

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033610**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.11.08

(51) Int. Cl. **F03D 11/00** (2006.01)

(21) Номер заявки
201691064

(22) Дата подачи заявки
2014.11.19

(54) **МОЛНИЕЗАЩИТНОЕ УСТРОЙСТВО, СИСТЕМА ВЕТРОТУРБОГЕНЕРАТОРА С ПРЯМЫМ ПРИВОДОМ И СПОСОБ ЕЕ МОЛНИЕЗАЩИТЫ**

(31) **201310597395.3**

(56) CN-A-103174603

(32) **2013.11.22**

CN-A-103603775

(33) **CN**

CN-U-203570513

(43) **2016.10.31**

CN-A-102900630

(86) **PCT/CN2014/091713**

EP-A1-0718495

(87) **WO 2015/074576 2015.05.28**

CN-A-102661240

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

CN-U-201916132

БЕЙДЖИН ГОЛДВИНД САЙЕНС

CN-U-202431453

ЭНД КРИЭЙШН ВИНДПАУЭР

US-A1-2011142671

ЭКВИПМЕНТ КО., ЛТД. (CN)

CN-A-101341334

CN-A-102918262

(72) Изобретатель:
Хуан Цзиньпэн, Лю Чэнцян (CN)

(74) Представитель:
Носырева Е.Л. (RU)

(57) Молниезащитное устройство содержит молниеотвод, расположенный на неметаллической лопасти (1) для приема тока молнии, и заземляющий спуск (2) лопасти, электрически присоединенный к молниеотводу; первый проводящий компонент (3) для тока молнии, электрически соединенный с заземляющим спуском (2) лопасти и соединенный с внешней поверхностью ротора (5) генератора изолированным образом; второй проводящий компонент (7) для тока молнии, соединенный с внешней поверхностью ротора генератора и изолированным кожухом (6) обтекателя изолированным образом и электрически соединенный с первым проводящим компонентом (3) для тока молнии с помощью металлического проводника (9); молниезащитный заземляющий спуск (11) для электрического соединения второго проводящего компонента (7) для тока молнии с компонентом (15) заземления, расположенным в башне, с тем, чтобы отводить ток молнии в землю сквозь башню. Также раскрыты система ветротурбогенератора с прямым приводом и способ ее молниезащиты.

B1

033610

033610

B1

Область техники

Изобретение относится к области техники молниезащитных устройств, и, в частности, к молниезащитному устройству, системе ветротурбогенератора с прямым приводом и способу молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом.

Предпосылки

Системы ветротурбогенераторов обычно конструируют на открытых пространствах или в прибрежных областях. Высота системы ветротурбогенератора обычно превышает 130 м, в частности высота системы ветротурбогенератора нового типа обычно превышает 160 м, и система ветротурбогенератора представляет собой выступающий объект в этих областях, таким образом систему ветротурбогенератора может легко поразить молния.

Следовательно, молниезащита для системы ветротурбогенератора является критически важной, особенно для системы ветротурбогенератора с прямым приводом, в которой генератор расположен снаружи обтекателя. Поскольку стоимость подшипника осевого шарнира, основного подшипника генератора и подшипника вертикальной оси поворота в генераторе системы ветротурбогенератора с прямым приводом составляет большую часть общей стоимости системы ветротурбогенератора с прямым приводом, и ток молнии связан с прохождением через различные подшипники системы ветротурбогенератора с прямым приводом, что может привести к воспламенению и повреждению трех типов подшипников, таким образом, молниезащита для системы ветротурбогенератора с прямым приводом является особенно важной.

В настоящее время, как показано на фиг. 1, способ молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом включает в себя размещение отдельного вывода кабеля в лопасти и использование металлической обшивки, структурного элемента и подшипников системы ветротурбогенератора с прямым приводом в качестве проводящего пути для прямого разряда молнии, т.е. заземляющий спуск молниеотвода лопасти присоединен к фланцу у основания лопасти системы ветротурбогенератора с прямым приводом, фланец у основания лопасти присоединен к ступице колеса посредством подшипника осевого шарнира, ступица колеса присоединена к генератору посредством основного подшипника генератора, генератор присоединен к основе обтекателя, основа обтекателя присоединена к башне посредством подшипника вертикальной оси поворота, и башня присоединена к собственной структуре системы ветротурбогенератора с прямым приводом основы ветряной турбины для отвода тока прямого разряда молнии. На фиг. 1 показан схематический вид, изображающий путь циркуляции тока прямого разряда молнии по системе ветротурбогенератора с прямым приводом в традиционной технологии.

Тем не менее, благодаря наличию зазора между внутренним кольцом и наружным кольцом подшипника генератора импеданс на пути циркуляции тока молнии является высоким, что влияет на отвод тока молнии. Кроме этого, ток молнии может приводить к воспламенению и последующему повреждению подшипников в случае использования подшипников в качестве пути циркуляции тока молнии, тем самым увеличивая общие затраты. Более того, нормальная работа системы ветротурбогенератора с прямым приводом может быть прервана в случае отключения генератора для установки нового подшипника, что дополнительно приводит к большим убыткам.

Способ молниезащиты и молниезащитное устройство для системы ветротурбогенератора согласно традиционной технологии предоставляют путь отвода тока молнии, в котором ток молнии проходит от лопасти, сквозь кожух ступицы колеса и кожух обтекателя и затем проходит в землю, таким образом позволяя полностью избегать прохождения тока молнии сквозь подшипник осевого шарнира и обеспечивая безопасность подшипника осевого шарнира. Тем не менее, другие подшипники, такие как основной подшипник генератора и подшипник вертикальной оси поворота, все еще могут быть повреждены током молнии, проходящим сквозь подшипники. Кроме этого, хотя путь отвода тока молнии проходит лишь через кожух ступицы колеса и кожух обтекателя, ток молнии может перейти на подшипники, тем самым повреждая подшипники. Также поскольку генератор системы ветротурбогенератора с прямым приводом расположен снаружи системы ветротурбогенератора с прямым приводом, проблема молниезащиты для генератора не может быть полностью решена вышеописанной конструкцией.

Краткое изложение

В соответствии с вариантами осуществления настоящей заявки представлены молниезащитное устройство, система ветротурбогенератора с прямым приводом и способ молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом, которые могут обеспечить поток тока молнии вдоль нового внешнего канала вместо подшипников системы ветротурбогенератора с прямым приводом, таким образом предотвращая повреждение подшипников, вызванное током молнии.

Для достижения вышеописанных целей в соответствии с вариантами осуществления настоящей заявки представлены следующие технические решения.

