

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038845**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.10.27

(51) Int. Cl. **F24D 13/02** (2006.01)
H02M 7/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
201700439

(22) Дата подачи заявки
2017.09.14

(54) **СИСТЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТОПЛЕНИЯ (ЕЁ ВАРИАНТЫ)**

(43) **2019.03.29**

(56) EA-B1-12089
US-A1-4439666
WO-A1-1985002514
US-A1-4309999
WO-A1-2013188440

(96) **2017000085 (RU) 2017.09.14**
(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**ХАБУЗОВ ВАСИЛИЙ АРСЕНЬЕВИЧ
(RU)**

(74) Представитель:
Корчемная Л.М. (RU)

(57) Изобретение относится к системам электрического отопления, питающимся от сети переменного тока (1) частотой 50-1000 Гц, в которых в качестве тепловыделяющих элементов используют нагревательные элементы (2) резистивного типа. В заявляемой системе электрического отопления устройство защиты от поражения электрическим током (3), выполненное на базе безопасного разделительного трансформатора (4), дополнительно снабжено генератором (5), последовательно подключенным между цепью питающей сети переменного тока (1) и безопасным разделительным трансформатором (4), при этом рабочая частота генератора (5) подобрана таким образом, чтобы частотный спектр сигнала акустического излучения, издаваемого безопасным разделительным трансформатором (4), находился за пределами слышимости органами слуха человека и/или животного. Заявляемое изобретение позволяет создавать современные малогабаритные электробезопасные, энергоэффективные, бесшумные отопительные системы повышенной комфортности.

B1

038845

038845

B1

Заявляемое изобретение относится к системам электрического отопления, питающимся от сети переменного тока частотой 50-60 Гц, или 400 Гц, или 1000 Гц, в которых в качестве тепловыделяющих элементов используют нагревательные элементы резистивного типа, например, пленочные двухмерные нагревательные элементы на основе углеродного волокна, токопроводящих плёнок, нагревательные кабели, нагревательные сетки и ткани, ленточные, стержневые или проволоочные нагреватели, нагревающие элементы на базе токопроводящих жидкостей, нагревающие элементы, специально предназначенные для обогрева прозрачных или отражающих поверхностей, например, окон, ветровых стекол, зеркал.

Заявляемое изобретение позволяет создавать современные электробезопасные, энергоэффективные, бесшумные отопительные системы повышенной комфортности для жилых, общественных, промышленных помещений, транспортных средств, объектов сельскохозяйственного назначения, например, теплиц, помещений для содержания животных, складских помещений, для объектов уличного и садово-паркового назначения, например, отапливаемых дорожек, тротуаров, ступенек, скамеек, проезжей части дорог, для систем снеготаяния и антиобледенительных систем, например, крыши и козырьков зданий, для обычной и специальной одежды с подогревом, для постельных принадлежностей, например, электропледов, электроодеял, для предметов санитарно-гигиенического назначения, например, унитазов и биде с подогревом.

В настоящее время для большинства систем электрического отопления основным источником электроэнергии является промышленная сеть переменного тока частотой 50/60 Гц с номинальным рабочим напряжением в диапазоне 110-420 В, а для автономных объектов с локальной электросистемой (самолеты, суда, иные транспортные средства) источником энергии для электрического отопления является сеть переменного тока с частотой от 400-1000 Гц с номинальным рабочим напряжением сотни вольт. Контакт пользователя с токоведущими частями отопительных систем, питающихся от таких источников энергии, несёт опасность поражения электрическим током.

Из уровня техники известны способы защиты пользователя от поражения током в электрических устройствах, в том числе, в системах электрического отопления.

В ГОСТ Р МЭК 335-1-94 "Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов" в качестве средства защиты от поражения электрическим током предусматривается использование основной изоляции, двойной или усиленной изоляции токоведущих частей, организация заземляющего контура, то есть окружение токоведущих цепей устройств токопроводящим заземлённым экраном, который предотвращает прямой контакт пользователя с токоведущими частями.

Согласно указанному ГОСТу безопасной считается электрическая цепь с действующим значением напряжения менее 42,4 В, которое определяется международными стандартами как "безопасное сверхнизкое напряжение".

Универсальным и надежным способом обеспечения электробезопасности, вне зависимости от мер предпринимаемых по электроизоляции токоведущих частей с помощью электроизоляционных материалов и конструкций, является введение в состав систем электроотопления специализированного устройства - функционального элемента, понижающего значение рабочего напряжения нагревательных элементов до безопасного уровня, например 12, 24, 36 или 42,4 В и, что особенно важно, обеспечивающего гальваническое разделение электрических цепей питающей промышленной сети, или локальных питающих электросетей и тепловыделяющих элементов.

Таким функциональным элементом, представляющим собой устройство защиты от поражения электрическим током, является безопасный разделительный трансформатор, который понижает действующее напряжение электрических цепей нагрузки до безопасного сверхнизкого уровня, а также обеспечивает гальваническую развязку между цепью питающей электросети и электрическими цепями нагрузки. В специальной литературе "безопасный разделительный трансформатор" часто называют также "безопасный изолирующий трансформатор" или "безопасный понижающий трансформатор".

В ГОСТе Р МЭК 335-1-94 "Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов" такой трансформатор определён как "безопасный разделительный трансформатор", то есть трансформатор, входная обмотка которого электрически отделена от выходной обмотки изоляцией, эквивалентной, по крайней мере, двойной или усиленной изоляции, и который предназначен для питания прибора или его цепей безопасным сверхнизким напряжением.

Из уровня техники известна система электрического отопления помещения, а именно, предназначенная для использования в тёплых полах с напряжением питания 220 В переменного тока, частотой 50-60 Гц, в которой в качестве тепловыделяющего резистивного нагревательного элемента используется инфракрасная плёнка Heat Plus толщиной 0,5 мм производства южно-корейской компании Seggi Century Co. Ltd, которая содержит восемь слоёв, нанесённых на карбоновую токопроводящую основу (девятый слой), четыре из которых представляют собой усиленную двойную электроизоляцию токоведущих частей, являющуюся основным и единственным средством обеспечения электробезопасности отопительной системы (см. информацию на сайте в сети Интернет по адресу www.ec21.com).

Из уровня техники известна система электрического обогрева помещения, содержащий потолочный плёночный электронагреватель с резистивным тепловыделяющим элементом (патент на изобретение РФ №2389161, дата приоритета 03.10.2008, опубликовано 10.05.2010, патентообладатель ООО Завод "Рацио-

нальные отопительные системы"). В которой в качестве средств обеспечения электробезопасности используют электроизоляционные плёнки увеличенной толщины, которые дополнительно защищают электронагреватель от пробоя электрическим током при перегрузках сети и от механических повреждений резистивного излучающего элемента. Указанная система работает от питающей сети переменного тока со значением действующего напряжения 220 В.

Недостатком данной системы обогрева помещения, является то, что увеличение толщины слоев электроизоляции отрицательно сказывается на тепловой эффективности системы отопления в целом, за счёт низкой теплопроводности электроизоляционных материалов, препятствующих теплопередачи от защищенного ими резистивного компонента к поверхности тепловыделяющего элемента, что приводит к росту затрат электроэнергии на отопление.

