

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045380**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.11.21

(51) Int. Cl. **H01H 1/06** (2006.01)
H01H 1/42 (2006.01)

(21) Номер заявки
202392521

(22) Дата подачи заявки
2022.02.28

(54) **КОНТАКТНАЯ СИСТЕМА АППАРАТА ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ПРИЕМНЫЙ КОНТАКТ КОНТАКТНОЙ СИСТЕМЫ**

(31) **2021106050**

(56) RU-U1-145155
RU-U1-51784
DE-U1-202013000658
SU-A1-265212
WO-A1-2006097457

(32) **2021.03.10**

(33) **RU**

(43) **2023.11.20**

(86) **PCT/RU2022/050060**

(87) **WO 2022/191741 2022.09.15**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"СВЕРДЛОВЭЛЕКТРО-СИЛОВЫЕ
ТРАНСФОРМАТОРЫ" (ООО "СВЭЛ-
СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ")
(RU)**

(72) Изобретатель:
**Семёнов Владимир Анатольевич,
Грехов Владислав Владимирович,
Поблагуев Павел Николаевич (RU)**

(74) Представитель:
Казгова К.А. (RU)

(57) Контактная система и приемный контакт относятся к электротехнике и могут быть использованы в ножах разъединителей и заземлителей. Достигается снижение необходимого контактного нажатия, повышение стойкости контакта и его надежности, механического ресурса устройства, самоустанавливаемость контактов. Система содержит контактный нож с приемным контактом и нож с ответным контактом с возможностью прижатия к приемному. На поверхности приемного контакта в месте касания с ответным выполнены канавки с наклонными стенками прямолинейного или криволинейного профиля. Ответный контакт имеет цилиндрическую поверхность в месте контактирования и может представлять собой упругие цилиндрические стержни. По бокам приемного контакта выполнены направляющие в виде пластин с расширяющимися пазами.

B1

045380

045380

B1

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в конструкции главных ножей разъединителей и в контактных ножах заземлителей, как отдельно стоящих, так и встроенных в разъединитель.

Известны контактные системы аппаратов, разъединителей и заземлителей, в составе которых используются поворотные ножи с консольно закрепленными на них ламелями и поворотный нож с приемным контактом. При включении аппарата приемный контакт входит в упомянутые ламели. Ламельные контакты выполняются из цилиндрических прутков проводящего упругого материала (например, бронзы) и имеют покрытие, повышающее качество и стабильность контактного соединения.

Например, в известном горизонтально-поворотном разъединителе токоведущая система выполнена в виде двух главных ножей, на одном из которых имеется ламельный контакт, выполненный из контактных ламелей. [Разъединители переменного тока РГП-СЭЩ 35 кВ/ТИ-092-2009 Техническая информация //АО "Группа компаний "Электрощит", 2020 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.electroshield.ru/upload/iblock/0c9/ТИ_214-versiya-1.0-RGP_SESHCH-35-kV.pdf (дата обращения 03.11.2020)].

Известен также горизонтально-поворотный разъединитель с токоведущей системой, выполненной в виде двух токопроводов, один из которых имеет пальцевый, а другой - кулачковый контакт [Разъединитель горизонтально-поворотный типа SDF, на напряжение до 550 кВ, ООО "АББ", 2014 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1HYD800001E&LanguageCode=ru&DocumentPartId=&Action=Launch> (дата обращения 03.11.2020)].

Приемный контакт из-за того, что его размер превосходит расстояние между ламелями деформирует (изгибает) ламели при вхождении между ними при включении аппарата. Силы упругости, возникшие в ламелях вследствие их деформации, обеспечивают необходимое контактное нажатие в месте их касания с приемным контактом. Эта сила должна быть не менее определенной величины, которая пропорциональна квадрату величины силы тока, протекающего через точку касания.