В одном аспекте в соответствии с настоящей заявкой представлено молниезащитное устройство, содержащее молниеотвод, расположенный на неметаллической лопасти, и выполненный с возможностью приема тока молнии, и заземляющий спуск лопасти, электрически присоединенный к молниеотводу, и молниезащитное устройство дополнительно содержит

первый проводящий компонент для тока молнии, электрически присоединенный к заземляющему

спуску лопасти и присоединенный к внешней поверхности ротора генератора изолированным образом;
 второй проводящий компонент для тока молнии, присоединенный к внешней поверхности ротора генератора и изолированному кожуху обтекателя изолированным образом и электрически присоединенный к первому проводящему компоненту для тока молнии посредством металлического проводника; и
 молниезащитный заземляющий спуск, выполненный с возможностью электрического присоединения ко второму проводящему компоненту для тока молнии и компоненту заземления, расположенным внутри башни, для отвода тока молнии в землю сквозь компонент заземления.

В другом аспекте в соответствии с настоящей заявкой представлена система ветротурбогенератора с прямым приводом, содержащая молниезащитное устройство в соответствии с вышеописанным техническим решением.

В еще одном аспекте в соответствии с настоящей заявкой дополнительно представлен способ молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом, где генератор системы ветротурбогенератора с прямым приводом расположен снаружи обтекателя, система ветротурбогенератора с прямым приводом содержит молниезащитное устройство в соответствии с любым из вышеописанных технических решений, и способ молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом включает

прием тока молнии посредством молниеотвода, расположенного на лопасти ветряной турбины;
 передачу тока молнии к первому проводящему компоненту для тока молнии путем присоединения заземляющего спуска лопасти к молниеотводу;
 передачу тока молнии от первого проводящего компонента для тока молнии ко второму проводящему компоненту для тока молнии с помощью металлического проводника;
 передачу тока молнии от второго проводящего компонента для тока молнии к компоненту заземления с помощью молниезащитного заземляющего спуска и
 отвод тока молнии в землю с помощью компонента заземления.

В молниезащитном устройстве, системе ветротурбогенератора с прямым приводом и способе молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом в соответствии с вариантами осуществления настоящей заявки используется отдельный внешний токопроводящий канал для устранения конструкционных недостатков в традиционной конструкции защиты от прямого разряда молнии, заключающихся в повреждении подшипников в случае прохождения тока молнии сквозь подшипники, и создан новый отдельный канал отвода тока молнии (от молниеотвода через заземляющий спуск лопасти, первый проводящий компонент для тока молнии, неметаллический проводник, второй проводящий компонент для тока молнии, молниезащитный заземляющий спуск и компонент заземления, в землю). В этом случае ток молнии проходит по новому каналу вместо подшипников системы ветротурбогенератора с прямым приводом, что эффективно обеспечивает нормальную работу подшипников (включая подшипник вертикальной оси поворота, подшипник осевого шарнира и основной подшипник генератора) системы ветротурбогенератора с прямым приводом, увеличивает срок службы подшипников системы ветротурбогенератора с прямым приводом, обеспечивает нормальную работу системы ветротурбогенератора с прямым приводом и значительно улучшает электрическую проводимость канала отвода тока молнии.

Краткое описание графических материалов

Для более понятного изображения вариантов осуществления настоящей заявки или технического решения в традиционной технологии далее будут кратко описаны графические материалы, на которые приведены ссылки, для описания вариантов осуществления или традиционной технологии. Очевидно графические материалы в следующем описании изображают лишь несколько вариантов осуществления настоящей заявки и специалист в данной области без каких-либо творческих усилий может получить другие графические материалы на основании этих графических материалов.

На фиг. 1 показан схематический вид, изображающий путь прохождения тока прямого разряда молнии по системе ветротурбогенератора с прямым приводом в традиционной технологии;

на фиг. 2 - схематический вид, изображающий структуру молниезащитного устройства в соответствии с вариантом осуществления настоящей заявки;

на фиг. 3 - частичный увеличенный вид фрагмента А, изображенного на фиг. 2;

на фиг. 4 - вид спереди молниезащитного устройства, изображенного на фиг. 2; и

на фиг. 5 - блок-схема, изображающая способ молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом в соответствии с вариантом осуществления настоящей заявки.

Номера ссылок: подшипник а осевого шарнира, основной подшипник b генератора, подшипник с вертикальной оси поворота, лопасть 1, заземляющий спуск 2 лопасти, первый проводящий компонент 3 для тока молнии, дугообразная дорожка 31 электрической щетки, первая молниезащитная электрическая щетка 32, первый изолирующий компонент 4, ротор 5 генератора, изолированный кожух 6 обтекателя, второй проводящий компонент 7 для тока молнии, вторая молниезащитная электрическая щетка 71, кольцевая дорожка 72 электрической щетки, второй изолирующий компонент 8, металлический проводник 9, башня 10, молниезащитный заземляющий спуск 11, первый ящик 12 для сбора пыли с электрической щетки, второй ящик 13 для сбора пыли с электрической щетки, подшипник 14 вертикальной оси поворота, компонент заземления 15 и пластина 151 заземления.

Подробное описание

Технические решения в вариантах осуществления настоящей заявки будут описаны далее полным и ясным образом в сочетании с графическими материалами на примере вариантов осуществления настоящей заявки. Очевидно описанные варианты осуществления представляют собой лишь часть вариантов осуществления настоящей заявки, а не все варианты осуществления. На основании вариантов осуществления в настоящей заявке все другие варианты осуществления, выполненные специалистом в данной области без каких-либо творческих усилий, относятся к объему настоящей заявки.

Как изображено на фиг. 2, в соответствии с вариантом осуществления настоящей заявки предоставлено молниезащитное устройство для системы ветротурбогенератора с прямым приводом, содержащее молниеотвод (не изображен на графическом материале), расположенный на неметаллической лопасти 1 и выполненный с возможностью приема тока молнии, и заземляющий спуск 2 лопасти, электрически присоединенный к молниеотводу. Молниезащитное устройство дополнительно содержит первый проводящий компонент 3 для тока молнии, электрически присоединенный к заземляющему спуску 2 лопасти и присоединенный к внешней поверхности ротора 5 генератора изолированным образом, второй проводящий компонент 7 для тока молнии, присоединенный к внешней поверхности ротора 5 генератора и изолированному кожуху 6 обтекателя, изолированным образом и электрически присоединенный к первому проводящему компоненту 3 для тока молнии посредством металлического проводника 9, и молниезащитный заземляющий спуск 11, электрически присоединенный ко второму проводящему компоненту 7 для тока молнии и компоненту 15 заземления (см. фиг. 4), расположенный в башне 10 и выполненный с возможностью отвода тока молнии в землю сквозь компонент 15 заземления.