Из уровня техники известна система электрического отопления с использованием в качестве резистивного тепловыделяющего элемента плёнки "HeatLife 220/M2" с заземлением, производства корейской компании "Ondolia Co., Ltd". Многослойная конструкция плёнки заземления приведена на сайте в сети Интернет по адресу <http://www.heatlife.ru/product-details/hl-220-m2/>, конструкция которой запатентована в Южной Корее совместно с Корейским Институтом "Индустриальных технологий", заявка на изобретение KR20100087907, опубликована 06.08.2010.

Указанная отопительная плёнка с заземлением 220/M2 используется для полноценного единственного отопления помещений, в том числе, во влажных помещениях (душевых, бассейнах, банях). В качестве дополнительного средства обеспечения электробезопасности отопительной системы используются дополнительные токопроводящие слои заземления, расположенные сверху и снизу изолирующих слоёв нагревательного резистивного элемента.

Дополнительный токопроводящий слой заземления собирает статическое электричество и утечки тока с поверхности плёнки, а отдельная медная шина собирает их, чтобы скинуть на контур заземления.

Из уровня техники известна система электрического отопления помещения или салонов транспортных средств по патенту РФ на полезную модель № 7729, дата приоритета 20.11.1997, опубликованная 16.09.1998, содержащая напольное обогревательное устройство, выполненное в виде токопроводящей пластины из бумаги на основе дискретного углеродного волокна, облицованной с обеих сторон полиамидным стеклопластиком, уложенные на теплоизолирующий материал, поверх которых нанесен слой напольного покрытия (кафель, ламинат).

Указанная система отопления подключается к питающей электросети переменного тока с напряжением 220В частотой 50-60 Гц непосредственно или через безопасный разделительный трансформатор.

В данной полезной модели используют два средства обеспечения электробезопасности в виде усиленной электроизоляции токопроводящих цепей, а также предусматривается возможность подключения резистивного нагревательного элемента к электросети через безопасный разделительный трансформатор, работающий на частоте питающей сети, который обеспечивает понижение питающего напряжения до безопасного уровня.

Недостатком данной системы электроотопления является акустический шум работающего безопасного разделительного трансформатора.

Из уровня техники известна система электрического отопления помещения с использованием безопасного низкого напряжения не более 30 В, международная заявка на изобретение PCT/KR 2003/002750, дата приоритета 16.12.2002, дата международной подачи заявки 16.12.2003, дата международной публикации WO 2004/056155 от 01.07.2004, выбранная за прототип.

Данная система отопления питается от промышленной сети переменного тока с напряжением 110В/220В частотой 50-60 Гц, электробезопасность системы обеспечивается использованием безопасного разделительного трансформатора, обеспечивающего понижение питающего напряжения до безопасного уровня, а также гальваническое разделение цепи питающей электросети и цепи резистивного тепловыделяющего элемента.

В указанной системе безопасный разделительный трансформатор работает на частоте питающей сети, то есть на частоте 50-60 Гц - такой трансформатор является низкочастотным.

Однако, использование в качестве средства обеспечения электробезопасности электроотопительной системы низкочастотного трансформатора, работающего на частоте промышленной сети 50/60 Гц, имеет недостатки, которые сдерживают рост объёма применения энергоэффективных отопительных систем с резистивными нагревательными элементами, особенно пленочного двухмерного типа, особенно для жилых помещений.

Из уровня техники известно (ГОСТ 12.2.024-87 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Трансформаторы силовые масляные. Нормы и методы контроля), что низкочастотные трансформаторы во время работы создают вибрации и излучают акустический шум на частотах кратных частоте питающей сети 50/60 Гц.

В прототипе акустические колебания, излучаемые низкочастотным безопасным разделительным трансформатором, работающим на частоте от 50-60 Гц, являются следствием возникающих в нем механических колебаний обмоток и магнитострикции сердечника под действием знакопеременного магнитного поля, создаваемого обмотками трансформатора при прохождении через них знакопеременного тока.

При прочих равных условиях (частота, напряжение, температура), мощность акустического излучения (шума), издаваемого трансформатором при работе, пропорциональна мощности трансформатора. Чем больше мощность трансформатора, тем больше его масса и габариты, а также производимое им акустическое излучение (шум).

Поскольку системы отопления характеризуются достаточно большой мощностью энергопотребления, в них используются низкочастотные трансформаторы значительных габаритов и массы, которые производят постоянный акустический шум при работе.

Дополнительные мероприятия по шумо и виброизоляции низкочастотных трансформаторов, устанавливаемых в отапливаемых помещениях, повышают расходы на обустройство и эксплуатацию отопительной системы. Также существует аналогичная проблема интерьерного обустройства помещений, вызванная существенными габаритами и массой низкочастотных безопасных разделительных трансформаторов, поскольку в объеме отапливаемого помещения необходимо предусматривать значительные дополнительные объемы, или конструктивные элементы, или отдельные элементы мебели для размещения крупногабаритного низкочастотного безопасного разделительного трансформатора (см. видео "Система отопления Carbontec полы" на сайте в сети Интернет по адресу <http://carbontecrus.ru/>).

Частота акустического излучения трансформаторов, работающих на частоте промышленной сети 50/60 Гц, лежит в частотной области хорошо слышимой человеком или животным. Постоянное нахождение человека или животного в отапливаемом помещении, в котором постоянно слышен монотонный шум гудящего трансформатора, нарушает условия акустического комфорта пребывания в таких помещениях.

Если низкочастотный безопасный разделительный трансформатор устанавливается вне отапливаемого помещения с целью уменьшения слышимости издаваемого им акустического шума, это полностью не решает проблему шума, поскольку имеет место передача вибраций (шума) через элементы строительных конструкций зданий. При этом, возникает другая проблема, а именно, проблема снижения энергоэффективности отопительной системы, возникающая по следующим причинам.

Во-первых, значение коэффициента полезного действия (КПД) низкочастотных безопасных разделительных трансформаторов, используемых в качестве устройства обеспечения электробезопасности отопительных систем, составляет не более 94-96%.

Вынос трансформатора за пределы отапливаемого помещения означает, что тепловые потери трансформатора будут рассеиваться вне объема отапливаемого помещения, соответственно, энергоэффективность системы отопления будет как минимум на 4-6% ниже по сравнению с установкой безопасного разделительного трансформатора непосредственно в отапливаемом помещении.

Во вторых, использование безопасных сверхнизких значений напряжения для питания резистивных тепловыделяющих элементов, требует пропорционального увеличения силы тока, текущего в цепи нагревательных элементов, для сохранения выделяемой тепловой мощности отопительной системой. Увеличение значения тока, текущего в цепи тепловыделяющих резистивных элементов, требует увеличения сечения подводящих проводов.

Кроме того, увеличение длины подводящих проводов, за счёт удаленной установки трансформатора дополнительно снижает энергоэффективность системы отопления из-за дополнительных непродуктивных омических потерь в проводах и увеличивает трудоемкость и материалоёмкость монтажа системы отопления и, соответственно, увеличивает стоимость системы отопления и стоимость её эксплуатации.

Задачей заявляемого изобретения является создание бесшумной, электробезопасной и энергоэффективной системы электрического отопления.

