



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H01H 85/042 (2021.05)

(21)(22) Заявка: 2021116292, 04.06.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.06.2021

Дата регистрации:
09.09.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.06.2021

(45) Опубликовано: 09.09.2021 Бюл. № 25

Адрес для переписки:
119334, Москва, ул. Косыгина, 5, кв. 35,
Щедрину М.Б.

(72) Автор(ы):

Желтов Владимир Валентинович (RU),
Копылов Сергей Игоревич (RU),
Архангельский Андрей Юрьевич (RU),
Балашов Николай Николаевич (RU),
Белкин Дмитрий Владиславович (RU),
Шигидин Александр Борисович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"Энергетическая безопасность" (ООО
"Энергетическая безопасность") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: CN 102545141 A, 04.07.2012. RU 89783
U1, 10.12.2009. KR 20040032661 A1, 17.04.2004.
JP 2000268700 A, 29.09.2000. WO 2017193982 A1,
16.11.2017.

(54) Высоковольтный предохранитель с высокотемпературной сверхпроводящей вставкой

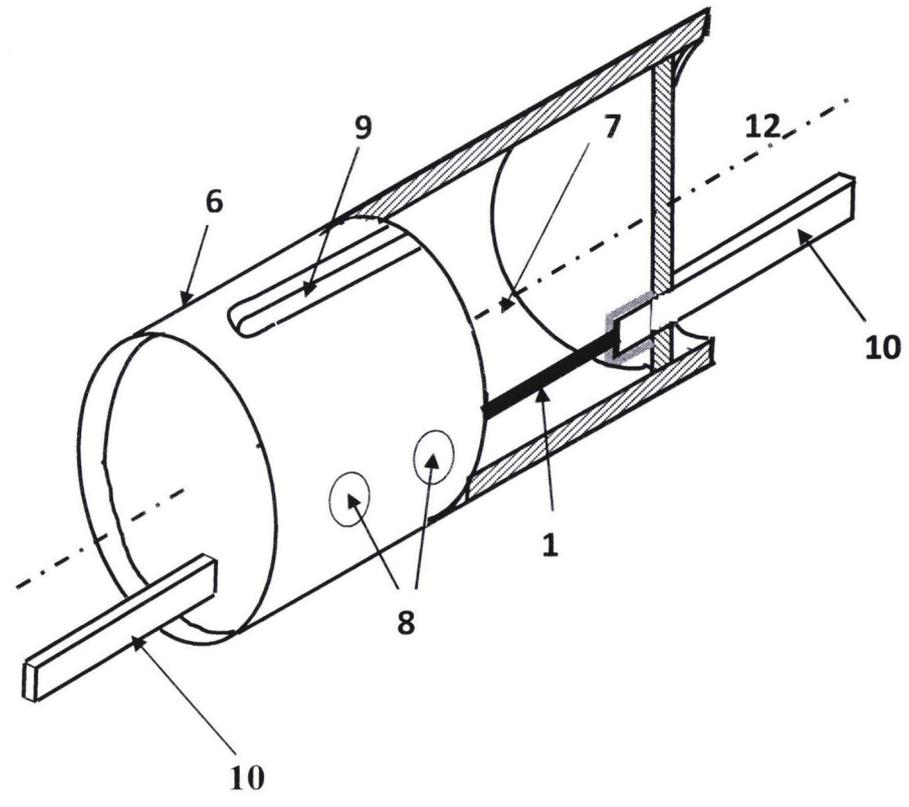
(57) Реферат:

Полезная модель относится к области плавких предохранителей и может быть применена в мощных электрических сетях для защиты силового электрооборудования и линий электропередач от токов короткого замыкания.

Технический результат полезной модели - повышение надежности функционирования предохранителя со сменной ВТСП-вставкой и осуществляемой им защиты электрооборудования.

Предохранитель содержит плавкую вставку (1) из высокотемпературных сверхпроводящих лент, предназначенную для размещения в

криостате (2). Вставка (1) заключена в патрон (6), выполненный из электроизоляционного материала, сохраняющего упругость при температуре жидкого азота. Патрон (6) в его верхней и нижней частях снабжен отверстиями (9) и (8), предназначенными для сообщения полости (7) патрона (6) с внутренней полостью (3) криостата (2). Для оптимизации процесса дугогашения ось вставка (1) смещена относительно оси (12) патрона (6), а отверстие (9) выполнено в виде продольной щели. 1 з.п.ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1

Область техники

Полезная модель относится к области плавких предохранителей и может быть применена в мощных электрических сетях для защиты силового электрооборудования и линий электропередач от токов короткого замыкания (КЗ). В зависимости от характеристик защищаемого оборудования заявляемый предохранитель может быть использован как для полного отключения тока КЗ, так и для ограничения тока КЗ до момента срабатывания штатной релейной защиты. В последнем случае заявляемый предохранитель используется в качестве основного элемента токоограничителя, в котором параллельно предохранителю подключен шунт из не сверхпроводящего материала, сопротивление которого ограничивает ток КЗ после перегорания предохранителя.