В молниезащитном устройстве для системы ветротурбогенератора с прямым приводом, изображенном на фиг. 2, в соответствии с вариантом осуществления настоящей заявки используется отдельный внешний токопроводящий канал для устранения конструктивных недостатков в традиционной конструкции защиты от прямого разряда молнии, заключающихся в повреждении подшипников в случае прохождения тока молнии сквозь подшипники, и предоставлен новый отдельный канал отвода тока молнии (от молниеотвода через заземляющий спуск 2 лопасти, первый проводящий компонент 3 для тока молнии, металлический проводник 9, второй проводящий компонент 7 для тока молнии, молниезащитный заземляющий спуск 11 и компонент 15 заземления, в землю). В этом случае ток молнии проходит по новому каналу вместо подшипников системы ветротурбогенератора с прямым приводом, что эффективно обеспечивает нормальную работу подшипников (включая подшипник вертикальной оси поворота, подшипник осевого шарнира и основной подшипник генератора) системы ветротурбогенератора с прямым приводом, увеличивает срок службы подшипников системы ветротурбогенератора с прямым приводом и обеспечивает нормальную работу системы ветротурбогенератора с прямым приводом и значительно улучшает электрическую проводимость канала отвода тока молнии.

Следует отметить, что система ветротурбогенератора с прямым приводом в соответствии с вариантом осуществления настоящей заявки имеет структуру, содержащую наружный ротор и внутренний статор. В этом случае, поскольку ротор генератора расположен снаружи, нормальная работа генератора может не испытывать отрицательного воздействия в том случае, если первый проводящий компонент для тока молнии и второй проводящий компонент для тока молнии непосредственно расположены на внешней поверхности ротора генератора. Кроме того, изолированный кожух 6 обтекателя в соответствии с вариантом осуществления настоящей заявки называется кожухом обтекателя, содержащим поверхность, изолированную от второго проводящего компонента 7 для тока молнии, при этом кожух обтекателя может быть изготовлен из изоляционного материала, такого как неметаллический материал; или может быть изготовлен из проводящего материала, такого как металл, имеющий поверхность, покрытую изолирующим веществом, таким как слой изолирующего лака; или может быть изготовлен из проводящего вещества, такого как металл, и изолирующая опорная часть расположена на части кожуха обтекателя для изолирования кожуха обтекателя от второго проводящего компонента 7 для тока молнии. В заключение, изолированный кожух 6 обтекателя не ограничен настоящей заявкой при условии, что кожух обтекателя может быть изолирован от второго проводящего компонента 7 для тока молнии.

Таким образом, ток молнии может быть отведен по отдельному токопроводящему каналу, упомянутому в вышеприведенном анализе эффекта, вместо того, чтобы быть отведенным сквозь структуру системы генератора, такую как кожух обтекателя, тем самым улучшая электрическую проводимость канала отвода тока молнии и защищая кожух обтекателя от повреждения, вызванного током молнии. Отдельный токопроводящий канал расположен снаружи системы генератора, что может предотвратить прохождение тока молнии в систему генератора, тем самым предотвращая прохождение тока молнии в корпус осевого шарнира и окружающие провода внутри системы генератора. Более того, оператору удобно устанавливать, ремонтировать и проводить техническое обслуживание отдельного токопроводящего канала.

Дополнительно, как изображено на фиг. 2 и 3, молниезащитное устройство в соответствии с вариантом осуществления настоящей заявки может дополнительно содержать первый изолирующий компонент 4, расположенный на внешней поверхности ротора 5 генератора и вблизи лопасти 1. Первый проводящий компонент 3 для тока молнии может содержать первый проводящий конец и второй проводящий конец. Первый проводящий конец расположен у основания лопасти 1 и электрически присоединен к за-

земляющему спуску 2 лопасти. Второй проводящий конец расположен на первом изолирующем компоненте 4 и электрически присоединен к металлическому проводнику 9. Первый проводящий конец находится в скользящем контакте со вторым проводящим концом в том случае, когда лопасть 1 вращается, тем самым обеспечивая возможность проведения тока молнии от заземляющего спуска 2 лопасти к металлическому проводнику 9 посредством первого проводящего конца и второго проводящего конца.

В частности, как изображено на фиг. 3, первый проводящий конец может представлять собой металлическую дугообразную дорожку 31 электрической щетки с предварительно заданным радианом. Второй проводящий конец может представлять собой первую молниезащитную электрическую щетку 32. Кроме этого, ширина металлической дугообразной дорожки 31 электрической щетки превышает или равна длине длинной стороны поперечного сечения первой молниезащитной электрической щетки 32. В частности, дугообразная дорожка 31 электрической щетки может располагаться на расстоянии 1,5 м от лопасти 1 и находиться на внешней стороне лопасти 1 и на задней кромке профиля лопасти 1, и предварительно заданный радиан дугообразной дорожки 31 электрической щетки может превышать 120° и предпочтительно находится в диапазоне от -100 до 20° . Таким образом, независимо от того, вращается ли лопасть 1 вокруг основного подшипника генератора или вращается под действием подшипника осевого шарнира, дугообразная дорожка 31 электрической щетки может находиться в точном и эффективном скользящем контакте с первой молниезащитной электрической щеткой 32, тем самым обеспечивая беспрепятственное проведение тока молнии от дугообразной дорожки 31 электрической щетки к первой молниезащитной электрической щетке 32. Дополнительно дугообразная дорожка 31 электрической щетки может быть предварительно встроена в лопасть 1 и выровнена относительно поверхности лопасти 1, тем самым уменьшая прямое сопротивление при вращении лопасти 1 и улучшая эффективность генерирования системы генератора.

Следует отметить, что дугообразная дорожка 31 электрической щетки должна обладать подходящей шероховатостью поверхности для того, чтобы обеспечивать образование небольшого количества пыли в ходе трения скольжения между дугообразной дорожкой 31 электрической щетки и первой молниезащитной электрической щеткой 32 и позволять пыли скапливаться между дугообразной дорожкой 31 электрической щетки и первой молниезащитной электрической щеткой 32, тем самым обеспечивая хорошую электрическую проводимость между дугообразной дорожкой 31 электрической щетки и первой молниезащитной электрической щетки 32 посредством проводимости пыли. Оптимальная шероховатость поверхности дугообразной дорожки 31 электрической щетки предпочтительно находится в диапазоне от Ra8 до Ra12, таким образом, потери первой электрической щетки 32 могут быть максимально уменьшены для обеспечения длительного срока службы первой электрической щетки 32, а также можно обеспечить хорошую электрическую проводимость между дугообразной дорожкой 31 электрической щетки и первой молниезащитной электрической щеткой 32.

Дополнительно в качестве расширения и изменения варианта осуществления могут быть предоставлены две группы первых проводящих компонентов 3 для тока молнии и два первых изолирующих компонента 4 в соответствии с вариантом осуществления настоящей заявки. Как показано на фиг. 3, в этом варианте осуществления настоящей заявки предоставлены три группы первых проводящих компонентов 3 для тока молнии и три первых изолирующих компонента 4. Три первые молниезащитные электрические щетки 32 равномерно распределены с интервалом 120° на внешней поверхности ротора 5 генератора посредством трех первых изолирующих компонентов и расположены вблизи лопастей 1, и три дугообразные дорожки 31 электрической щетки соответственно распределены у оснований внешних поверхностей трех лопастей 1. Таким образом, три первые молниезащитные электрические щетки 32 один в один соответствуют дугообразным дорожкам 31 электрической щетки на лопастях 1, тем самым эффективно проводя ток молнии от заземляющего спуска 2 лопасти к металлическому проводнику 9.