Поставленная задача решается тем, что в первом варианте системы электрического отопления, питающейся от сети переменного тока частотой в диапазоне 50-1000 Гц, содержащей, по меньшей мере, один резистивный нагревательный элемент и устройство защиты от поражения электрическим током, последовательно включенное между цепью питающей сети переменного тока и резистивным нагревательным элементом, выполненное на базе, по меньшей мере, одного безопасного разделительного трансформатора, устройство защиты от поражения электрическим током дополнительно снабжено генератором, последовательно включенным между цепью питающей сети переменного тока и безопасным разделительным трансформатором, при этом вход генератора подключен к питающей сети переменного тока, выход генератора подключен к первичной обмотке безопасного разделительного трансформатора, а выходная обмотка безопасного разделительного трансформатора подключена к резистивному нагревательному элементу, при этом рабочая частота генератора подобрана таким образом, чтобы частотный спектр сигнала акустического излучения, издаваемого безопасным разделительным трансформатором, находился за пределами слышимости органами слуха человека и/или животного.

Во втором варианте исполнения система электрического отопления, питающейся от сети переменного тока частотой в диапазоне 50-1000 Гц, содержащей, по меньшей мере, один резистивный нагревательный элемент и устройство защиты от поражения электрическим током, последовательно включенное между цепью питающей электросети и резистивным нагревательным элементом, выполненное на базе, по меньшей мере, одного безопасного разделительного трансформатора, устройство защиты от поражения электрическим током дополнительно снабжено генератором, последовательно включенным между цепью питающей электросети и безопасным разделительным трансформатором и по меньшей мере од-

ним выходным выпрямителем, последовательно подключенным между безопасным разделительным трансформатором и резистивным нагревательным элементом, при этом вход генератора подключен к питающей сети переменного тока, выход генератора подключен к первичной обмотке безопасного разделительного трансформатора, выходная обмотка безопасного разделительного трансформатора подключена ко входу выходного выпрямителя, а выход выходного выпрямителя подключен к резистивному нагревательному элементу, при этом рабочая частота генератора подобрана таким образом, чтобы частотный спектр сигнала акустического излучения, издаваемого безопасным разделительным трансформатором, находился за пределами слышимости органами слуха человека и/или животного.

В третьем варианте исполнения система электрического отопления, питающейся от сети переменного тока частотой в диапазоне 50-1000 Гц, содержащей по меньшей мере один резистивный нагревательный элемент и устройство защиты от поражения электрическим током, последовательно включенное между цепью питающей электросети и резистивным нагревательным элементом, выполненное на базе, по меньшей мере, одного безопасного разделительного трансформатора, устройство защиты от поражения электрическим током дополнительно снабжено генератором, последовательно включенным между цепью питающей электросети и безопасным разделительным трансформатором, и последовательно включенными между безопасным разделительным трансформатором и резистивным нагревательным элементом, по меньшей мере, одним выходным выпрямителем и по меньшей мере одним блоком переполюсовки выходного напряжения выходного выпрямителя, при этом вход генератора подключен к питающей сети переменного тока, выход генератора подключен к первичной обмотке безопасного разделительного трансформатора, выходная обмотка безопасного разделительного трансформатора подключена ко входу выходного выпрямителя, выход которого подключен ко входу блока переполюсовки выходного напряжения выходного выпрямителя, выход которого подключен к резистивному нагревательному элементу, при этом рабочая частота генератора подобрана таким образом, чтобы частотный спектр сигнала акустического излучения, издаваемого безопасным разделительным трансформатором, находился за пределами слышимости органами слуха человека и/или животного.

Устройство защиты от поражения электрическим током во всех вариантах изобретения может быть конструктивно полностью или частично выполнено в виде предмета интерьерного обустройства помещения, например, картины.

Общеизвестно, что наиболее теплоэффективной и экономичной в эксплуатации с точки зрения минимизации затрат на отопление помещения, является система электрического отопления, в которой в качестве резистивного тепловыделяющего элемента, используются нагревательный элемент двухмерного пленочного типа с минимальным количеством и толщиной защитных слоёв, обеспечивающих электробезопасность и механическую защиту токоведущих частей нагревательных элементов.

Однако, уменьшая количество и толщину защитных слоёв тепловыделяющего элемента в борьбе за теплоэффективность и экономичность отопительной системы, возникает проблема обеспечения электробезопасности отопительной системы, питающейся от электроопасных промышленных и коммерческих сетей переменного тока частотой 50-1000 Гц.

Одним из способов сохранить теплоэффективность, экономичность электрической отопительной системы при обеспечении требуемых норм её электробезопасности, является применение безопасного разделительного трансформатора. Установка безопасного разделительного трансформатора в отапливаемом помещении наиболее рациональна с точки зрения повышения тепловой эффективности за счёт использования на отопление помещения тепла, выделяемого трансформатором при его работе.

В качестве средства обеспечения электробезопасности отопительной системы в настоящее время повсеместно находят применение низкочастотные трансформаторы, работающие от коммерческой, промышленной питающей электросети переменного тока частотой 50-1000 Гц.

Низкочастотные трансформаторы органически сочетают в себе простоту конструкции с функциями редукации рабочего напряжения до безопасного уровня и гальванического разделения цепей питающей сети и цепей тепловыделяющих элементов. К достоинствам низкочастотных трансформаторов следует отнести то, что на выходе трансформатора присутствует переменный ток, который можно непосредственно подавать на тепловыделяющие элементы. Работа электрических цепей нагревательных элементов на переменном токе, в отличие от их работы на постоянном токе, значительно снижает скорость электрохимической коррозии токоведущих составляющих цепи тепловыделяющих элементов и способствует повышению эксплуатационной надежности системы отопления, особенно при работе в условиях повышенной влажности.

Однако, низкочастотные трансформаторы, устанавливаемые в отапливаемом помещении для обеспечения электробезопасности отопительной системы, работающие на частоте промышленной сети 50-1000 Гц, являются источниками постоянного, монотонного (с гармониками кратными частоте питающей сети) акустического излучения (шума), нарушающего условия комфортного пребывания человека и/или животного в отапливаемом помещении.

Амплитуда (громкость), издаваемого трансформатором акустического излучения пропорционально его массе и габаритам, то есть чем больше мощность, необходимая для отопления помещения, тем больше масса и габариты трансформатора, используемого для обеспечения электробезопасности, тем выше

интенсивность создаваемого им акустического излучения (шума).

Эффективным решением задачи сохранения акустического комфорта в отапливаемом помещении, в котором находится трансформатор, при одновременном сохранении высокой электробезопасности отопительной системы и её тепловой эффективности и, как следствие, её экономичности, является дополнительное снабжение устройства электробезопасности генератором, последовательно подключенным между цепью питающей электросети и безопасным разделительным трансформатором, рабочая частота которого подобрана таким образом, чтобы частотный спектр сигнала акустического излучения, издаваемого безопасным разделительным трансформатором, находился за пределами слышимости органами слуха человека и/или животного.

Генератор обеспечивает преобразованные частоты тока коммерческой, промышленной питающей электросети 50-1000 Гц в переменный ток, частота которого лежит за границами частотной области слышимости органами слуха человека и/или животного, например, частотой выше 20000 Гц.

Такой частотный электрический сигнал поступает на вход безопасного разделительного трансформатора, который начинает излучать акустический сигнал той же или кратной ей частоты, которые также будут находиться за пределами слышимости органами слуха человека и/или животного, обеспечивая таким образом акустический комфорт их пребывания в отапливаемом помещении, то есть безопасный разделительный трансформатор не будет издавать монотонный, раздражающий гул при его работе.