Уровень техники

Известен выбранный в качестве прототипа высоковольтный предохранитель, содержащий плавкую вставку из высокотемпературных сверхпроводящих лент (ВТСП-лент), предназначенную для размещения в криостате [CN 102545141 А, публ. 21.09.2016].

Преимущество плавких предохранителей с вставкой из ВТСП-лент (ВТСП-вставкой) перед обычными предохранителями - возможность достижения более высокого быстродействия, то есть более короткого времени размыкания защищаемой цепи при возникновении КЗ.

В прототипе ВТСП-вставка выполнена из нескольких параллельных ВТСП-лент, соединенных медными шинами, которые закреплены в рамной конструкции, размещенной во внутренней полости криостата, и с помощью токопроводящих кронштейнов подключены к его криогенным токовводам.

В нормальном режиме защищаемой цепи ток через вставку из ВТСП-лент (ВТСП-вставку) не превышает их суммарный критический ток. При этом ВТСП-ленты, охлаждаемые заполняющим криостат криоагентом (жидким азотом), находятся в сверхпроводящем состоянии, то есть имеют нулевое сопротивление. При возникновении КЗ в цепи, защищаемой предохранителем, ток, протекающий через ВТСП-вставку, возрастает до величины, превышающей суммарный критический ток ВТСП-лент. В результате ВТСП-ленты переходят из сверхпроводящего в нормальное состояние с ненулевым сопротивлением электрическому току и разогреваются выделяющимся на их активном сопротивлении джоулевым теплом.

Вследствие высокой скорости перехода из сверхпроводящего состояния в нормальное и малой толщины ВТСП-лент они разрушаются в результате электровзрывного процесса и размыкают защищаемую цепь. После отключения сработавшего предохранителя от источников напряжения рамная конструкция может быть заменена на новую ВТСП-вставку.

Недостаток прототипа состоит в том, что при каждом срабатывании предохранителя мощная ударная волна от электровзрыва ВТСП-лент, возникающая в жидком азоте, воздействует на криостат с риском его повреждения, а мелкодисперсионные продукты электровзрыва ВТСП-лент остаются в криостате, ухудшая изолирующие свойства криостата и криоагента. Это ухудшает процесс затухания дуги после электровзрыва ВТСП-лент, а также создает возможность возникновения дуги даже в номинальном режиме после нескольких замен ВТСП-вставки. По вышеизложенным причинам надежность функционирования предохранителя-прототипа падает настолько, что возникает необходимость перед каждой заменой сгоревшего предохранителя производить контрольную чистку криостата и замену криоагента.

Сущность полезной модели

Технический результат полезной модели - повышение надежности функционирования предохранителя со сменной ВТСП-вставкой и осуществляемой им защиты электрооборудования.

5 В случае использования заявляемого предохранителя в составе токоограничителя, себестоимость изделия в целом может быть снижена, по сравнению с токоограничителями других типов (в частности, с резистивными сверхпроводящими токоограничителями) как минимум, на порядок.

10 Предметом полезной модели является предохранитель, содержащий плавкую вставку, по меньшей мере, из одной ВТСП-ленты, предназначенную для размещения в криостате с жидким азотом, отличающийся тем, что указанная вставка заключена в патрон, выполненный из электроизоляционного материала, сохраняющего упругость при температуре жидкого азота, при этом патрон в его верхней и нижней частях снабжен отверстиями, предназначенными для сообщения полости патрона с внутренней полостью криостата.

15 Это повышает надежность функционирования предохранителя со сменной ВТСП-вставкой и осуществляемой им защиты электрооборудования, так как снижает вероятность повреждения криостата ударной волной электровзрыва ВТСП-вставки и/или потери электроизоляционных свойств криостата и криоагента, вследствие их загрязнения продуктами сгорания заменяемых ВТСП-вставок.

20 Развитие полезной модели состоит в том, что ось плавкой вставки смещена относительно оси патрона, а отверстие в верхней части патрона выполнено в виде продольной щели, размеры которой согласуются с расположением и ориентацией ленты, таким образом, чтобы исключить возможность возврата отраженной ударной волны в межконтактный промежуток.

25 Как показали эксперименты, отраженная ударная волна обладает достаточной мощностью для сжатия разлетающихся продуктов сгорания ВТСП-лент, которое способно инициировать возникновение повторной электрической дуги.