Как показано на фиг. 3, каждый из первых изолирующих компонентов 4 может представлять собой опорную конструкцию, имеющую, по существу, Z-образную форму. Первая молниезащитная электрическая щетка 32 расположена на одном конце, ближайшем к лопасти 1, Z-образной формы первого изолирующего компонента 4, тем самым обеспечивая, чтобы дугообразная дорожка 31 электрической щетки находилась в скользящем контакте с первой молниезащитной электрической щеткой 32. Первый изолирующий компонент 4 может быть изготовлен из изоляционного материала, такого как керамика, высокомолекулярный полимер, каучук или нейлон.

Дополнительно первый изолирующий компонент 4 может быть оснащен первым ящиком 12 для сбора пыли с электрической щетки для сбора пыли, образованной в процессе трения первой молниезащитной электрической щетки 32 и дугообразной дорожки 31 электрической щетки, тем самым предотвращая попадание пыли в генератор и негативное воздействие на нормальную работу генератора. В частности, как изображено на фиг. 3, первый ящик 12 для сбора пыли с электрической щетки имеет коробчатую структуру, которая может полностью вмещать в себя первую молниезащитную электрическую щетку 32. Небольшое отверстие расположено в правой боковой поверхности, соприкасающейся с лопастью 1, коробчатой структуры, которое может оставлять открытой первую молниезащитную электрическую щетку 32 для того, чтобы она находилась в скользящем контакте с дугообразной дорожкой 31 элек-

трической щетки. Небольшое отверстие расположено в левой боковой поверхности коробчатой структуры, которое может обеспечивать возможность прохождения металлического проводника 9. Таким образом, пыль эффективно и герметично удерживается внутри коробчатой структуры и боковая поверхность первого ящика 12 для сбора пыли с электрической щетки может открываться, таким образом облегчая замену первой молниезащитной электрической щетки 32.

В варианте осуществления настоящего изобретения по фиг. 2 и 3 молниезащитное устройство для системы ветротурбогенератора с прямым приводом дополнительно содержит второй изолирующий компонент 8, расположенный на внешней поверхности ротора 5 генератора и вблизи обтекателя. Вторым проводящий компонент 7 для тока молнии содержит третий проводящий конец и четвертый проводящий конец. Третий проводящий конец расположен на втором изолирующем компоненте 8 и электрически присоединен к металлическому проводнику 9, и четвертый проводящий конец расположен на изолированном кожухе 6 обтекателя и электрически присоединен к молниезащитному заземляющему спуску 11. Таким образом, третий проводящий конец находится в скользящем контакте с четвертым проводящим концом в том случае, когда ротор 4 генератора вращается, тем самым проводя ток молнии от металлического проводника 9 к молниезащитному заземляющему спуску 11 посредством третьего проводящего конца и четвертого проводящего конца.

В частности, как изображено на фиг. 3, третий проводящий конец может представлять собой вторую молниезащитную электрическую щетку 71, четвертый проводящий конец может представлять собой металлическую кольцевую дорожку 72 электрической щетки, окружающую изолированный кожух 6 обтекателя, и ширина металлической кольцевой дорожки 72 электрической щетки превышает или равна длине длинной стороны поперечного сечения второй молниезащитной электрической щетки 71. Кроме этого, в качестве расширения и изменения варианта осуществления могут быть расположены три вторые молниезащитные электрические щетки 71, и три вторые молниезащитные электрические щетки 71 равномерно распределены с интервалом 120° на внешней поверхности ротора генератора и вблизи изолированного кожуха 6 обтекателя. Предпочтительно три первые молниезащитные электрические щетки 32 один в один соответствуют трем вторым молниезащитным электрическим щеткам 71. Соединительные линии между первыми молниезащитными электрическими щетками 32 и соответствующими вторыми молниезащитными электрическими щетками 71 параллельны друг другу.

С конструкцией структуры из трех первых молниезащитных электрических щеток 32 и трех вторых молниезащитных электрических щеток 71 можно достичь эффекта 360-градусной молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом, тем самым достигая молниезащиты, охватывающей полный угол и все направления, улучшая характеристики молниезащиты системы ветротурбогенератора с прямым приводом и дополнительно обеспечивая безопасную работу системы ветротурбогенератора с прямым приводом в условиях грозы.

Более того, поскольку три первые молниезащитные электрические щетки 32 один в один соответствуют трем вторым молниезащитным электрическим щеткам 71, и соединительные линии между первыми молниезащитными электрическими щетками 32 и соответствующими вторыми молниезащитными электрическими щетками 71 параллельны друг другу, длина металлического проводника 9 между первой молниезащитной электрической щеткой 32 и второй молниезащитной электрической щеткой 71 может быть сведена к минимуму, тем самым облегчая и осуществляя проведение тока молнии.

Второй изолирующий компонент 8 может представлять собой опорную конструкцию, имеющую, по существу, Z-образную форму, и вторая молниезащитная электрическая щетка 71 расположена на одном конце, ближайшем к изолированному кожуху 6 обтекателя, Z-образной формы второго изолирующего компонента 8. Вторым изолирующий компонент 8 может быть изготовлен из изоляционного материала, такого как керамика, высокомолекулярный полимер, каучук или нейлон. Кроме этого, вторым изолирующий компонент 8 может быть оснащен вторым ящиком 13 для сбора пыли с электрической щетки, обладающим тем же эффектом и структурой, что и первый ящик 12 для сбора пыли с электрической щетки, который не будет подробно описан в дальнейшем.

Для обеспечения надежного скользящего контакта между кольцевой дорожкой 72 электрической щетки и второй молниезащитной электрической щеткой 71, кольцевая дорожка 72 электрической щетки может быть расположена над внешней поверхностью ротора 5 генератора на predetermined высоте, например predetermined высота находится в диапазоне от 300 до 350 мм, и predetermined высота предпочтительно составляет 320 мм. Подобно дугообразной дорожке 31 электрической щетки, шероховатость поверхности кольцевой дорожки 72 электрической щетки может предпочтительно находиться в диапазоне от Ra8 до Ra12 и предпочтительно составляет Ra10.

В варианте осуществления металлический проводник 9 между первой молниезащитной электрической щеткой 32 и второй молниезащитной электрической щеткой 71 закреплен на основе первого изолирующего компонента 4 и основе второго изолирующего компонента 8 с помощью крепления (не изображено), тем самым предотвращая поломку металлического проводника 9 из-за непрерывного раскачивания, вызванного вращением ротора 5 генератора.

