

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047534**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.08.01

(21) Номер заявки
202193331

(22) Дата подачи заявки
2021.12.29

(51) Int. Cl. **H02G 1/02** (2006.01)
B64D 47/08 (2006.01)
B64C 39/02 (2006.01)

(54) БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ, ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ, И СПОСОБ ВЫРАВНИВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ ПРИ ПОСАДКЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА НАХОДЯЩУЮСЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫСОКОВОЛЬТНУЮ ВОЗДУШНУЮ ЛИНИЮ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

(31) **2021139478**

(32) **2021.12.29**

(33) **RU**

(43) **2023.07.31**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"ЛАБОРАТОРИЯ БУДУЩЕГО" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Воронов Станислав Станиславович,
Васильев Иван Дмитриевич,
Лебедев Филипп Сергеевич, Таубе**

**Кирилл Андреевич, Шастин
Арнольд Георгиевич, Шимов
Георгий Викторович, Билевич
Сергей Никитич, Коваленко Павел
Александрович, Родиченко Никита
Сергеевич, Татаринцов Григорий
Сергеевич (RU)**

(74) Представитель:
Лемех А.В. (RU)

(56) **RU-C1-2752875
CA-A1-3132606
CN-U-206401803
RU-C1-2644420**

(57) Изобретение относится к беспилотным летательным аппаратам (БПЛА), осуществляющим посадку на находящуюся под напряжением высоковольтную воздушную линию электропередачи (ВЛ) с целью проведения работ по её диагностике, техническому обслуживанию или ремонту. Способ выравнивания потенциалов при посадке беспилотного летательного аппарата на находящийся под напряжением провод или грозотрос ВЛ, находящийся под наведенным напряжением, заключается в том, что первоначальный электрический контакт беспилотного летательного аппарата с проводом или грозотросом при посадке беспилотного летательного аппарата на него осуществляют при помощи установленного на беспилотном летательном аппарате устройства выравнивания потенциалов, последовательно электрически соединенного через токоограничивающий резистор с элементами беспилотного летательного аппарата, объединенными путем электрического соединения в единую эквипотенциальную поверхность электропроводными материалами, являющуюся нулевой точкой для электронных устройств БПЛА. Также заявлена соответствующая конструкция беспилотного летательного аппарата. Технический результат - предотвращение выхода из строя электронных устройств в составе БПЛА.

047534
B1

047534
B1

Заявляемое изобретение относится к электроэнергетике, а именно к беспилотным летательным аппаратам (БПЛА, БЛА), осуществляющим посадку на находящуюся под напряжением высоковольтную воздушную линию электропередачи (ВЛ) с целью проведения работ по её диагностике, техническому обслуживанию или ремонту.

Известны БПЛА, предназначенные для диагностики, технического обслуживания и ремонта ВЛ. В процессе своей работы данные беспилотные летательные аппараты осуществляют посадку на провод или грозотрос находящейся под напряжением ВЛ (<https://cablewalker.com/tech.html>, дата обращения 07.12.2021).

При нахождении БПЛА на некотором расстоянии от фазного провода ВЛ наблюдаются повторяющиеся с высокой частотой искровые разряды пробоя воздушного промежутка между БПЛА и проводом ВЛ, что говорит о регулярном появлении разности потенциалов между двумя объектами, достаточной для пробоя диэлектрического промежутка между ними. Отсутствие электрического контакта между БПЛА и землей, в таком случае, может говорить о емкостной природе процесса.

Пробой воздушного промежутка при нахождении БПЛА рядом с проводом ВЛ вызывают протекающие импульсы тока большой величины в элементах конструкции БПЛА и пагубно влияют на электронные схемы управления БПЛА. Кроме того, возникающие разряды являются источником широкополосных электромагнитных помех, что также негативно влияет на работоспособность электроники БПЛА.

Задачей настоящего изобретения является обеспечение защиты БПЛА, имеющего в своем составе электронные устройства, от воздействия электрического напряжения ВЛ.

Технический результат, на достижение которого направлено заявляемое изобретение, заключается в предотвращении выхода из строя электронных устройств в составе БПЛА путем объединения всех проводящих деталей корпуса БПЛА в единую эквипотенциальную поверхность, имеющую электрический контакт с проводом или грозотросом, находящимся под наведенным напряжением, в виде электропроводного устройства выравнивания потенциалов, электрически последовательно соединенного с токоограничивающим резистором, гасящим электрический ток выравнивания потенциалов, и являющуюся нулевой точкой для электронных устройств БПЛА.