Ламельные контакты, выполненные в виде цилиндрических стержней, имеют с приемным контактом одну точку касания. Это определяет значительные величины протекающего через эту точку тока и, вследствие этого, значительные величины необходимого контактного нажатия. Также при вхождении приемного контакта в ламели при включении происходит самозачистка места контактирования от нежелательных пленок (загрязнений, окислов, солей и т.д.) за счет взаимного трения контакта с ламелями. Но при этом большое значение усилия контактного нажатия приводит к быстрому истиранию гальванических покрытий контактов, ограничивая механический ресурс аппарата.

Задачей группы изобретений является создание контактной системы аппарата высокого напряжения (разъединителя, заземлителя) в целом и конструкции приемного контакта, обеспечивающих надежный электрический контакт при меньших значениях контактного нажатия.

Технический результат, достигаемый при реализации группы изобретений - снижение необходимого контактного нажатия. Достигается также повышение стойкости контактного соединения к неисправностям, в частности, к сквозным токам короткого замыкания, а также повышение механического ресурса, увеличение надежности контактного соединения, самоустанавливаемость контакта. Снижаются требования к взаимной регулировке контактных ножей.

Контактная система аппарата высокого напряжения содержит первый токоведущий нож с приемным кулачковым контактом и второй токоведущий нож с ответным контактом. Ответный контакт выполнен с возможностью прижатия к приемному контакту для обеспечения необходимого контактного нажатия. Причем по крайней мере в одном таком месте касания приемного контакта с ответным контактом на поверхности приемного контакта выполнена канавка с наклонными стенками, которая при взаимодействии контактов позволяет увеличить количество точек контакта.

Предпочтительно ответный контакт имеет цилиндрическую поверхность по крайней мере в местах его касания с приемным контактом, что повышает стабильность контакта и обеспечивает его самоустанавливаемость, а также снижает требования к регулировке взаимного положения контактов.

Таким образом, ответный контакт под действием прижимающей силы опирается своей, предпочтительно цилиндрической, поверхностью на боковые наклонные стенки канавки приемного контакта, создавая на них дополнительные точки электрического контакта. При этом величина тока, проходящего через одну точку контакта, уменьшается, что снижает износ контактов, повышает их устойчивость к неисправностям, в особенности стойкость к токам короткого замыкания.

Ответный контакт второго ножа может быть выполнен в виде двух рядов упругих цилиндрических стержней, которые охватывая приемный контакт с двух сторон, обеспечивают необходимый прижим, обеспечивающий устойчивость и стабильность контакта.

Количество канавок в приемном контакте предпочтительно соответствует количеству элементов ответного контакта, которые взаимодействуют с приемным контактом. Так при выполнении ответного контакта в виде рядов стержней канавки выполняют по крайней мере для части стержней, что уже позволяет увеличить количество точек электрического контакта. Для получения наибольшего эффекта канавки выполняются для каждого стержня, увеличивая количество точек контакта вдвое.

В зависимости от профиля контактов, характеристик контактного нажатия и других особенностей

конструкции устройства наклонные стенки канавок могут иметь прямолинейный или криволинейный профиль, обеспечивающий самоустановку контакта на две точки касания.

Необходимое позиционирование элементов ответного контакта (стержней контакта) в канавках приемного контакта в диапазоне допустимых регулировок аппарата при его включении может осуществляться установленными по бокам приемного контакта направляющими с расширяющимися пазами. Элементы ответного контакта (стержни) при его движении попадают в пазы направляющих, упрощая их установку в канавках приемного контакта.

Заявляемый приемный контакт характеризуется тем, что он выполнен кулачковым и содержит по крайней мере в месте контактирования с ответным контактом канавку с наклонным профилем стенок. Выполнение канавок позволяет увеличить количество точек контакта и тем самым снизить величину необходимого контактного нажатия.

Количество канавок в приемном контакте соответствует количеству элементов ответного контакта, которые непосредственно взаимодействуют с приемным контактом. В случае, когда ответный контакт состоит из нескольких контактных элементов, например из нескольких стержней, канавки выполнены по крайней мере для части таких контактных элементов, что уже позволит увеличить количество точек электрического контакта. Для получения наибольшего эффекта канавки выполняются для каждого контактного элемента (каждого стержня), увеличивая количество точек контакта вдвое.