Как изображено на фиг. 3 и 4, молниезащитный заземляющий спуск 11, соединяющий четвертый проводящий конец и компонент 15 заземления, может проходить мимо подшипника 14 верти-

кальной оси поворота посредством скрутки кабеля для предотвращения поломки молниезащитного заземляющего спуска 11 в том случае, когда генератор вращается под действием подшипника 14 вертикальной оси поворота.

В том случае, когда генератор поворачивается по часовой стрелке или против часовой стрелки на определенный угол под действием подшипника 14 вертикальной оси поворота, молниезащитный заземляющий спуск 11 может скручиваться на тот же угол, на который поворачивается генератор. Следовательно, молниезащитный заземляющий спуск 11 представляет собой устойчивый к скручиванию кабель с достаточной длиной, который не разрушается даже в случае скручивания с максимальным углом (обычно составляющим 720° в направлении по часовой стрелке или 720° в направлении против часовой стрелки). Образ, посредством которого молниезащитный заземляющий спуск 11 имеет достаточную длину для обеспечения того, что молниезащитный заземляющий спуск 11 не сломается в случае скручивания с максимальным углом, называется образом скручивания кабеля.

В частности, как показано на фиг. 4, компонент 15 заземления может представлять собой пластину заземления, расположенную на внутренней стенке башни 10 и электрически присоединенную к основе ветряной турбины (не изображена). В этом случае канал отвода тока молнии молниезащитного устройства для системы ветротурбогенератора с прямым приводом в соответствии с вариантом осуществления настоящей заявки проходит от молниеотвода, сквозь заземляющий спуск 2 лопасти, дугообразную дорожку 31 электрической щетки, первую молниезащитную электрическую щетку 32, вторую молниезащитную электрическую щетку 71, кольцевую дорожку 72 электрической щетки, молниезащитный заземляющий спуск 11, пластину 151 заземления и основу ветряной турбины в землю. В качестве альтернативы компонент 15 заземления может представлять собой основу ветряной турбины, и молниезащитный заземляющий спуск 11 проходит сквозь башню 10 для непосредственного электрического присоединения к основе ветряной турбины, таким образом, канал отвода тока молнии молниезащитного устройства для системы ветротурбогенератора с прямым приводом, образованный в соответствии с вариантом осуществления настоящей заявки, проходит от молниеотвода, сквозь заземляющий спуск 2 лопасти, дугообразную дорожку 31 электрической щетки, первую молниезащитную электрическую щетку 32, вторую молниезащитную электрическую щетку 71, кольцевую дорожку 72 электрической щетки, молниезащитный заземляющий спуск 11 и основу ветряной турбины в землю.

Следует отметить, что в варианте осуществления настоящей заявки металлический проводник 9 и молниезащитный заземляющий спуск 11 обладают достаточной проводящей способностью для обеспечения успешного проведения тока молнии. Например, металлический проводник 9 и молниезащитный заземляющий спуск 11 могут быть выполнены из кабеля из мягкой меди, обладающего площадью поперечного сечения, превышающей или равной 50 мм^2 . Кабель из мягкой меди, обладающий площадью поперечного сечения не менее 70 мм^2 , может быть выбран для дополнительного обеспечения проводящей способности металлического проводника 9 и молниезащитного заземляющего спуска 11. Разумеется, также может использоваться провод, обладающий сильной проводящей способностью, такой как плетеный медный провод или оцинкованная листовая сталь, и обладающий площадью поперечного сечения не менее 70 мм^2 . Металлический проводник 9 и молниезащитный заземляющий спуск 11 не ограничены указанными примерами при условии, что металлический проводник 9 и молниезащитный заземляющий спуск 11 изготовлены из металлического материала, обладающего хорошей проводящей способностью.

В вышеописанном варианте осуществления первый проводящий конец выполнен в виде дугообразной дорожки электрической щетки и второй проводящий конец выполнен в виде первой молниезащитной электрической щетки. В другом варианте осуществления настоящей заявки дугообразная дорожка электрической щетки и первая молниезащитная электрическая щетка могут быть поменяны местами, т.е. первый проводящий конец выполнен в виде первой молниезащитной электрической щетки и второй проводящий конец выполнен в виде дугообразной дорожки электрической щетки, что может реализовать те же технические эффекты и, таким образом, не описано подробно в дальнейшем. Соответственно, кольцевая дорожка электрической щетки и вторая молниезащитная электрическая щетка также могут быть поменяны местами, т.е. третий проводящий конец выполнен в виде кольцевой дорожки электрической щетки и четвертый проводящий конец выполнен в виде второй молниезащитной электрической щетки, что также не описано подробно в дальнейшем.

Следует отметить, что первая молниезащитная электрическая щетка и вторая молниезащитная электрическая щетка в соответствии с настоящей заявкой в каждом случае представляют собой обычную электрическую щетку. Первая молниезащитная электрическая щетка и вторая молниезащитная электрическая щетка определены только для подчеркивания эффектов электрических щеток в варианте осуществления настоящей заявки и для различия местоположений электрических щеток. Соответственно дугообразная дорожка электрической щетки и кольцевая дорожка электрической щетки представляют собой дорожки, совпадающие с электрическими щетками, и дугообразная дорожка электрической щетки и кольцевая дорожка электрической щетки определены лишь для подчеркивания форм дорожек.

Вышеописанные технические решения в соответствии с вариантами осуществления настоящей заявки имеют следующие преимущества. Поскольку конструкция отдельного внешнего токопроводящего канала (от молниеотвода через заземляющий спуск лопасти, дугообразную дорожку электрической щет-

ки у основания внешней поверхности лопасти ветряной турбины, первую молниезащитную электрическую щетку, вторую молниезащитную электрическую щетку, кольцевую дорожку электрической щетки на стороне, ближайшей к генератору, на верхней части кожуха обтекателя, молниезащитный заземляющий спуск, башню и основу ветряной турбины в землю) используется в системе ветротурбогенератора с прямым приводом, повреждение подшипников системы ветротурбогенератора с прямым приводом, вызванное током молнии, можно полностью предотвратить, тем самым уменьшая неисправность системы ветротурбогенератора с прямым приводом. Компоненты в техническом решении электрически соединены и находятся в хорошем контакте друг с другом, какой-либо зазор между компонентами отсутствует, тем самым эффективно уменьшая импеданс канала отвода тока молнии и существенно улучшая характеристики проводимости канала для защиты от прямого разряда молнии. Кроме этого, первая молниезащитная электрическая щетка и вторая молниезащитная электрическая щетка электрически соединены с помощью кабеля из мягкой меди, плетеного медного провода или оцинкованной листовой стали, заземляющий спуск лопасти и молниезащитный заземляющий спуск выполнены из кабеля из мягкой меди, плетеного медного провода или оцинкованной листовой стали, обладающего площадью поперечного сечения не менее 50 мм^2 , тем самым значительно улучшая характеристики проводимости канала для защиты от прямого разряда молнии. По сравнению с молниезащитным устройством, в котором токопроводящий канал предоставлен в системе генератора в традиционной технологии, в техническом решении в соответствии с вариантами осуществления настоящей заявки может быть предотвращено прохождение разряда молнии в систему, повреждающего корпус осевого шарнира и окружающие провода. В техническом решении на молниезащитной электрической щетке предоставлено пылесборное устройство генератора, предотвращающее попадание пыли, образованной от трения электрической щетки, в генератор.