Первый вариант изобретения эффективен и целесообразен для использования в случаях, когда устройство обеспечения электробезопасности, содержащее безопасный разделительный трансформатор, находится в непосредственной близости от резистивного нагревающего элемента, то есть имеет с резистивным элементом короткие соединительные провода, обладающие низким значением собственной паразитной индуктивности, а сам резистивный нагревательный элемент является двухмерным пленочным нагревательным элементом, который также имеет низкое значение собственной паразитной индуктивности. Низкое значение собственной паразитной индуктивности соединительных проводов и резистивного нагревательного элемента позволяет беспрепятственно течь току высокой частоты более 1000 Гц, например, частотой 20000 Гц в цепи нагрузки.

Второй вариант изобретения, предназначен для случаев, когда безопасный разделительный трансформатор находится на значительном удалении от резистивного нагревательного элемента и соединительные провода между выходом безопасного разделительного трансформатора имеют большую протяженность, в силу чего, имеют повышенное значение собственной паразитной индуктивности, при этом, резистивный нагревательный элемент может быть выполнен двухмерным пленочным нагревательным элементом, имеющим низкую собственную паразитную индуктивность, или во втором случае, когда соединительные провода между выходом безопасного разделительного трансформатора имеют большую протяженность, в силу чего, имеют высокое значение паразитной индуктивности, а резистивный нагревательный элемент - кабельного, ленточного или катушечного типа, которые также имеют высокое значение собственной паразитной индуктивности.

Высокое значение индуктивной составляющей цепи нагрузки системы электрического отопления препятствует прохождению тока через нагревательный элемент. При этом из-за снижения значения проходящего через нагревательный элемент тока, падает уровень выделяемой тепловой мощности, при этом снижается теплоэффективность отопительной системы. Для того, чтобы компенсировать недостаточный нагрев резистивного теплонагревающего элемента в отопительных системах с высоким значением паразитной индуктивности и высоким значением частоты греющего переменного тока необходимо либо повысить значение напряжения в цепи нагрузки, что противоречит требованиям электробезопасности системы, либо перейти на питание нагревательного элемента выпрямленным (постоянным) током.

Для решения этой задачи необходимо включить последовательно между выходом безопасного разделительного трансформатора и цепью резистивного нагревательного элемента, по меньшей мере, один выпрямитель, который преобразует переменный ток с выхода безопасного разделительного трансформатора в выпрямленный (постоянный) ток, который поступает в цепь нагрузки.

При этом, значение индуктивной составляющей соединительных проводов и резистивного нагревательного элемента перестаёт иметь значение, поскольку известно, что наличие индуктивной составляющей в токопроводящей цепи не является препятствием для протекания выпрямленного (постоянного) тока.

Таким образом, конструкция второго варианта системы электрического отопления позволяет исключить ограничения по пространственному расположению устройства защиты от поражения электрическим током, работающего на высоких частотах (более 1000 Гц), и конструкции резистивных нагревательных элементов. При этом, сохраняется энергоэффективность отопительной системы за счёт возможности расположения устройства защиты от поражения током на базе безопасного разделительного трансформатора, а также токопроводящих цепей внутри отапливаемого помещения, и сохраняется акустический комфорт отопительной системы, за счёт бесшумной работы безопасного разделительного трансформатора.

Третий вариант изобретения, предназначен для случаев, когда система электрического отопления устанавливается во влажных помещениях. При размещении резистивных нагревательных элементов и

других токопроводящих цепей системы отопления в условиях повышенной влажности, например, в ванной комнате, балконе, бассейнах, садовых дорожках, теплицах, скотных дворах, фермах, при использовании в цепи нагрузки выпрямленного (постоянного) тока существует опасность ускоренного коррозионного электрохимического разрушения токоведущих цепей и элементов электрической отопительной системы, что приводит к разрушению электроизоляции токопроводящих цепей в местах коррозии, приводящему к преждевременному выходу из строя отопительной системы.

Эффективным способом борьбы с явлением электрохимической коррозии элементов электрических цепей отопительной системы является включение в состав отопительной системы блока переполюсовки выходного напряжения выходного выпрямителя, вход которого последовательно подключен к выходу выходного выпрямителя, а выход последовательно подключен к резистивному нагревательному элементу.

Блок переполюсовки позволяет осуществлять периодическое изменение полярности тока, текущего в цепи нагрузки, то есть обеспечивает работу цепей нагрузки на переменном токе. Периодическое изменение полярности тока с частотой несколько десятков или сотен Герц резко снижает скорость протекания электрохимических процессов в токопроводящих цепях и элементах отопительной системы, что повышает электробезопасность отопительной системы за счёт замедления процессов коррозии токоведущих цепей и замедления разрушения электроизоляционных слоёв токоведущих цепей и предупреждает преждевременный выход из строя отопительной системы и продлевает срок её эксплуатации.

Заявленное изобретение поясняется чертежами:

на фиг. 1 - структурная электрическая схема первого варианта заявляемой системы электрического отопления;

на фиг. 2 - структурная электрическая схема второго варианта заявляемой системы электрического отопления;

на фиг. 3 - структурная электрическая схема третьего варианта заявляемой системы электрического отопления.

Заявляемая по первому варианту исполнения система электрического отопления, питающаяся от сети переменного тока 1 частотой в диапазоне 50-1000 Гц, содержит, по меньшей мере, один резистивный нагревательный элемент 2 и устройство защиты от поражения электрическим током 3, последовательно включенное между цепью питающей сети переменного тока 1 и резистивным нагревательным элементом 2. Заявляемая система электрического отопления по первому варианту может работать от промышленной коммерческой сети переменного тока 50-60 Гц, а также от локальных автономных питающих сетей переменного тока частотой 400-1000 Гц неподвижных и подвижных объектов наземного, морского, подводного, воздушного, космического базирования.

В качестве резистивного нагревательного элемента 2 в заявляемой отопительной системе могут использоваться пленочные двухмерные нагревательные элементы на основе углеродного волокна, токопроводящих плёнок, нагревательные кабели, нагревательные сетки и ткани, ленточные, стержневые или проволочные нагреватели, нагревающие элементы на базе токопроводящих жидкостей, нагревающие элементы, специально предназначенные для обогрева прозрачных или отражающих поверхностей, например, окон, ветровых стекол, зеркал, а также любые иные нагревательные элементы, принцип действия которых основан на выделении тепла при прохождении электрического тока через проводник, имеющий электрическое сопротивление.

Устройство защиты от поражения электрическим током 3 выполнено на базе, по меньшей мере, одного безопасного разделительного трансформатора 4, который выполняет две основные функции: понижение питающего напряжения до безопасного сверхнизкого уровня значения напряжения, например, по европейским стандартам не более 42,4 В (ГОСТ МЭК 60335-1-2008) и не более 30 В по стандартам США, Канада, Япония и обеспечение гальванического разделения электрических цепей питающей промышленной коммерческой сети переменного тока, или локальных питающих электросетей и цепи нагрузки (тепловыделяющих резистивных элементов).

Для того чтобы обеспечить отсутствие акустического шума при работе ключевого элемента устройства защиты от поражения электрическим током 3, а именно, безопасного разделительного трансформатора 4, необходимо вывести за пределы слышимости органами слуха человека и/или животного частотный спектр сигнала акустического излучения, издаваемого безопасным разделительным трансформатором 4. Из уровня техники известно (ГОСТ 12.2.024-87 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Трансформаторы силовые масляные. Нормы и методы контроля), что трансформаторы во время работы создают вибрации и излучают акустический шум на частотах, кратных частоте переменного тока, поступающего на вход трансформатора. При этом наибольшая амплитуда акустического сигнала, издаваемого трансформатором при его работе, соответствует, как правило, значению частоты второй гармоники (удвоенное значение) частоты переменного тока, поступающего на вход трансформатора. Если значение частоты переменного тока, поступающего на вход трансформатора, возбуждает в нем акустический сигнал, частотный спектр которого, лежит за пределами частотного диапазона слышимости органами слуха, то такой трансформатор и устройства, построенные на его базе, будут восприниматься человеком и/или животным как бесшумные, то есть акустически комфортные.

