

УДК 621.316.933

Защита от перенапряжений электрических сетей 6-10 кв. Разрядники типа рдип-10-iv-ухл1

Чучков А.В.

Научный руководитель – к.т.н. доцент КОНСТАНТИНОВА С.В.

Воздушные линии электропередачи (ВЛ) – сооружение, состоящее из проводов, вспомогательных устройств, и предназначенное для передачи или распределения электрической энергии. Благодаря своей протяженности на сотни и тысячи километров ВЛ являются потенциальной «мишенью» для прямого удара молнии и ее вторичных проявлений. За грозовой сезон каждые 30 км линий электропередачи принимают на себя один удар молнии, что является немаловажным фактором при планировании ее защиты от грозовых проявлений. При каждом воздействии молнии на энергетическое оборудование происходит выработка ресурса и значительное старение оборудования. Экономические потери от такого опосредованного воздействия молнии на энергосистемы значительно превосходят стоимость молниезащиты.

При ударе молнии в линию или вблизи нее на проводах линии возникает грозовое перенапряжение, под воздействием которого изоляция линии может перекрыться. После грозового перекрытия изоляции вероятность установления силовой дуги главным образом зависит от средней напряженности электрического поля, создаваемой рабочим напряжением линии на канале перекрытия.

При заданном номинальном напряжении вероятность возникновения дуги приблизительно обратно пропорциональна длине пути перекрытия. Поэтому за счет увеличения тока можно снизить вероятность установления силовой дуги и, следовательно, сократить число отключений линий. Данный способ грозозащиты реализует этот принцип за счет использования специальных разрядников.

Разрядники типа РДИП-10-IV-УХЛ1 находят все более широкое применение в различных регионах страны при строительстве новых, реконструкции и техническом перевооружении существующих ВЛ 6-10 кВ. Конструктивный эскиз, показывающий общий вид и основные составные части разрядника приведен на рис.1.

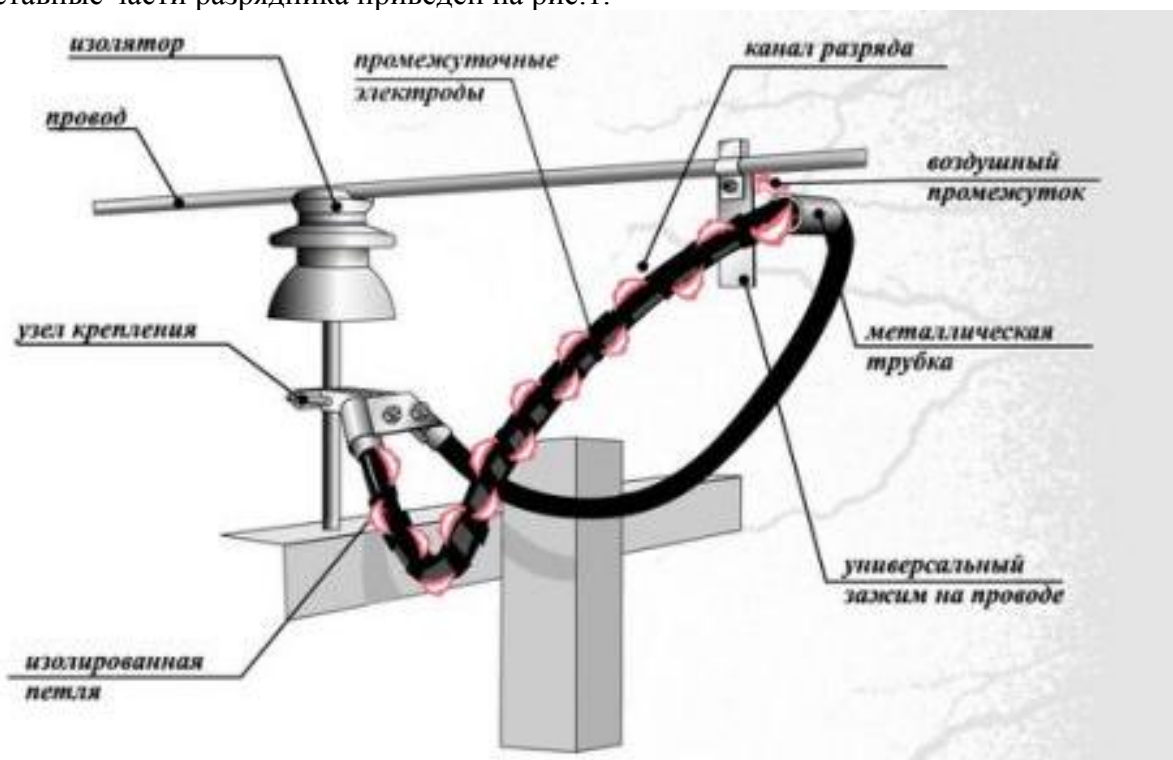


Рисунок 1 – Конструктивный эскиз РДИП-10-IV-УХЛ1

РДИП-10-IV-УХЛ1 предназначен для защиты воздушных линий электропередачи напряжением 6-10 кВ трехфазного переменного тока с защищенными и неизолированными проводами от индуктированных грозовых перенапряжений и их последствий и рассчитан для работы на открытом воздухе при температуре окружающего воздуха от $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 30-и лет.