Соответственно, дополнительно предоставлена система ветротурбогенератора с прямым приводом в соответствии с вариантом осуществления настоящей заявки, содержащая лопасть, подшипник осевого шарнира и ступицу колеса, присоединенные к лопасти, генератор, присоединенный к ступице колеса, изолированный кожух обтекателя, присоединенный к генератору, подшипник вертикальной оси поворота, присоединенный к изолированному кожуху обтекателя, башню, присоединенную к подшипнику вертикальной оси поворота, и основу ветряной турбины, расположенную в нижней части башни. Кроме этого, система ветротурбогенератора с прямым приводом дополнительно содержит любое из молниезащитных устройств для системы ветротурбогенератора с прямым приводом в соответствии с вариантами осуществления настоящей заявки, таким образом достигая технических эффектов, описанных выше, и технические эффекты молниезащитного устройства подробно описаны выше и, таким образом, не будут описаны снова в дальнейшем.

Соответственно, дополнительно предоставлен способ молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом в соответствии с вариантом осуществления настоящей заявки. Генератор системы ветротурбогенератора с прямым приводом расположен снаружи обтекателя и система ветротурбогенератора с прямым приводом содержит любое из молниезащитных устройств в соответствии с вариантами осуществления настоящей заявки. Как показано на фиг. 5, способ молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом включает следующие этапы:

S1 - прием тока молнии посредством молниеотвода, расположенного на лопасти ветряной турбины;
S2 - передача тока молнии к первому проводящему компоненту для тока молнии путем присоединения заземляющего спуска лопасти к молниеотводу;

S3 - передача тока молнии от первого проводящего компонента для тока молнии ко второму проводящему компоненту для тока молнии посредством металлического проводника;

S4 - передача тока молнии от второго проводящего компонента для тока молнии к компоненту заземления посредством молниезащитного заземляющего спуска и

S5 - отвод тока молнии в землю с помощью компонента заземления.

В способе молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом в соответствии с вариантом осуществления настоящей заявки первый проводящий компонент для тока молнии содержит первый проводящий конец и второй проводящий конец. Первый проводящий конец расположен у основания лопасти и электрически присоединен к заземляющему спуску лопасти. Второй проводящий конец расположен вблизи лопасти на внешней поверхности ротора генератора, изолирован от ротора генератора и электрически присоединен к металлическому проводнику. Первый проводящий конец находится в скользящем контакте со вторым проводящим концом в случае вращения лопасти. Второй проводящий компонент для тока молнии содержит третий проводящий конец и четвертый проводящий конец. Третий проводящий конец расположен вблизи изолированного кожуха обтекателя на внешней поверхности ротора генератора, изолирован от генератора и электрически присоединен к металлическому проводнику. Четвертый проводящий конец расположен на изолированном кожухе обтекателя и электрически присоединен к молниезащитному заземляющему спуску. Третий проводящий конец находится в скользящем контакте с четвертым проводящим концом в случае вращения ротора генератора.

Следовательно, способ молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом в соответствии с вариантом осуществления настоящей заявки, в частности, включает

S1 - прием тока молнии с помощью молниеотвода, расположенного на лопасти ветряной турбины;

S21 - передача тока молнии к первому проводящему концу путем присоединения заземляющего спуска лопасти к молниеотводу;

S22 - передача тока молнии ко второму проводящему концу посредством скользящего контакта между первым проводящим концом и контактом второго проводящего конца;

S31 - передача тока молнии к третьему проводящему концу с помощью металлического проводника между вторым проводящим концом и третьим проводящим концом;

S32 - передача тока молнии к четвертому проводящему концу посредством скользящего контакта между третьим проводящим концом и четвертым проводящим концом;

S41 - передача тока молнии от четвертого проводящего конца к компоненту заземления посредством молниезащитного заземляющего спуска и

S51 - отвод тока молнии в землю с помощью компонента заземления.

В способе молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом в соответствии с настоящей заявкой молниезащитное устройство дополнительно содержит первый изолирующий компонент и второй изолирующий компонент, первый проводящий конец представляет собой металлическую дугообразную дорожку электрической щетки, обладающую предварительно заданным радианом, и второй проводящий конец представляет собой первую молниезащитную электрическую щетку; третий проводящий конец представляет собой вторую молниезащитную электрическую щетку и четвертый проводящий конец представляет собой металлическую кольцевую дорожку электрической щетки, окружающую изолированный кожух обтекателя; и

способ молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом может дополнительно включать следующие этапы:

размещение второго проводящего конца вблизи лопасти на внешней поверхности ротора генератора и изолирование второго проводящего конца от ротора генератора, описанные выше, включают реализацию изоляции между первой молниезащитной электрической щеткой и ротором генератора путем закрепления первого изолирующего компонента на стороне, ближайшей к лопасти, на внешней поверхности ротора генератора и закрепления первой молниезащитной электрической щетки на первом изолирующем компоненте;

размещение третьего проводящего конца вблизи изолированного кожуха обтекателя на внешней поверхности ротора генератора и изолирование третьего проводящего конца от генератора, описанные выше, включают изолирование второй молниезащитной электрической щетки от ротора генератора путем закрепления второго изолирующего компонента на стороне, ближайшей к изолированному кожуху обтекателя, на внешней поверхности ротора генератора и закрепление второй молниезащитной электрической щетки на втором изолирующем компоненте.

В способе молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом молниезащитное устройство дополнительно содержит первый ящик для сбора пыли с электрической щетки и второй ящик для сбора пыли с электрической щетки; и способ молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом может дополнительно включать

сбор пыли, образованной трением первой молниезащитной электрической щетки, путем закрепления первого ящика для сбора пыли с электрической щетки на первом изолирующем компоненте; и

сбор пыли, образованной трением второй молниезащитной электрической щетки, путем закрепления второго ящика для сбора пыли с электрической щетки на втором изолирующем компоненте.

Способ молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом дополнительно включает

электрическое соединение первой молниезащитной электрической щетки и второй молниезащитной электрической щетки с помощью кабеля из мягкой меди, плетеного медного провода или оцинкованной листовой стали.

Вышеописанное техническое решение в соответствии с вариантами осуществления настоящей заявки имеет следующие преимущества.