Чтобы обеспечить в заявляемой системе электрического отопления бесшумную работу устройства защиты от поражения электрическим током 3, выполненного на базе безопасного разделительного трансформатора 4, необходимо выбрать рабочую частоту безопасного разделительного трансформатора 4, таким образом, чтобы частотный спектр, издаваемого им акустического сигнала находился выше или ниже частотного диапазона его слышимости органами слуха человека и/или животного.

Если особенности конструктивного исполнения безопасного разделительного трансформатора 4 и особенности его электрических режимов работы позволяют ему излучать акустический сигнал на частоте, соответствующей нечетным значениям, начиная с первой, гармоник частоты питающего его переменного тока, то для акустического комфорта для органов слуха человека, необходимо выбрать значение частоты работы безопасного разделительного трансформатора 4 ниже 20 Гц, либо выше 20 000 Гц.

Уровни амплитудно-частотных характеристик, воспринимаемых органами слуха человека, а также допустимые нормы шумового загрязнения жилых и нежилых помещений определены в ГОСТе 23337-2014 "Межгосударственный стандарт. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий", а также в ГОСТе Р ИСО 8253-1-2012 "Акустика. Методы аудиометрических испытаний. Часть 1. Тональная пороговая аудиометрия по воздушной и костной проводимости" и в сети Интернет по адресу http://www.ksp-msk.ru/page_919.html.

Если особенности конструктивного исполнения безопасного разделительного трансформатора 4 и особенности его электрических режимов работы, позволяют ему излучать акустический сигнал на частоте, соответствующей четным значениям гармоник частоты питающего его переменного тока (начиная со второй гармоники), то с учётом значения амплитудного максимума второй гармоники (то есть двойной кратности частоты акустического сигнала трансформатора, издаваемого при его работе, частоте питающего его переменного тока), необходимо выбрать значение частоты работы безопасного разделительного трансформатора 4 ниже 10 Гц, либо выше 10000 Гц.

С практической точки зрения для реализации заявляемой системы электрического отопления для приведённого выше примера исполнения наиболее целесообразно выбирать рабочую частоту безопасного разделительного трансформатора 4 в верхней части частотного диапазона, обеспечивающего его бесшумную работу в устройстве защиты от поражения электрическим током 3 от 10000 Гц и выше.

Конструкция безопасного разделительного трансформатора 4 может быть реализована так, как это было описано в патенте РФ на изобретение № 2074432 "Матричный трансформатор" или в патенте РФ на изобретение № 2065631 "Трансформатор и способ его изготовления", правообладатели Хабузов Василий Арсеньевич, Худяков Владимир Федорович.

Выходная цепь безопасного разделительного трансформатора 4, работающего на частотах, обеспечивающих акустический комфорт для пользователей, находящихся в отапливаемом помещении, подключен непосредственно к нагрузке, а именно, к резистивному нагревательному элементу 2.

Выбор высокой частоты работы безопасного разделительного трансформатора 4 предпочтителен, поскольку имеет также дополнительный положительный эффект в виде существенного снижения массы, габаритов и трудоемкости его изготовления и, соответственно, существенного снижения массы и габаритов построенного на его основе устройства защиты от поражения электрическим током 3.

Устройство защиты от поражения электрическим током 3 дополнительно снабжено генератором 5, последовательно включенным между цепью питающей сети переменного тока 1 и безопасным разделительным трансформатором 4.

При этом, вход генератора 5 подключён к питающей сети переменного тока 1, а выход генератора 5 подключён к первичной обмотке безопасного разделительного трансформатора 4, выходная обмотка безопасного разделительного трансформатора 4 подключена к резистивному нагревательному элементу 2. Генератор 5 вырабатывает переменный ток, амплитуда, форма и частота которого необходима для обеспечения бесшумного режима работы безопасного разделительного трансформатора 4.

Конструкция генератора 5 может быть реализована по любой известной из уровня техники схеме, например, как описано в книге А. А. Бас, В.П. Миловзоров, А.К. Мусолин. "Источники вторичного электропитания с бестрансформаторным входом", изд. "Радио и Связь", 1987, стр. 27, рис. 2.4 или стр. 57, рис 2.28.

Рабочая частота генератора 5 подобрана таким образом, чтобы частотный спектр сигнала акустического излучения, издаваемого безопасным разделительным трансформатором 4, находился за пределами слышимости органами слуха человека и/или животного.

Устройство защиты от поражения электрическим током 3 заявляемой конструкции по первому варианту исполнения может быть конструктивно полностью или частично выполнено в виде предмета интерьера помещения, например, картины.

Использование безопасного разделительного трансформатора 4 в заявляемой системе отопления, который работает на высокой частоте, особенно безопасного разделительного трансформатора 4 матричной конструкции, позволяет изготавливать его с малыми габаритами и массой и в разнообразных геометрических формах, что позволяет легко вписывать его в интерьеры отапливаемого помещения и легко интегрировать в предметы инженерного и интерьерного обустройства отапливаемого помещения, например, в полки, панно, лампы, бра, торшеры, подставки, тумбочки, вазы, скульптуры, плинтусы и т.д.

Заявляемая система отопления по первому варианту исполнения, приведённая на фиг. 1, работает следующим образом: на вход генератора 5 поступает питание от промышленной коммерческой сети переменного тока 1, частотой 50-60 Гц. Генератор 5 на своём выходе вырабатывает переменный ток с частотой, обеспечивающей отсутствие акустического шума при работе безопасного разделительного трансформатора 4, входящего вместе с генератором 5 в устройство защиты от поражения электрическим током 3. Переменный электрический ток с выхода генератора 5 поступает на вход, а именно первичную обмотку безопасного разделительного трансформатора 4. Безопасный разделительный трансформатор 4 трансформирует это напряжения до безопасного сверхнизкого напряжения, например, 3, 6, 12, 24, 30, 36, 42,4 В, которое подаётся в цепь нагрузки резистивного нагревательного элемента 2. При прохождении тока через резистивный нагревательный элемент 2 происходит тепловыделение, выделившееся тепло используется для отопления помещения.

Таким образом, на основе заявляемого изобретения была создана энергоэффективная, электробезопасная система электрического отопления с бесшумным, компактным устройством защиты от поражения электрическим током 3, позволяющим размещать его непосредственно в отапливаемых помещениях.

Заявляемая по второму варианту исполнения система электрического отопления, питающаяся от сети переменного тока 1 частотой в диапазоне 50-1000 Гц, приведена на фиг. 2 и содержит, по меньшей мере, один резистивный нагревательный элемент 2 и устройство защиты от поражения электрическим током 3, последовательно включенное между цепью питающей сети переменного тока 1 и резистивным нагревательным элементом 2. Заявляемая система электрического отопления по второму варианту может работать от промышленной коммерческой сети переменного тока 50-60 Гц, а также от локальных автономных питающих сетей переменного тока частотой 400-1000 Гц неподвижных и подвижных объектов наземного, морского, подводного, воздушного, космического базирования.