Осуществление полезной модели с учетом ее развития

30 На фиг. 1 и 2 показана конструкция заявляемого предохранителя с раскрытием размещения патрона во внутренней полости криостата.

На фигурах обозначено:

1 - плавкая ВТСП-вставка.

2 - криостат с двойными стенками и теплоизоляцией, например, вакуумной, в межстеночной полости;

35 3 - внутренняя полость криостата 2;

4 - криогенные токовводы с высоковольтной изоляцией 5;

6 - патрон из упругого электроизоляционного материала, сохраняющего упругость при температуре жидкого азота (например, из политетрафторэтилен, торговая марка фторопласт-4 или сверхвысокомолекулярного полиэтилена - СВМПЭ);

40 7 - внутренняя полость патрона 6;

8 и 9 - отверстия, выполненные в нижней и верхней частях патрона 6 соответственно, предназначенные для сообщения полости 7 с полостью 3.

Вставка 1 может быть выполнена из одной ВТСП-ленты или нескольких параллельных ВТСП-лент, соединенных с токовводами 4, например, с помощью шин (как в прототипе) или, как показано на фигурах, с помощью концевых контактов 10 (например, ножевого или колпачкового типа), закрепленных на торцах патрона 6 и соединенных с плавкой вставкой 1. Контакты 10 предназначены для введения в размещенные в полости 3 криостата 2 ответные контакты 11, соединенные с токовводами

4.

Отверстия 8 и 9 выполнены в нижней и верхней частях патрона 6 относительно его продольной оси 12.

Продольная ось вставки 1 смещена относительно оси 12 патрона 6.

5 Отверстие 9, выполнено в виде продольной щели, размеры которой согласуются с расположением и ориентацией вставки 1 таким образом, чтобы исключить возможность возврата отраженной ударной волны в межконтактный промежуток.

Предохранитель, предназначенный для размещения в криостате, работает следующим образом.

10 Патрон 6 с заключенной в него плавкой ВТСП-вставкой 1, представляющий собой сменный модуль, устанавливается контактами 10 (на фигурах показаны контакты 10 ножевого типа) в ответные контакты 11.

Полость 3 криостата 2 заполняют криоагентом (жидким азотом), обеспечивающим сверхпроводящее состояние ВТСП-вставки 1.

15 С помощью коммутирующих устройств (на фигурах не показаны), подключенных к токовводам 4, предохранитель вводят в защищаемую электрическую цепь. В случае использования предохранителя в составе токоограничителя, параллельно ему подключают внешний шунт.

В нормальном режиме защищаемой цепи, ток через вставку 1 не превышает значения критического тока ВТСП-ленты, и вставка 1, охлаждаемая заполняющим криостат 2 жидким азотом, находится в сверхпроводящем состоянии с нулевым электрическим сопротивлением. При возникновении КЗ в цепи, защищаемой предохранителем, ток, протекающий через вставку 1, возрастает до величины, превышающей критический ток ВТСП-ленты. ВТСП-лента вставки 1 переходит из сверхпроводящего состояния в
25 нормальное с ненулевым сопротивлением электрическому току и разогревается джоулевым теплом, выделяющемся на активном сопротивлении ВТСП-ленты.

Вследствие высокой скорости перехода из сверхпроводящего состояния в нормальное и малой толщины ВТСП-ленты возникает электровзрывной процесс ее разрушения с зажиганием и погасанием электрической дуги между частями ВТСП-ленты,
30 соединенными с контактами 10. Возникающая при электровзрыве ударная волна распространяется в криоагенте (жидком азоте), заполняющем патрон 6, который, благодаря упругости его материала, демпфирует ударную волну, снижая энергию ее воздействия на стенки патрона. При этом мелкодисперсионные продукты электровзрывного сгорания ВТСП-ленты, которые в устройстве-прототипе полностью
35 попадают в полость 3 криостата 2, в заявляемой конструкции ВТСП-предохранителя оседают на внутренней поверхности патрона 6, не попадая в полость 3 и не ухудшая электроизоляционные свойства криостата и криоагента.

В результате сгорания ВТСП-вставки 1 ток КЗ через защищаемое оборудование либо прекращается, либо (в случае использования вставки в составе токоограничителя)
40 вытесняется во внешний шунт. После отключения коммутирующими устройствами токовводов 4 от высокого напряжения патрон 6 со сгоревшей вставкой 1 заменяют.