В части устройства заявляемый технический результат достигается тем, что беспилотный летательный аппарат, предназначенный для диагностики, технического обслуживания и ремонта ВЛ, содержит устройство выравнивания потенциалов, предназначенное для осуществления первоначального электрического контакта беспилотного летательного аппарата с проводом или грозотросом ВЛ, находящимся под наведенным напряжением, при посадке беспилотного летательного аппарата на него, при этом устройство выравнивания потенциалов последовательно электрически соединено через токоограничивающий резистор с элементами беспилотного летательного аппарата, объединенными путем электрического соединения в единую эквипотенциальную поверхность, являющуюся нулевой точкой для электронных устройств БПЛА.

В части способа заявляемый технический результат достигается тем, что способ выравнивания потенциалов при посадке беспилотного летательного аппарата на находящийся под напряжением провод или грозотрос ВЛ, находящийся под наведенным напряжением, заключается в том, что первоначальный электрический контакт беспилотного летательного аппарата с проводом или грозотросом при посадке беспилотного летательного аппарата на него осуществляют при помощи установленного на беспилотном летательном аппарате устройства выравнивания потенциалов, последовательно электрически соединенного через токоограничивающий резистор с элементами беспилотного летательного аппарата, объединенными путем электрического соединения в единую эквипотенциальную поверхность электропроводными материалами, являющуюся нулевой точкой для электронных устройств БПЛА.

Устройство выравнивания потенциалов соединено с беспилотным летательным аппаратом механически с обеспечением относительной подвижности.

Заявляемое изобретение поясняется чертежами, где на фигурах посадка беспилотного летательного аппарата в момент первоначального электрического контакта с проводом (грозотросом) (а) и в момент завершения посадки на провод (грозотрос) (б).

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) 1, предназначенный для диагностики, технического обслуживания и ремонта ВЛ, содержит устройство выравнивания потенциалов 2, предназначенное для осуществления первоначального электрического контакта БПЛА 1 с проводом или грозотросом 3 находящейся под напряжением ВЛ при посадке БПЛА 1 на него (чертеж). Устройство выравнивания потенциалов 2 представляет собой резистивный щуп. Устройство выравнивания потенциалов 2 последовательно электрически соединено через установленный в диэлектрический корпус 4 токоограничивающий резистор 5 с элементами БПЛА 1, объединенными путем электрического соединения в единую эквипотенциальную поверхность 6 электропроводными материалами.

Устройство выравнивания потенциалов 2 предназначено для осуществления первоначального электрического контакта БПЛА 1 с проводом (грозотросом) 3 находящейся под напряжением ВЛ при посадке БПЛА 1 на него. Устройство выравнивания потенциалов 2 имеет контактную поверхность, соприкасающуюся с поверхностью провода (грозотроса) 3.

БПЛА 1 и устройство выравнивания потенциалов 2 механически соединены с обеспечением воз-

возможности свободной посадки БПЛА 1 на провод (грозотрос) 3 ВЛ с обеспечением их относительной подвижности. Данная возможность может обеспечиваться, например, путем шарнирного соединения устройства выравнивания потенциалов 2 и БПЛА 1.

Наличие электрического соединения в единую эквипотенциальную поверхность 6 электропроводным материалом элементов БПЛА 1, электрически соединенную с устройством выравнивания потенциалов 2 через токоограничивающий резистор 5 в диэлектрическом корпусе 4, обеспечивает электромагнитную совместимость электронных устройств БПЛА 1 и находящейся под напряжением ВЛ при посадке летательного аппарата на фазный провод или грозотрос 3.

Заявляемые способ и устройство работают следующим образом.

В процессе пробоев воздушного промежутка между БПЛА и проводом, без использования устройства выравнивания потенциалов, последовательно соединенного с токоограничивающим резистором, напряжение на БПЛА изменяется ступенчато с очень крутыми фронтами. В процессе естественного изменения фазного напряжения каждый раз, при достижении критической разницы потенциалов между корпусом и проводом, происходит пробой воздушного промежутка, через который протекает ток, выравнивающий потенциалы БПЛА и провода. Частота пробоев зависит от таких факторов как диэлектрическая прочность среды между БПЛА и проводом; расстояние между БПЛА и проводом; форма поверхности БПЛА; форма поверхности провода; взаимное расположение БПЛА и провода.

