напряжения на входе высоковольтного инвертора. Причем для любого значения напряжения отбирается максимально возможный ток, но не больше заданного значения. Это позволяет обеспечить нормальную работу асинхронного двигателя и сохранить работоспособность системы передачи топлива летательного аппарата. Таким образом, сигнал с датчика тока 14 вызывает изменение напряжения низковольтного инвертора, которое зависит от величины тока.

Низковольтный инвертор 7 регулируется и по сигналу от датчика напряжения, который измеряет напряжение на входе высоковольтного инвертора и подает его на формирователь закона управления низковольтным инвертором. Так при достижении величины выходного напряжения низковольтного инвертора более заданной величины формирователь закона управления низковольтным инвертором 15 уменьшает скважность импульсного напряжения, подаваемого на блок управления низковольтным инвертором 16, чем достигается снижение напряжения на выходе низковольтного инвертора и ограничение энергопотребления из сети постоянного тока. И поскольку величина выходного напряжения высоковольтного инвертора зависит от величины входного, то оказывается, что напряжение высоковольтного инвертора зависит от величины тока и напряжения на входе низковольтного инвертора, причем при отсутствии ограничений по току и напряжению зависимость носит линейный характер. А изменение частоты переменного тока на выходе в зависимости от величины напряжения на входе высоковольтного инвертора 9 обеспечивает постоянство вращающего момента на валу асинхронного электродвигателя.

При таких условиях вне зависимости от изменений величин входящего постоянного тока и напряжения асинхронный двигатель сохраняет свою работоспособность и тем самым обеспечивает нормальное функционирование системы передачи топлива летательного аппарата.

5 Достоинством заявляемого устройства является и то, что обеспечивается применение в качестве аварийного двигателя того же двигателя, что и при обычном режиме работы. Поскольку двигатель постоянно работает, то постоянно в процессе функционирования осуществляется контроль его состояния, чего нельзя производить с резервным двигателем постоянного тока, контроль функционирования которого возможен только при выполнении
10 специальных операций. Также исчезают недостатки, вызванные применением самой конструкции коллекторного двигателя постоянного тока. Отсутствие щеточно-коллекторного узла повышает надежность работы системы, так как не требуется дополнительной его изоляции.

Исключение из конструкции системы передачи топлива коллекторного электродвигателя
15 за счет применения заявляемого устройства питания не требует при изготовлении дополнительных мест для размещения резервных электродвигателей и в целом снижает общую массу привода, что позволяет сократить расход топлива в течение срока эксплуатации летательного аппарата.

Использование только асинхронного привода в качестве рабочего и резервного
20 повышает унификацию изделия. Также более рациональным становится использование ресурса двигателя, так как он постоянно работает. При выходе в ремонт летательного аппарата снятие ресурса работы привода асинхронного центробежного насоса оказывается более полным. Повышается и ремонтпригодность привода. Так при выполнении регламентных работ не требуется дополнительной проверки щеточно-коллекторного узла,
25 как у двигателей постоянного тока. Это преимущество тем значимее, чем в более труднодоступных местах приходится размещать резервные топливные насосы.

Экспериментальные исследования, кроме того, показывают, что даже при переходе системы перекачки топлива в аварийный режим работы, когда питание осуществляется от
30 сети постоянного тока, создаваемой аккумуляторными батареями, насосная установка с прелагаемым устройством питания и асинхронным приводом насосов обеспечивает более высокие значения избыточного давления жидкости, чем привод с коллекторным двигателем. При росте избыточного давления жидкости на выходе насоса в 1,5...2,0 раза величина энергии, потребляемой приводом, возрастает на 10-15%. Таким образом, заявляемое устройство питания асинхронного электродвигателя привода топливного
35 насоса летательного аппарата позволяет избежать недостатков прототипа - высокой массы системы, низкой ремонтпригодности, сложной компоновки системы перекачки топлива, низкого ресурса использования резервных насосов при полном использовании ресурса летательного аппарата.

Необходимость применения описанного устройства питания асинхронного
40 электродвигателя привода топливного насоса системы перекачки топлива связана прежде всего с повышением надежности работы систем летательного аппарата и снижением полетной массы изделия. В целом заявляемое устройство питания асинхронного электродвигателя привода топливного насоса повышает надежность работы системы подачи топлива летательного аппарата, снижает общую массу применяемого
45 оборудования, унифицирует топливные насосы, упрощает технологию ремонта насосной установки и проведения регламентных работ, обеспечивает более полное снятие ресурса топливного насоса, а также исключает из конструкции системы передачи топлива привод насосной установки с коллекторным двигателем, обеспечивая упрощение конструкции топливных баков. Использование заявляемого устройства питания обеспечивает
50 сохранение производительности насосов при ограничении потребляемой электрической энергии в аварийном режиме.

Литература

1. Князев В.Н., Полищук Е.К. Оборудование самолетов. М., Госиздат Оборонной

промышленности., 1952 г., стр.122-125. Электронасос, коллекторная машина последовательного возбуждения.

2. Константинов В.Д. Авиационное оборудование и его эксплуатация. М., изд. ВИА им. Жуковского, стр.182-183. Коллекторная машина независимого возбуждения и асинхронный двигатель.

3. Решетов С.А., Кононов С.П., Максимов Н.В. и др. Электрооборудование воздушных судов. Под ред. Решетова С.А., М., Транспорт, 1991 г., 319 с.

4. Сандлер А.С., Сарбатов Р.С. Автоматическое частотное управление асинхронными двигателями. М., Энергия, 1974 г., 328 с.