Поскольку конструкция отдельного внешнего токопроводящего канала (от молниеотвода через заземляющий спуск лопасти, дугообразную дорожку электрической щетки у основания внешней поверхности лопасти ветряной турбины, первую молниезащитную электрическую щетку, вторую молниезащитную электрическую щетку, кольцевую дорожку электрической щетки на стороне, ближайшей к генератору, на верхней части кожуха обтекателя, молниезащитный заземляющий спуск, башню и основу ветряной турбины в землю) образована в системе ветротурбогенератора с прямым приводом, это может полностью предотвратить повреждение подшипников системы ветротурбогенератора с прямым приводом, вызванное током молнии, тем самым уменьшая неисправность системы ветротурбогенератора с прямым приводом. Компоненты в техническом решении электрически соединены и находятся в хорошем контакте друг с другом без какого-либо зазора между ними, тем самым эффективно уменьшая сопротивление канала отвода тока молнии и существенно улучшая характеристики проводимости канала для защиты от прямого разряда молнии. Кроме этого, первая молниезащитная электрическая щетка и вторая молниезащитная электрическая щетка электрически соединены с помощью кабеля из мягкой меди, плетеного медного провода или оцинкованной листовой стали. Заземляющий спуск лопасти и молниезащитный

заземляющий спуск выполнены из кабеля из мягкой меди, плетеного медного провода или оцинкованной листовой стали, обладающей площадью поперечного сечения не менее 50 мм², тем самым значительно улучшая характеристики проводимости канала для защиты от прямого разряда молнии. По сравнению с молниезащитным устройством, в котором токопроводящий канал предоставлен внутри системы генератора в соответствии с традиционной технологией, в техническом решении в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения предотвращается прохождение разряда молнии в систему и последующее повреждение корпуса осевого шарнира и окружающих проводов. В техническом решении на молниезащитной электрической щетке расположено пылесборное устройство генератора, предотвращающее попадание пыли, образованной от трения электрической щетки, в генератор.

Вышеприведенные описания представляют собой лишь варианты осуществления настоящей заявки и не должны быть истолкованы как ограничивающие объем защиты настоящей заявки. Любые варианты и замены, которые могут быть легко придуманы специалистами в данной области в пределах технического диапазона настоящей заявки, также считаются относящимися к объему настоящей заявки. Следовательно, объем настоящей заявки определен прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Молниезащитное устройство для ветряной турбины, содержащее молниеотвод, расположенный на неметаллической лопасти (1) и выполненный с возможностью приема тока молнии, и заземляющий спуск (2) лопасти, электрически присоединенный к молниеотводу, отличающееся тем, что молниезащитное устройство дополнительно содержит

первый проводящий компонент (3) для тока молнии, электрически присоединенный к заземляющему спуску (2) лопасти и присоединенный к внешней поверхности ротора (5) генератора изолированным образом;

второй проводящий компонент (7) для тока молнии, присоединенный к внешней поверхности ротора (5) генератора и изолированному кожуху (6) обтекателя, содержащему поверхность, изолированную от второго проводящего компонента (7) для тока молнии, изолированным образом, и электрически присоединенный к первому проводящему компоненту (3) для тока молнии посредством металлического проводника (9); и

молниезащитный заземляющий спуск (11), выполненный с возможностью электрического присоединения второго проводящего компонента (7) для тока молнии к компоненту (15) заземления, расположенному внутри башни (10), для отвода тока молнии в землю через компонент (15) заземления, причем

молниезащитное устройство дополнительно содержит первый изолирующий компонент (4), расположенный на внешней поверхности ротора (5) генератора и вблизи лопасти (1);

первый проводящий компонент (3) для тока молнии содержит первый проводящий конец и второй проводящий конец, причем первый проводящий конец расположен у основания лопасти (1) и электрически присоединен к заземляющему спуску (2) лопасти, второй проводящий конец расположен на первом изолирующем компоненте (4) и электрически присоединен к металлическому проводнику (9), и первый проводящий конец находится в скользящем контакте со вторым проводящим концом при вращении лопасти (1);

первый проводящий конец представляет собой дугообразную дорожку (31) электрической щетки, и второй проводящий конец представляет собой первую молниезащитную электрическую щетку (32).

2. Молниезащитное устройство для ветряной турбины по п.1, отличающееся тем, что молниезащитное устройство дополнительно содержит второй изолирующий компонент (8), расположенный на внешней поверхности ротора (5) генератора и вблизи изолированного кожуха (6) обтекателя; и

второй проводящий компонент (7) для тока молнии содержит третий проводящий конец и четвертый проводящий конец, причем третий проводящий конец расположен на втором изолирующем компоненте (8) и электрически присоединен к металлическому проводнику (9), четвертый проводящий конец расположен на изолированном кожухе (6) обтекателя и электрически присоединен к молниезащитному заземляющему спуску (11) и третий проводящий конец находится в скользящем контакте с четвертым проводящим концом при вращении ротора (5) генератора.

3. Молниезащитное устройство для ветряной турбины по п.1, отличающееся тем, что молниезащитное устройство дополнительно содержит первый ящик (12) для сбора пыли с электрической щетки, расположенный на первом изолирующем компоненте (4) и выполненный с возможностью сбора пыли, образованной в процессе трения первой молниезащитной электрической щетки (32) и металлической дугообразной дорожки (31) электрической щетки.

4. Молниезащитное устройство для ветряной турбины по п.1, отличающееся тем, что третий проводящий конец представляет собой одну из второй молниезащитной электрической щетки (71) и металлической кольцевой дорожки (72) электрической щетки, окружающей изолированный кожух (6) обтекателя, и четвертый проводящий конец представляет собой другую одну из второй молниезащитной электрической щетки (71) и металлической кольцевой дорожки (72) электрической щетки, окружающей изолированный кожух (6) обтекателя.

5. Молниезащитное устройство для ветряной турбины по п.4, отличающееся тем, что молниезащитное устройство дополнительно содержит второй ящик (13) для сбора пыли с электрической щетки, расположенный на втором изолирующем компоненте (8) и выполненный с возможностью сбора пыли, образованной в процессе трения второй молниезащитной электрической щетки (71) и металлической кольцевой дорожки (72) электрической щетки.

6. Молниезащитное устройство для ветряной турбины по п.4, отличающееся тем, что шероховатость поверхности металлической дугообразной дорожки (31) электрической щетки или металлической кольцевой дорожки (72) электрической щетки находится в диапазоне от Ra8 до Ra12.

7. Молниезащитное устройство для ветряной турбины по п.1, отличающееся тем, что предварительно заданный радиан дугообразной дорожки электрической щетки составляет по меньшей мере 120° .

8. Молниезащитное устройство для ветряной турбины по п.1, отличающееся тем, что молниезащитный заземляющий спуск (11) проходит мимо подшипника (с) вертикальной оси поворота посредством скрутки кабеля.

9. Молниезащитное устройство для ветряной турбины по п.1, отличающееся тем, что металлический проводник (9) и молниезащитный заземляющий спуск (11) в каждом случае выполнены из кабеля из мягкой меди, плетеного медного провода или оцинкованной листовой стали.