В зависимости от профиля контактов, характеристик контактного нажатия и других особенностей конструкции устройства наклонные стенки канавок могут иметь прямолинейный или криволинейный профиль, обеспечивающий самоустановку контакта на две точки касания.

Необходимое позиционирование элементов ответного контакта (стержней контакта) в канавках приемного контакта в диапазоне допустимых регулировок аппарата при его включении может осуществляться установленными по бокам приемного контакта направляющими с расширяющимися пазами. Элементы ответного контакта (стержни) при его движении попадают в пазы направляющих, упрощая их установку в канавках приемного контакта.

Сущность заявляемой группы изобретений поясняется фигурами, где изображено

на фиг. 1 - общий вид конструкции контактного соединения, вид сбоку;

на фиг. 2 - общий вид конструкции контактного соединения, вид сверху;

на фиг. 3 - детальный разрез места электрического контакта;

на фиг. 4 - (выносной вид А) места электрического контакта;

на фиг. 5 - диаграмма сил, действующих в контактном соединении без учета сил отбрасывания.

Контактная система аппарата высокого напряжения содержит первый токоведущий нож 1 с приемным кулачковым контактом 4, а также второй токоведущий нож 2 с ответным контактом 3. Ответный контакт 3 второго ножа выполнен с возможностью прижима (прижатия) контакта 3 к приемному контакту 4 с целью обеспечения устойчивого контакта. Для этого ответный контакт 3 может быть выполнен упругим или подпружиненным, а также упруго входящим в приемный контакт или упруго охватывающим его. Прижатие достигается за счет стремления имеющего степени свободы ответного контакта 3, взаимодействующего с приемным контактом 4, вернуться в точку его равновесия.

Ответный контакт 3 предпочтительно имеет цилиндрическую поверхность в месте взаимодействия с приемным контактом 4. При этом линия/точки контакта рабочих поверхностей между собой при их перемещении в широком диапазоне взаимных углов равномерно смещается без изменения характера такого контакта. Это обеспечивает самоустанавливаемость контактов при взаимодействии с цилиндрическими поверхностями, а также снижает требования к точности регулировки взаимного расположения контактов. При использовании поверхности иной формы при движении контактов 3 и 4 друг относительно друга в процессе установления контакта характер поверхности может значительно меняться, возникает неравномерное прижатие, неравномерное распределение токов и т.д. Эти негативные явления могут быть устранены путем точной регулировки взаимного положения контактов, но эффективность работы устройства в таком случае будет сильно зависеть от периодичности и качества проведения регулировки.

Предпочтительный вариант исполнения представлен на фигурах, где в качестве ответного контакта второго ножа 2 используются ламельные или пальцевые контакты. В предпочтительном варианте исполнения стержни 3 представляют собой пальцевые контакты и могут быть в частности выполнены упругими или подпружиненными. Для самоустановки и обеспечения устойчивого электрического контакта стержни 3 имеют цилиндрическую поверхность в местах касания с приемным контактом 4 первого ножа 1. В частности, контакты 3 могут быть выполнены в виде расположенных в два ряда цилиндрических стержней 3 из упругого электропроводящего материала, при деформации (изгибе) которых в процессе вхождения между ними приемного контакта 4 в них возникают силы упругости, достаточные для обеспечения необходимого контактного нажатия. При этом стержни 3 упруго охватывают приемный контакт 4 по крайней мере с двух сторон с обеспечением необходимого прижима и соответственно электрического контакта.

Приемный контакт 4 выполнен кулачковым, например, из двух изогнутых пластин (см. фиг. 1), то есть имеющим объем, позволяющий создавать необходимое контактное нажатие при взаимодействии с ответным контактом 3 (например, при вхождении контакта 4 между стержнями контакта 3), а также вы-

полнять необходимые для повышения эффективности контакта изменения поверхности контакта 4. Так в месте контактирования приемного контакта 4 с контактными элементами ответного контакта, например, стержнями 3 на поверхности приемного контакта 4 выполнена по крайней мере одна канавка 6 с наклонным профилем ее стенок 7 (фиг. 3-5). В зависимости от технологии изготовления контакта 4 канавки 6 могут прорезать насквозь толщину контакта 4 или не прорезать, то есть представлять собой выемку, углубление в теле приемного контакта 4.