5. Кацман М.М. Электрические машины. Изд. 3-е испр., М., Высшая школа, 2001, 463 с.

Формула изобретения

Устройство питания асинхронного электродвигателя, имеющее шесть входов и три выхода, так что на три входа подают трехфазное переменное напряжение постоянной частоты, на два входа подают напряжение постоянного тока, на один вход подают сигнал включения электродвигателя, а три выхода соединяют с фазными обмотками асинхронного электродвигателя насоса, состоящее из контактора, имеющего шесть силовых и один управляющий вход и три силовых выхода, порогового элемента, имеющего четыре входа и два выхода, реле включения сети постоянного тока, имеющего один силовой вход, один силовой выход и один управляющий вход, датчика тока, имеющего один силовой вход, один силовой выход и один измерительный выход, датчика напряжения, имеющего два входа и один выход, формирователя закона управления низковольтным инвертором, имеющего два входа и один выход, блока управления низковольтным инвертором, имеющего два входа и четыре выхода, блока низковольтных транзисторов, соединенных по однофазной мостовой схеме, имеющего два силовых входа, два силовых выхода и четыре управляющих входа, преобразующего постоянный ток в однофазный переменный, повышающего трансформатора, полупроводникового выпрямителя, индуктивно-емкостного фильтра, имеющих по два силовых входа и два силовых выхода, соединенных последовательно, формирователя закона управления высоковольтным инвертором, имеющего два входа и один выход, блока управления высоковольтным инвертором, имеющего два входа и шесть выходов, блока транзисторов соединенных по трехфазной мостовой схеме, имеющего два силовых входа, три силовых выхода и шесть управляющих входов, преобразующего постоянный ток в трехфазный переменный с постоянным значением отношения напряжения к частоте, при этом шесть силовых входов контактора соединены с тремя входами устройства питания, на которые подают переменное напряжение постоянной частоты, и тремя выходами блока высоковольтных транзисторов, соединенных по трехфазной мостовой схеме, так что переключение между этими группами выполняют по сигналу от порогового элемента, один выход которого соединен с управляющим входом контактора, а второй выход с блоками управления низковольтным и высоковольтным инверторами, четыре входа порогового устройства соединены с тремя входами устройства питания, на которые подают переменное напряжение постоянной частоты, а один с силовым выходом реле включения сети постоянного тока, вход устройства питания, на который подают сигнал включения электродвигателя, соединен с управляющим входом реле включения сети постоянного тока, которое замыкает положительный вход постоянного тока с входом датчика тока, выход которого соединен с первым входом формирователя закона управления низковольтным инвертором, второй вход которого соединен с выходом датчика напряжения, выход формирователя закона управления низковольтным инвертором соединен с входом блока управления низковольтным инвертором, а четыре выхода последнего с управляющими входами блока низковольтных транзисторов, соединенных по однофазной мостовой схеме, один силовой вход которого соединен с выходом датчика тока, а второй - с входом устройства питания по постоянному току с шиной низкого потенциала, которую выполняет корпус, а его выходы соединены с первичной обмоткой повышающего трансформатора, вторичная

обмотка которого соединена с полупроводниковым выпрямительным мостом, выходы которого соединены с входами индуктивно-емкостного фильтра, а выходы последнего с силовыми входами блока высоковольтных транзисторов, соединенных по трехфазной мостовой схеме, входами датчика напряжения и входами формирователя закона
5 управления высоковольтным инвертором, формирующего управляющий сигнал, при котором значение отношения частоты к напряжению остается постоянным, и выход которого соединен с одним входом блока управления высоковольтным инвертором, а шесть выходов блока управления высоковольтным инвертором соединены с шестью управляющими входами блока высоковольтных транзисторов, соединенных по трехфазной
10 мостовой схеме, а три силовых выхода контактора соединены с выходами устройства питания асинхронного электродвигателя.

15

20

25

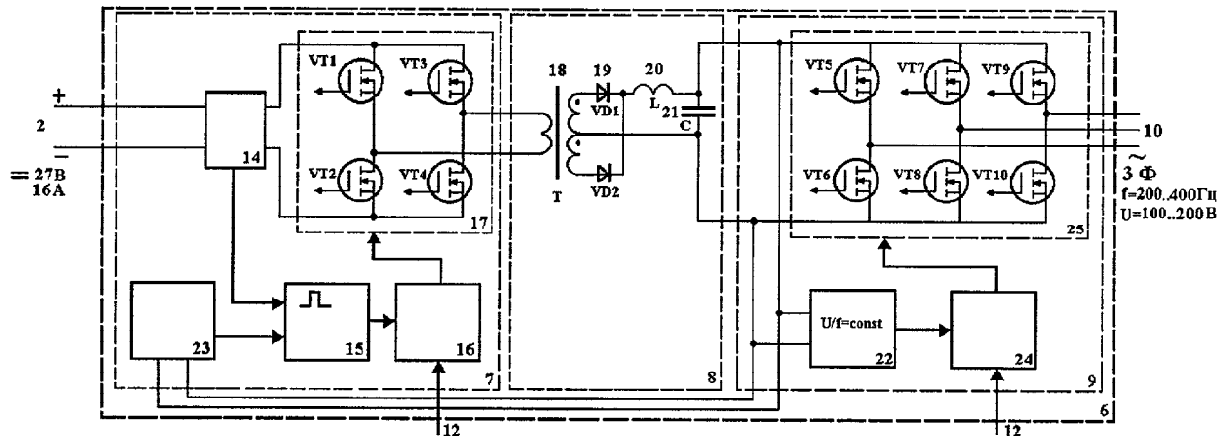
30

35

40

45

50



Фиг.2