В качестве резистивного нагревательного элемента 2 в заявляемой отопительной системе по второму варианту могут использоваться пленочные двухмерные нагревательные элементы на основе углеродного волокна, токопроводящих плёнок, нагревательные кабели, нагревательные сетки и ткани, ленточные, стержневые или проволочные нагреватели, нагревающие элементы на базе токопроводящих жидкостей, нагревающие элементы, специально предназначенные для обогрева прозрачных или отражающих поверхностей, например, окон, ветровых стекол, зеркал, а также любые иные нагревательные элементы, принцип действия которых основан на выделении тепла при прохождении электрического тока через проводник, имеющий электрическое сопротивление.

Устройство защиты от поражения электрическим током 3 выполнено на базе, по меньшей мере, одного безопасного разделительного трансформатора 4, который выполняет две основные функции: понижение питающего напряжения до безопасного сверхнизкого уровня значения напряжения, например, по европейским стандартам не более 42,4 В (ГОСТ МЭК 60335-1-2008) и не более 30 В по стандартам США, Канада, Япония и обеспечение гальванического разделения электрических цепей питающей промышленной коммерческой сети, или локальных питающих электросетей и цепи нагрузки (тепловыделяющих резистивных элементов).

Для того чтобы обеспечить отсутствие акустического шума при работе ключевого элемента устройства защиты от поражения электрическим током 3, а именно, безопасного разделительного трансформатора 4, необходимо вывести за пределы слышимости органами слуха человека и/или животного частотный спектр сигнала акустического излучения, издаваемого безопасным разделительным трансформатором 4. Из уровня техники известно (ГОСТ 12.2.024-87 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Трансформаторы силовые масляные. Нормы и методы контроля), что трансформаторы во время работы создают вибрации и излучают акустический шум на частотах, кратных частоте переменного тока, поступающего на вход трансформатора. При этом наибольшая амплитуда акустического сигнала, издаваемого трансформатором при его работе, соответствует, как правило, значению частоты второй гармоники (удвоенное значение) частоты переменного тока, поступающего на вход трансформатора. Если значение частоты переменного тока, поступающего на вход трансформатора возбуждает в нем акустический сигнал, частотный спектр которого, лежит за пределами частотного диапазона слышимости органами слуха, то такой трансформатор и устройства, построенные на его базе, будут восприниматься человеком и/или животным как бесшумные, то есть акустически комфортные.

Чтобы обеспечить в заявляемой системе электрического отопления бесшумную работу устройства защиты от поражения электрическим током 3, выполненного на базе безопасного разделительного трансформатора 4, необходимо выбрать рабочую частоту безопасного разделительного трансформатора 4, таким образом, чтобы частотный спектр, издаваемого им акустического сигнала находился выше или ниже частотного диапазона его слышимости органами слуха человека и/или животного.

Если особенности конструктивного исполнения безопасного разделительного трансформатора 4 и особенности его электрических режимов работы позволяют ему излучать акустический сигнал на частоте, соответствующей нечетным значениям, начиная с первой, гармоник частоты питающего его переменного тока, то для акустического комфорта для органов слуха человека, необходимо выбрать значение частоты работы безопасного разделительного трансформатора 4 ниже 20 Гц, либо выше 20000 Гц.

Уровни амплитудно-частотных характеристик, воспринимаемых органами слуха человека, а также

допустимые нормы шумового загрязнения жилых и нежилых помещений определены в ГОСТе 23337-2014 "Межгосударственный стандарт. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий", или в ГОСТе Р ИСО 8253-1-2012 "Акустика. Методы аудиометрических испытаний. Часть 1. Тональная пороговая аудиометрия по воздушной и костной проводимости", а также в сети Интернет по адресу http://www.ksp-msk.ru/page_919.html.

Если особенности конструктивного исполнения безопасного разделительного трансформатора 4 и особенности его электрических режимов работы, позволяют ему излучать акустический сигнал на частоте, соответствующей четным значениям гармоник частоты питающего его переменного тока (начиная со второй гармоники), то с учётом значения амплитудного максимума второй гармоники (то есть двойной кратности частоты акустического сигнала трансформатора, издаваемого при его работе, частоте питающего его переменного тока), необходимо выбрать значение частоты работы безопасного разделительного трансформатора 4 ниже 10 Гц, либо выше 10000 Гц.

С практической точки зрения для реализации заявляемой системы отопления для приведённого выше примера исполнения наиболее целесообразно выбирать рабочую частоту безопасного разделительного трансформатора 4 в верхней части частотного диапазона, обеспечивающего его бесшумную работу в устройстве защиты от поражения электрическим током 3 от 10000 Гц и выше.

Конструкция безопасного разделительного трансформатора 4 может быть реализована так, как это было описано в варианте один заявляемой системы электрического отопления.

Устройство защиты от поражения электрическим током 3 во втором варианте выполнения заявляемого устройства дополнительно снабжено генератором 5, последовательно включенным между цепью питающей сети переменного тока 1 и безопасным разделительным трансформатором 4 и по меньшей мере одним выходным выпрямителем 6, последовательно подключенным между безопасным разделительным трансформатором 4 и резистивным нагревательным элементом 2, при этом вход генератора 5 подключен к питающей сети переменного тока 1, а выход генератора 5 подключен к первичной обмотке безопасного разделительного трансформатора 4. Выходная обмотка безопасного разделительного трансформатора 4 подключена ко входу выходного выпрямителя 6, а выход выходного выпрямителя 6 подключен к резистивному нагревательному элементу 2.

Таким образом, выходная цепь безопасного разделительного трансформатора 4, работающего на частотах, обеспечивающих акустический комфорт для пользователей, находящихся в отапливаемом помещении, подключена к нагрузке через выходной выпрямитель 6.

Конструкция выходного выпрямителя 6 может быть реализована так, как это было описано в книге А. А. Бас, В.П. Миловзоров, А.К. Мусолин. "Источники вторичного электропитания с бестрансформаторным входом", изд. "Радио и Связь", 1987, стр. 26, рис. 2.2 в.

Второй вариант изобретения, предназначен для случаев, когда безопасный разделительный трансформатор 4 находится на значительном удалении от резистивного нагревательного элемента 2 и соединительные провода между выходом безопасного разделительного трансформатора 4 имеют большую протяженность, в силу чего, имеют повышенное значение собственной паразитной индуктивности, при этом, резистивный нагревательный элемент 2 может быть выполнен двухмерным пленочным нагревательным элементом, имеющим низкую собственную паразитную индуктивность, или во втором случае, когда соединительные провода между выходом безопасного разделительного трансформатора 4 и резистивным нагревательным элементом 2 имеют большую протяженность, в силу чего, имеют высокое значение паразитной индуктивности, а резистивный нагревательный элемент 2 выполнен кабельного, ленточного или катушечного типа, которые также имеют высокое значение собственной паразитной индуктивности.

Высокое значение индуктивной составляющей цепи нагрузки системы электрического отопления препятствует прохождению переменного тока через резистивный нагревательный элемент 2. При этом из-за снижения значения проходящего через резистивный нагревательный элемент 2 тока, падает значение выделяемой тепловой мощности, при этом снижается теплоэффективность отопительной системы. Для того, чтобы компенсировать недостаточный нагрев резистивного нагревательного элемента 2 в отопительных системах с высоким значением паразитной индуктивности и высоким значением греющего переменного тока, необходимо либо повышать значение напряжения в цепи нагрузки, что противоречит требованиям электробезопасности системы, либо перейти на питание резистивного нагревательного элемента 2 выпрямленным (постоянным) током.