Количество канавок 6 предпочтительно соответствует количеству контактных элементов ответного контакта 3, например, стержней 3. Канавки 6 могут быть выполнены для части стержней 3, что позволит увеличить количество точек контакта между ножами 1 и 2. Для получения наибольшего числа контактных точек канавки 6 выполнены для каждого контактного элемента, то есть для каждого стержня 3.

В зависимости от профиля ответного контакта, специфики контактного нажатия и др. наклонные стенки 7 канавок 6 могут иметь как прямолинейную, так и криволинейную (то есть более сложную) поверхность, обеспечивающую самоустановку контактов (стержней 3) на две точки касания. Например, при выполнении ответного контакта в виде цилиндрических стержней 3 поверхность стенок 7 канавок 6 может быть выполнена прямолинейной. Если ответный контакт имеет иной, в том числе более сложный профиль, то для обеспечения необходимого контакта между ним и приемным контактом подбирается соответствующий профиль стенок.

Выполнение в приемном контакте 4 канавок 6 обосновано следующим.

На наклонных стенках 7 канавок 6 расположены точки 8 касания стержней 3 с контактом 4 (см. фиг. 4-5). Через эти точки 8 происходит электрический контакт между ножами 1 и 2 аппарата. Благодаря выполнению канавок 6 каждый стержень 3 имеет две контактные точки 8. Это уменьшает ток через одну точку 8 в два раза по сравнению с обычной контактной системой.

Расчет необходимой величины контактного нажатия проводят по известной формуле Кубекова:

$$F_{\text{кн}} = \frac{I^2 k_L \pi \xi_M H_B}{16 \lambda^2} \frac{1}{[\cos^{-1}(\frac{T_0}{T_k})]^2}$$

где:

$F_{\text{кн}}$ - необходимое усилие контактного нажатия;

I - ток;

k_L - число Лоренца;

ξ_M - коэффициент, характеризующий чистоту обработки материала;

H_B - твердость материала по Бринеллю;

λ - коэффициент теплопроводности материала контакта;

T_0 - температура материала контакта;

T_k - температура точки контактирования.

Анализ формулы показывает, что необходимое контактное нажатие пропорционально квадрату величины протекающего через контактную точку тока при прочих равных условиях. Таким образом уменьшение тока через точку в 2 раза позволяет уменьшить контактное нажатие в 4 раза.

Меньшие усилия контактного нажатия приводят к меньшему износу контактов и особенно их покрытий в процессе включения и отключения аппарата. Таким образом описываемая контактная система имеет больший механический ресурс.

Особенностью описываемого контактного соединения является также то, что сила упругости, возникающая в деформированном при включении стержне контакта, создает контактное нажатие не в одной, а сразу в двух точках. Таким образом можно назвать эту силу упругости силой прижима.

Диаграмма сил, действующих в контактном соединении без учета сил отбрасывания приведена на фиг. 5. Анализ геометрии показывает, что сила контактного нажатия в каждой из точек контакта связана с силой прижима следующим соотношением:

$$F_{\text{кн}} = \frac{F_{\text{пр}}}{2 \sin(\alpha/2)}$$

где

$F_{\text{кн}}$ - сила контактного нажатия;

$F_{\text{пр}}$ - сила прижима;

α - угол наклона кромок (стенок) канавки.

Анализ выражения показывает, что при любом угле α наклона кромок (стенок) более 0° сила контактного нажатия $F_{\text{кн}}$ всегда превышает $1/2$ силы прижима $F_{\text{пр}}$. При угле менее 60° сила $F_{\text{кн}}$ контактного нажатия даже превышает силу прижима $F_{\text{пр}}$.

На фиг. 1 изображены ножи высоковольтного аппарата с четырьмя стержнями 3. Каждая из стержней 3 имеет по две точки 8 касания с приемным контактом 4. Таким образом общее количество точек 8 контактирования ножей равняется $2 \times 4 = 8$.