10. Молниезащитное устройство для ветряной турбины по п.1, отличающееся тем, что компонент (15) заземления представляет собой пластину (151) заземления, расположенную на внутренней стенке башни (10) и электрически присоединенную к основе ветряной турбины; или компонент (15) заземления представляет собой основу ветряной турбины, и молниезащитный заземляющий спуск (11) непосредственно электрически присоединен к основе ветряной турбины через башню (10).

11. Молниезащитное устройство для ветряной турбины по п.4, отличающееся тем, что молниезащитное устройство в совокупности содержит три первых проводящих компонента (3) для тока молнии, три первых изолирующих компонента (4), три вторые молниезащитные электрические щетки (71) и три вторых изолирующих компонента (8),

причем три первые молниезащитные электрические щетки (32) распределены равномерно посредством трех первых изолирующих компонентов (4), соответственно, на внешней поверхности ротора (5) генератора с интервалом 120° и вблизи лопасти (1);

три дугообразные дорожки (31) электрической щетки распределены у оснований внешних поверхностей трех лопастей (1) соответственно;

три вторые молниезащитные электрические щетки (71) распределены равномерно посредством трех вторых изолирующих компонентов (8), соответственно, на внешней поверхности ротора (5) генератора с интервалом 120° и вблизи изолированного кожуха (6) обтекателя.

12. Молниезащитное устройство для ветряной турбины по п.11, отличающееся тем, что три первые молниезащитные электрические щетки (32) один в один соответствуют трем вторым молниезащитным электрическим щеткам (71) и соединительные линии между первыми молниезащитными электрическими щетками (32) и соответствующими вторыми молниезащитными электрическими щетками (71) параллельны друг другу.

13. Молниезащитное устройство для ветряной турбины по п.4, отличающееся тем, что металлический проводник (9) между первой молниезащитной электрической щеткой (32) и второй молниезащитной электрической щеткой (71) закреплен на основе первого изолирующего компонента (4) и основе второго изолирующего компонента (8) с помощью крепления соответственно.

14. Система ветротурбогенератора с прямым приводом, отличающаяся тем, что система ветротурбогенератора с прямым приводом содержит молниезащитное устройство для ветряной турбины по любому из пп.1-13.

15. Способ молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом, отличающийся тем, что генератор системы ветротурбогенератора с прямым приводом расположен снаружи обтекателя, причем система ветротурбогенератора с прямым приводом содержит молниезащитное устройство для ветряной турбины по п.1, и способ молниезащиты для системы ветротурбогенератора с прямым приводом включает

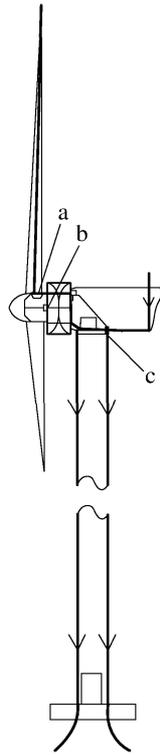
прием тока молнии посредством молниеотвода, расположенного на лопасти (1) ветряной турбины;

передачу тока молнии к первому проводящему компоненту (3) для тока молнии путем присоединения заземляющего спуска (2) лопасти к молниеотводу;

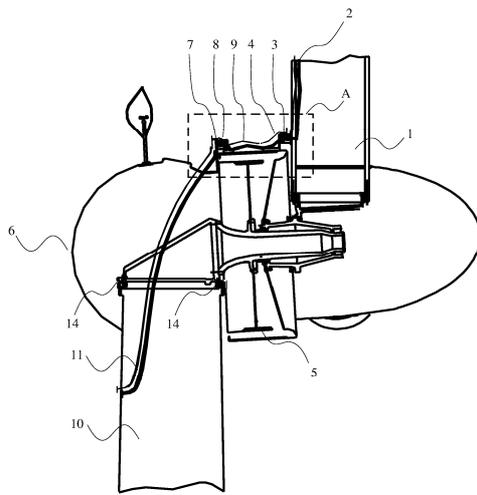
передачу тока молнии от первого проводящего компонента (3) для тока молнии ко второму проводящему компоненту (7) для тока молнии посредством металлического проводника (9);

передачу тока молнии от второго проводящего компонента (7) для тока молнии к компоненту (15) заземления посредством молниезащитного заземляющего спуска (11); и

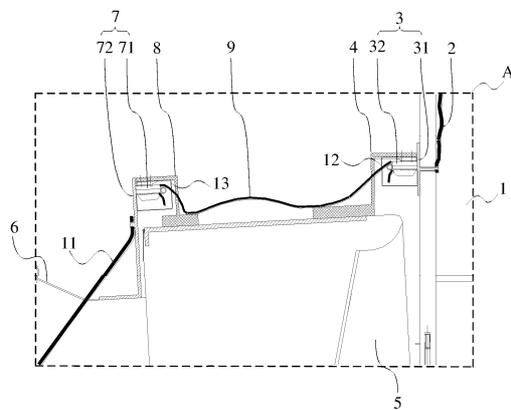
отвод тока молнии в землю посредством компонента (15) заземления.



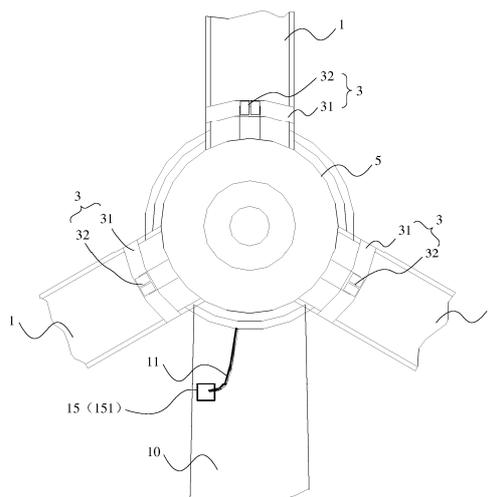
Фиг. 1



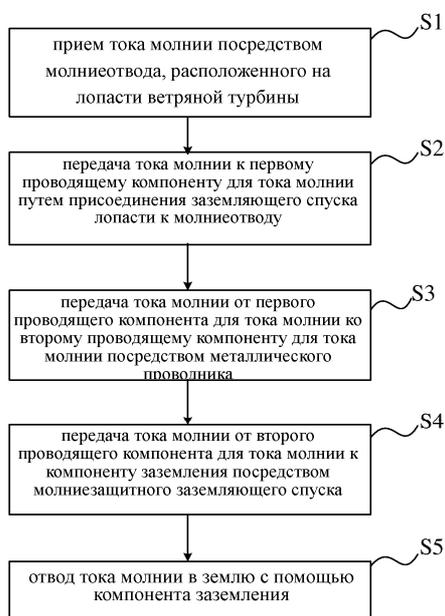
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