Как следует из вышеизложенного, совокупность существенных признаков заявляемого предохранителя, характеризующегося тем, что вставка 1, по меньшей мере, из одной ВТСП-ленты, предназначенная для размещения в криостате 2, заключена
45 в патрон 6, выполненный из электроизоляционного материала, сохраняющего упругость при температуре жидкого азота, и при этом патрон 6 в его верхней и нижней частях снабжен отверстиями 9 и 8 соответственно, предназначенными для сообщения полости 7 патрона 6 с внутренней полостью 3 криостата 2, необходима и достаточна для

5 достижения указанного в заявке технического результата, а именно повышения надежности функционирования предохранителя со сменной ВТСП-вставкой и осуществляемой им защиты электрооборудования, благодаря снижению вероятности повреждения криостата ударной волной электровзрыва ВТСП-вставки и/или потери электроизоляционных свойств криостата и криоагента в результате загрязнения продуктами сгорания заменяемых ВТСП-вставок.

10 Как показали проведенные эксперименты, выполнение в верхней части патрона 6 продольной щели 9 и смещение оси плавкой вставки 1 относительно оси 12 патрона 6 дополнительно способствует достижению вышеуказанного технического результата.

Заявленная совокупность признаков полезной модели не известна из уровня техники и, следовательно, удовлетворяет критерию «новизна».

15 Полезная модель удовлетворяет критерию «промышленная применимость», так как надежная работа заявленного предохранителя подтверждена серией проведенных экспериментов на переменном токе с амплитудой до 500 А.

(57) Формула полезной модели

1. Предохранитель, содержащий плавкую вставку, по меньшей мере, из одной высокотемпературной сверхпроводящей ленты, предназначенную для размещения в криостате с жидким азотом, отличающийся тем, что указанная вставка заключена в патрон, выполненный из электроизоляционного материала, сохраняющего упругость при температуре жидкого азота, при этом патрон в его верхней и нижней частях снабжен отверстиями, предназначенными для сообщения полости патрона с внутренней полостью криостата.

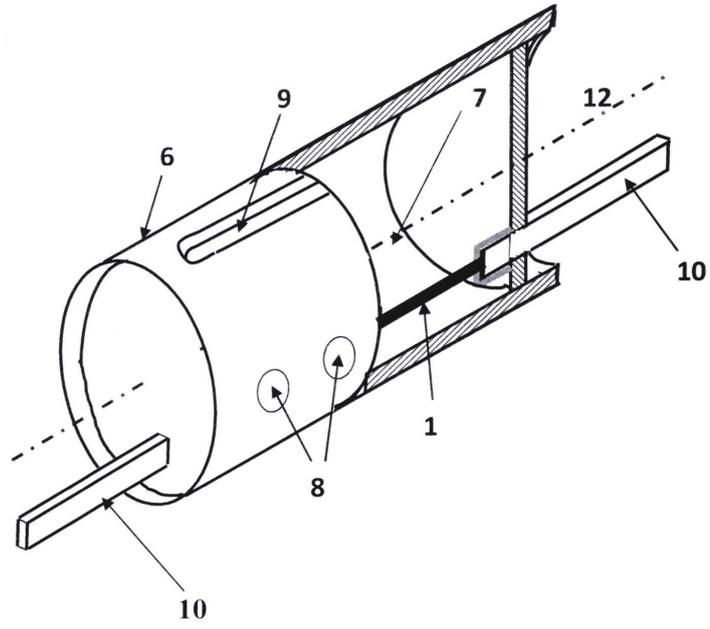
25 2. Предохранитель по п. 1, отличающийся тем, что ось плавкой вставки смещена относительно оси патрона, а отверстие в его верхней части выполнено в виде продольной щели, размеры которой согласуются с расположением и ориентацией вставки.

30

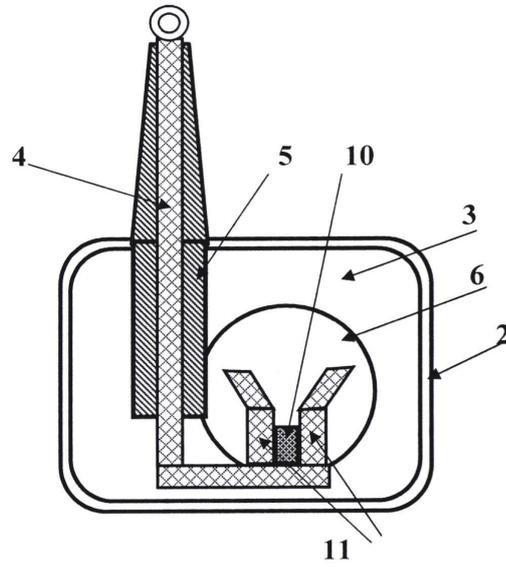
35

40

45



Фиг. 1



Фиг. 2