При пропадании контакта в одной из точек контактирования вследствие неисправности, загрязнения и др., ток через оставшиеся точки возрастет примерно на 14%, тогда как в аналогичной общеприня-

той контактной системе, имеющей четыре точки контакта, ток через работающие точки вырастет на 33,3%. Таким образом описываемое решение обеспечивает лучшую устойчивость к неисправностям и, следовательно, более высокую надежность.

Вследствие того, что стержни под действием силы прижима занимают такое положение в канавке, при котором они наименее деформированы и при этом в широком диапазоне взаимных углов стержней и осей канавок, контакты можно считать самоустанавливающимися.

При включении аппарата происходит скольжение стержней по поверхности наклонных стенок канавок, что обеспечивает кроме прочего самоочистку мест контакта.

Для дополнительного повышения надежности позиционирования стержней 3 в канавках 6 приемного контакта 4 при воздействии на аппарат внешних механических нагрузок, а также при допустимых потерях точности его регулировки, нож 1 приемного контакта 4 может быть оборудован направляющими 5 (см. фиг. 2), представляющими собой пластины с расширяющимися пазами. При включении аппарата происходит поворот ножей 1 и 2, сближение приемного контакта 4 со стержнями 3. При этом стержни 3 вначале входят в пазы направляющих 5, а затем внутри них двигаются в направлении канавок 6 приемного контакта 4. Ширина пазов направляющих 5 в начале обеспечивает захват им стержней 3 при допустимой точности регулировки аппарата. Сужение пазов в направлении канавок 6 приемного контакта 4, обеспечивает необходимое взаимное позиционирование ножей 1 и 2, а также их частей с целью расположения стержней 3 в канавках контакта 4. Таким образом, понижаются требования к точности настройки самого устройства, в том числе повышают надежность контакта при разрегулировке устройства в процессе эксплуатации.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Контактная система аппарата высокого напряжения, содержащая первый токоведущий нож с приемным кулачковым контактом и второй токоведущий нож с ответным контактом, выполненным с возможностью прижатия к приемному контакту, причем по крайней мере в одном месте касания с ответным контактом на поверхности приемного контакта выполнена канавка с наклонными стенками.

2. Контактная система по п.1, отличающаяся тем, что ответный контакт имеет цилиндрическую поверхность, по крайней мере, в местах его касания с приемным контактом.

3. Контактная система по п.2, отличающаяся тем, что ответный контакт выполнен в виде двух рядов упругих цилиндрических стержней.

4. Контактная система по п.3, отличающаяся тем, что канавки выполнены для каждого стержня.

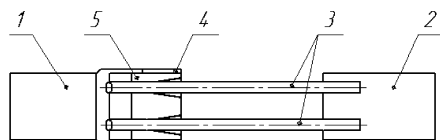
5. Приемный контакт аппарата высокого напряжения, характеризующийся тем, что он выполнен кулачковым и содержит, по крайней мере, в месте контактирования с ответным контактом канавку с наклонным профилем стенок.

6. Приемный контакт по п.5, отличающийся тем, что при выполнении ответного контакта из нескольких контактных элементов канавка выполнена по крайней мере для части таких контактных элементов.

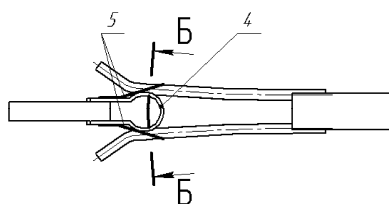
7. Приемный контакт по п.6, отличающийся тем, что канавка выполнена для каждого контактного элемента ответного контакта.

8. Приемный контакт по п.1 или 5, отличающийся тем, что наклонные стенки канавок имеют прямолинейный профиль или криволинейный профиль.

9. Приемный контакт по п.1 или 5, отличающийся тем, что приемный контакт имеет установленные по его бокам направляющие в виде пластин с расширяющимися пазами.



Фиг. 1



Фиг. 2