Для решения этой задачи во втором варианте изобретения в устройстве защиты от поражения электрическим током 3 между выходом безопасного разделительного трансформатора 4 и цепью резистивного нагревательного элемента 2 подключен по меньшей мере один выходной выпрямитель 6, который преобразует переменный ток с выхода безопасного разделительного трансформатора 4 в выпрямленный (постоянный) ток, который поступает в цепь нагрузки.

При этом, значение индуктивной составляющей соединительных проводов и резистивного нагревательного элемента 2 перестаёт иметь значение, поскольку известно, что наличие индуктивной составляющей в токопроводящей цепи не является препятствием для протекания выпрямленного (постоянного) тока.

Таким образом, конструкция второго варианта системы электрического отопления позволяет исключить ограничения по пространственному расположению устройства защиты от поражения электрическим током, работающего на высоких частотах более 1000 Гц и конструкции резистивных нагревательных элементов 2. При этом сохраняется акустический комфорт отопительной системы, за счёт бесшумной работы безопасного разделительного трансформатора 4 и сохраняется энергоэффективность отопительной системы за счёт возможности расположения устройства защиты от поражения током 3 на базе безопасного разделительного трансформатора 4, а также токопроводящих цепей внутри отапливаемого помещения.

Генератор 5 вырабатывает переменный ток, амплитуда, форма и частота которого необходима для обеспечения бесшумного режима работы безопасного разделительного трансформатора 4.

Рабочая частота генератора 5 подобрана таким образом, чтобы частотный спектр сигнала акустического излучения, издаваемого безопасным разделительным трансформатором 4, находился за пределами слышимости органами слуха человека и/или животного.

Конструкция генератора 5 может быть реализована так, как это было описано в варианте одной заявляемой системы отопления.

Устройство защиты от поражения электрическим током 3 заявляемой конструкции по второму варианту исполнения может быть выполнено конструктивно полностью или частично в виде предмета интерьерного обустройства помещения, например, картины.

Заявляемая система отопления по второму варианту исполнения, приведённая на фиг. 2, работает следующим образом: на вход генератора 5 поступает питание от промышленной коммерческой сети переменного тока 1, частотой 50-60 Гц. Генератор 5 на своём выходе вырабатывает переменный ток с частотой, обеспечивающей отсутствие акустического шума при работе безопасного разделительного трансформатора 4, входящего вместе с генератором 5 в устройство защиты от поражения электрическим током 3. Переменный электрический ток с выхода генератора 5 поступает на вход, а именно, на первичную обмотку безопасного разделительного трансформатора 4. Безопасный разделительный трансформатор 4 трансформирует это напряжение до безопасного сверхнизкого напряжения, например, 3, 6, 12, 24, 30, 36, 42,4 В, которое подаётся на вход выходного выпрямителя 6, который преобразует поступающий на его вход переменный ток в выпрямленный (постоянный) ток, поступающий далее в цепь нагрузки, а именно, резистивный нагревательный элемент 2. При прохождении тока через резистивный нагревательный элемент 2 происходит тепловыделение, выделившееся тепло используется для отопления помещения.

Заявляемая система электрического отопления по второму варианту исполнения, обладая всеми преимуществами, описанными выше в варианте одной, позволяет использовать в системе отопления резистивные нагревательные элементы 2, обладающие в силу конструктивных особенностей исполнения высоким значением паразитной индуктивности токопроводящей цепи, что расширяет область возможного применения заявляемой отопительной системы.

Третий вариант заявляемой системы электрического отопления, приведённый на фиг. 3, наиболее целесообразно использовать при установке во влажных помещениях. В таких помещениях существует опасность ускоренного коррозионного электрохимического разрушения токоведущих цепей и элементов электрической отопительной системы, что приводит к ускоренному разрушению токопроводящих цепей и их изоляции в местах коррозии, приводящему к преждевременному выходу из строя отопительной системы.

Заявляемая по третьему варианту исполнения система электрического отопления, питающаяся от сети переменного тока 1 частотой в диапазоне 50-1000 Гц, приведена на фиг. 3 и содержит, по меньшей мере, один резистивный нагревательный элемент 2 и устройство защиты от поражения электрическим током 3, последовательно включенное между цепью питающей сети переменного тока 1 и резистивным нагревательным элементом 2. Заявляемая система электрического отопления по третьему варианту может работать от промышленной коммерческой сети переменного тока 50-60 Гц, а также от локальных автономных питающих сетей переменного тока частотой 400-1000 Гц неподвижных и подвижных объектов наземного, морского, подводного, воздушного, космического базирования.

В качестве резистивного нагревательного элемента 2 в заявляемой отопительной системе по третьему варианту исполнения могут использоваться резистивные нагревательные элементы, конструкция которых описана выше в вариантах один и два настоящего изобретения.

Для борьбы с электрохимической коррозией элементов электрических цепей резистивного нагревательного элемента 2 в третьем варианте системы электрического отопления устройство защиты от поражения электрическим током 3 дополнительно снабжено генератором 5, последовательно включенным между цепью питающей сети переменного тока 1 и безопасным разделительным трансформатором 4, и последовательно включенными между безопасным разделительным трансформатором 4 и резистивным нагревательным элементом 2, по меньшей мере, одним выходным выпрямителем 6 и, по меньшей мере, одним блоком реперлюсовки 7 выходного напряжения выходного выпрямителя 6. При этом вход генератора 5 подключен к питающей сети переменного тока 1, выход генератора 5 подключен к первичной обмотке безопасного разделительного трансформатора 4, выходная обмотка безопасного разделительного трансформатора 4 подключена ко входу выходного выпрямителя 6, выход которого подключен ко

входу блока переполюсовки 7 выходного напряжения выходного выпрямителя 6. Выход блока переполюсовки 7 подключен к резистивному нагревательному элементу 2.

Рабочая частота генератора 5 подобрана таким образом, чтобы частотный спектр сигнала акустического излучения, издаваемого безопасным разделительным трансформатором 4, находился за пределами слышимости органами слуха человека и/или животного.

Блок переполюсовки 7 позволяет осуществлять периодическое изменение полярности тока, текущего в цепи резистивного нагревательного элемента 2, то есть обеспечивает работу цепей нагрузки на переменном токе. Периодическое изменение полярности тока с частотой несколько десятков или сотен Герц резко снижает скорость протекания электрохимических процессов в токопроводящих цепях и элементах отопительной системы, что повышает электробезопасность отопительной системы за счёт замедления процессов коррозии токоведущих цепей и замедления разрушения электроизоляционных слоёв токоведущих цепей и предупреждает преждевременный выход из строя отопительной системы и продлевает срок её эксплуатации.

Устройство защиты от поражения электрическим током 3 заявляемой конструкции по третьему варианту исполнения может быть выполнено конструктивно полностью или частично в виде предмета интерьера помещения, например, картины.

Конструкция безопасного разделительного трансформатора 4, генератора 5, выходного выпрямителя 6 может быть выполнена аналогичным образом, как это было описано в варианте два заявляемого изобретения.

Конструкция блока переполюсовки 7 выходного напряжения выходного выпрямителя 6 в третьем варианте реализации заявляемого изобретения может быть выполнена так, как это приведено на фиг. 1 в патенте на изобретение РФ № 2510864 "Мостовой преобразователь напряжения", дата приоритета 07.12.2012, дата публ. 10.04.2014.