Для ограничения мощности разрядов используется двухэтапная процедура стыковки и расстыковки БПЛА с фазным проводом или грозотросом ВЛ, находящимся под наведенным напряжением, с использованием устройства выравнивания потенциалов 2 и токоограничивающего резистора 5.

При подлете к проводу или грозотросу ВЛ БПЛА 1 приближает к фазному проводу или грозотросу 3, в первую очередь, устройство выравнивания потенциалов 2. Резистор 5 высокого сопротивления, встроенный в БПЛА 1, не позволяет протекать через себя большим токам, что влечет за собой значительное уменьшение интенсивности искрения на этапе стыковки и расстыковки. После полной посадки БПЛА 1 на провод 3 корпус БПЛА устанавливает контакт с проводом напрямую, без резистора. В таком случае напряжения на проводе и БПЛА совпадают.

На первой стадии происходит касание провода (грозотроса) 3 устройством выравнивания потенциалов 2, подключенным к эквипотенциальной поверхности 6 БПЛА 1 через токоограничивающий резистор 5, номинал которого выбирается в зависимости от напряжения ВЛ и электрической емкости БПЛА относительно провода (грозотроса) (фиг. 1а). Резистор 5 ограничивает протекающий при выравнивании потенциалов находящейся под напряжением ВЛ и БПЛА 1 электрический ток, что существенно уменьшает амплитуду широкополосной помехи и величину токов, протекающих в конструкции БПЛА. В результате чего амплитуда помехи опускается до достаточно низкого значения, которое не влияет на функционирование электронных устройств, находящихся на борту БПЛА 1.

На второй стадии БПЛА 1 продолжает снижение и касается фазного провода (грозотроса) 3 эквипотенциальной поверхностью 6 (фиг. 1б). В силу того, что на первой стадии уже произведен электрический контакт провода (грозотроса) 3 и эквипотенциальной поверхности 6 через токоограничивающий резистор 5, широкополосная помеха на второй стадии практически отсутствует.

Электрическое соединение (экранирование) элементов (в т.ч. кабелей) БПЛА обеспечивает защиту сигнальных линий от помех, неизбежно возникающих при искровых и коронных разрядах на корпусе БПЛА и элементах ВЛ. Предлагаемое изобретение позволяет минимизировать как широкополосные помехи, возникающие от искры, образующейся при выравнивании потенциалов БПЛА и фазного провода (грозотроса) находящейся под напряжением ВЛ, так и помехи, возникающие от коронных разрядов на корпусе БПЛА и элементах ВЛ.

Таким образом, предлагаемое изобретение позволяет осуществлять посадку БПЛА на включенную ВЛ, предотвращая выход из строя электронных устройств в составе БПЛА.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Беспилотный летательный аппарат, предназначенный для диагностики, технического обслуживания и ремонта ВЛ, содержащий устройство выравнивания потенциалов, предназначенное для осуществления первоначального электрического контакта беспилотного летательного аппарата с проводом или грозотросом ВЛ, находящимся под наведенным напряжением, при посадке беспилотного летательного аппарата на него, при этом устройство выравнивания потенциалов последовательно электрически соединено через токоограничивающий резистор с элементами беспилотного летательного аппарата, объединенными путем электрического соединения в единую эквипотенциальную поверхность, являющуюся нулевой точкой для электронных устройств БПЛА.

2. Беспилотный летательный аппарат, предназначенный для диагностики, технического обслуживания и ремонта ВЛ по п.1, отличающийся тем, что устройство выравнивания потенциалов соединено с беспилотным летательным аппаратом механически с обеспечением относительной подвижности.

3. Способ выравнивания потенциалов при посадке беспилотного летательного аппарата на находящийся под напряжением провод или грозотрос ВЛ, находящийся под наведенным напряжением, заклю-

чающийся в том, что первоначальный электрический контакт беспилотного летательного аппарата с проводом или грозотросом при посадке беспилотного летательного аппарата на него осуществляют при помощи установленного на беспилотном летательном аппарате устройства выравнивания потенциалов, последовательно электрически соединенного через токоограничивающий резистор с элементами беспилотного летательного аппарата, объединенными путем электрического соединения в единую эквипотенциальную поверхность электропроводными материалами, являющуюся нулевой точкой для электронных устройств БПЛА.