Заявляемая система отопления по третьему варианту исполнения, приведённая на фиг. 3, работает следующим образом: на вход генератора 5 поступает питание от промышленной коммерческой сети переменного тока 1, частотой 50-60 Гц. Генератор 5 на своём выходе вырабатывает переменный ток с частотой, обеспечивающей отсутствие акустического шума при работе безопасного разделительного трансформатора 4, входящего вместе с генератором 5 в устройство защиты от поражения электрическим током 3. Переменный электрический ток с выхода генератора 5 поступает на вход, а именно, на первичную обмотку безопасного разделительного трансформатора 4. Безопасный разделительный трансформатор 4 трансформирует это напряжения до безопасного сверхнизкого напряжения, например, 3, 6, 12, 24, 30, 36, 42В, которое подаётся на вход выходного выпрямителя 6, который преобразует поступающий на его вход переменный ток в выпрямленный (постоянный) ток. Выпрямленный (постоянный) ток, поступающий далее на вход блока переполюсовки 7 выходного напряжения выходного выпрямителя 6. Блок переполюсовки 7 выполняет периодическое изменение полярности тока, текущего в цепи резистивного нагревательного элемента 2, замедляя процесс электрохимической коррозии (деградаций) токоведущих цепей и изоляции резистивного нагревательного элемента 2.

В системе электрического отопления по всем трём вариантам реализации устройство защиты от поражения электрическим током 3 конструктивно может быть выполнено как в виде единой моноблочной конструкции, так и в виде конструктивно законченных самостоятельных функциональных входящих в неё блоков 4, 5, 6, 7, которые могут монтироваться на удалении друг от друга.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система электрического отопления помещения, питающаяся от сети переменного тока частотой в диапазоне 50-1000 Гц, содержащая по меньшей мере один резистивный нагревательный элемент и устройство защиты от поражения электрическим током, последовательно включенное между цепью питающей сети переменного тока и резистивным нагревательным элементом, выполненное на базе по меньшей мере одного безопасного разделительного трансформатора и генератора, последовательно включенного между цепью питающей сети переменного тока и безопасным разделительным трансформатором, при этом вход генератора подключен к питающей сети переменного тока, выход генератора подключен к первичной обмотке безопасного разделительного трансформатора, а выходная обмотка безопасного разделительного трансформатора подключена к резистивному нагреваемому элементу, отличающаяся тем, что частота работы безопасного разделительного трансформатора выбрана ниже 20 Гц или выше в интервале от 10000 до 20000 Гц и подобрана таким образом, чтобы частотный спектр сигнала акустического излучения, издаваемого безопасным разделительным трансформатором, находился за пределами слышимости органами слуха человека и/или животного, находящегося/находящихся в отапливаемом помещении.

2. Система электрического отопления помещения по п.1, в которой устройство защиты от поражения электрическим током конструктивно полностью или частично выполнено в виде предмета интерьера помещения, например картины.

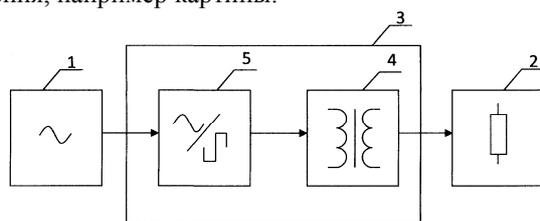
3. Система электрического отопления помещения, питающаяся от сети переменного тока частотой в

диапазоне 50-1000 Гц, содержащая по меньшей мере один резистивный нагревательный элемент и устройство защиты от поражения электрическим током, последовательно включенное между цепью питающей сети переменного тока и резистивным нагревательным элементом, выполненное на базе по меньшей мере одного безопасного разделительного трансформатора и генератора, последовательно включенного между цепью питающей сети переменного тока и безопасным разделительным трансформатором и по меньшей мере одним выходным выпрямителем, последовательно подключенным между безопасным разделительным трансформатором и резистивным нагревательным элементом, при этом вход генератора подключен к питающей сети переменного тока, выход генератора подключен к первичной обмотке безопасного разделительного трансформатора, выходная обмотка безопасного разделительного трансформатора подключена к входу выходного выпрямителя, а выход выходного выпрямителя подключен к резистивному нагревательному элементу, отличающаяся тем, что частота работы безопасного разделительного трансформатора выбрана ниже 20 Гц или выше в интервале от 10000 до 20000 Гц и подобрана таким образом, чтобы частотный спектр сигнала акустического излучения, издаваемого безопасным разделительным трансформатором, находился за пределами слышимости органами слуха человека и/или животного, находящегося/находящихся в отапливаемом помещении.

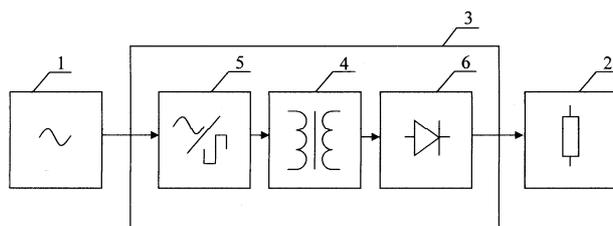
4. Система электрического отопления помещения по п.3, в которой устройство защиты от поражения электрическим током выполнено конструктивно полностью или частично в виде предмета интерьерного обустройства помещения, например картины.

5. Система электрического отопления помещения, питающаяся от сети переменного тока частотой в диапазоне 50-1000 Гц, содержащая по меньшей мере один резистивный нагревательный элемент и устройство защиты от поражения электрическим током, последовательно включенное между цепью питающей сети переменного тока и резистивным нагревательным элементом, выполненное на базе по меньшей мере одного безопасного разделительного трансформатора и генератора, последовательно включенного между цепью питающей сети переменного тока и безопасным разделительным трансформатором, и последовательно включенными между безопасным разделительным трансформатором и резистивным нагревательным элементом, по меньшей мере одним выходным выпрямителем и по меньшей мере одним блоком переполюсовки выходного напряжения выходного выпрямителя, при этом вход генератора подключен к питающей сети переменного тока, выход генератора подключен к первичной обмотке безопасного разделительного трансформатора, выходная обмотка безопасного разделительного трансформатора подключена к входу выходного выпрямителя, выход которого подключен к входу блока переполюсовки выходного напряжения выходного выпрямителя, выход которого подключен к резистивному нагревательному элементу, отличающаяся тем, что частота работы безопасного разделительного трансформатора выбрана ниже 20 Гц или выше в интервале от 10000 до 20 000 Гц и подобрана таким образом, чтобы частотный спектр сигнала акустического излучения, издаваемого безопасным разделительным трансформатором, находился за пределами слышимости органами слуха человека и/или животного, находящегося/находящихся в отапливаемом помещении.

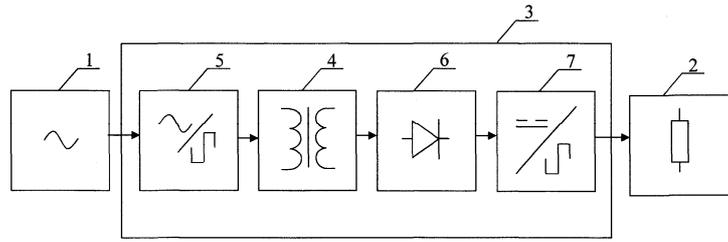
6. Система электрического отопления помещения по п.5, в которой устройство защиты от поражения электрическим током, выполнено конструктивно полностью или частично в виде предмета интерьерного обустройства помещения, например картины.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