Разрядник состоит из согнутого в виде петли металлического стержня, покрытого слоем изоляции из полиэтилена высокого давления. Концы изолированной петли закреплены в зажиме крепления, с помощью которого разрядник присоединяется к штырю изолятора на опоре ВЛ. В средней части петли поверх изоляции расположена металлическая трубка. На проводе ВЛ, напротив металлической трубки разрядника, закрепляется универсальный зажим для создания необходимого воздушного искрового промежутка S . Закрепление изолированной петли разрядника на ВЛ производится с помощью зажима крепления. Зажим крепления изготовлен из стали, покрытой защитным слоем цинка, и имеет конструкцию, обеспечивающую надежное крепление разрядника к элементам арматуры ВЛ. Конструкция зажима крепления разрядника может быть изменена и иметь форму, адаптированную под конкретные условия крепления разрядника на опоре ВЛ.

Универсальный зажим для провода изготовлен из стали, покрытой защитным слоем цинка. Конструкция зажима позволяет устанавливать его как на неизолированные, так и на защищенные провода, зажим для которых имеет прокусывающие шипы. Принцип работы разрядника основан на использовании эффекта скользящего разряда, который обеспечивает большую длину импульсного перекрытия по поверхности разрядника, и предотвращении за счет этого перехода импульсного перекрытия в силовую дугу тока промышленной частоты. При возникновении на проводе ВЛ индуктированного грозового импульса искровой воздушный промежуток S между проводом ВЛ и металлической трубкой разрядника пробивается, и напряжение прикладывается к изоляции между металлической трубкой и металлическим стержнем петли, имеющим потенциал опоры. Под воздействием приложенного импульсного напряжения вдоль поверхности изоляции петли от металлической трубки к зажиму крепления разрядника (по одному, или по обоим плечам петли) развивается скользящий разряд. Вследствие эффекта скользящего разряда вольт-секундная характеристика разрядника расположена ниже, чем вольт-секундная характеристика изолятора, то есть при воздействии грозового перенапряжения разрядник перекрывается, а изолятор нет. После прохождения импульсного тока молнии разряд гаснет, не переходя в силовую дугу, что предотвращает возникновение короткого замыкания, повреждение провода и отключение ВЛ. На рис.2 представлен момент срабатывания разрядника при воздействии грозового импульса перенапряжения во время лабораторных испытаний на полномасштабной модели ВЛ 10 кВ.

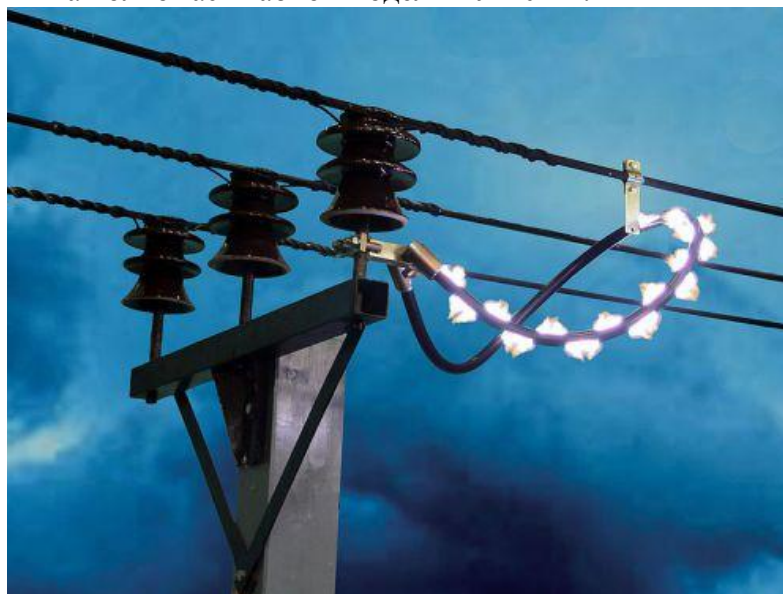


Рисунок 2 – Фотография испытаний на макете.

Конструкция узла крепления РДИП-10-IV-УХЛ1 позволяет устанавливать его на штырь или крюк изолятора ВЛ и на другие элементы арматуры с защищенными и неизолированными проводами. Длинно-искровые разрядники:

- предотвращают пережог проводов (как и «дугозащитные рога»);
- исключают дуговые замыкания и отключения линии, возникающие вследствие индуктированных грозовых перенапряжений.

Основные технические характеристики данного разрядника представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики разрядника

Класс напряжения, кВ	10
Размер внешнего искрового промежутка, см	78
Размер внешнего искрового промежутка, см	2 - 4
50% импульсное пробивное напряжение, кВ, не более	110
Напряжение координации с изолятором ШФ10-Г, кВ	400
Выдерживаемое напряжение коммутационного импульса, кВ	90
Выдерживаемое напряжение промышленной частоты, кВ:	
в сухом состоянии	60
под дождем	50
Ток гашения дуги при номинальном напряжении, А	200
Выдерживаемый импульсный ток 8-20 мкс, кА	40

Разрядный элемент РДИ, вдоль которого развивается скользящий разряд, имеет длину, в несколько раз превышающую длину импульсного перекрытия защищаемого изолятора линии. Конструктивные особенности разрядника обеспечивают более низкое разрядное напряжение при грозовом импульсе по сравнению с разрядным напряжением защищаемой изоляции. Главной особенностью РДИ является то, что вследствие большой длины грозового перекрытия вероятность установления дуги короткого замыкания практически сводится к нулю.

Основные технические характеристики РДИП-10-IV-УХЛ1

Известно, что величина индуктированных перенапряжений не превосходит значения 300 кВ, и это позволяет при правильной организации грозозащиты исключить возможность одно-временного перекрытия двух или трех фаз на одной опоре и, соответственно, междуфазных коротких замыканий. Для этого необходимо устанавливать по одному разряднику на опору с чередованием фаз, например, на первой опоре разрядник устанавливается на фазу А, на второй — на фазу В, на третьей — на фазу С и т. д. (см. рис.3).

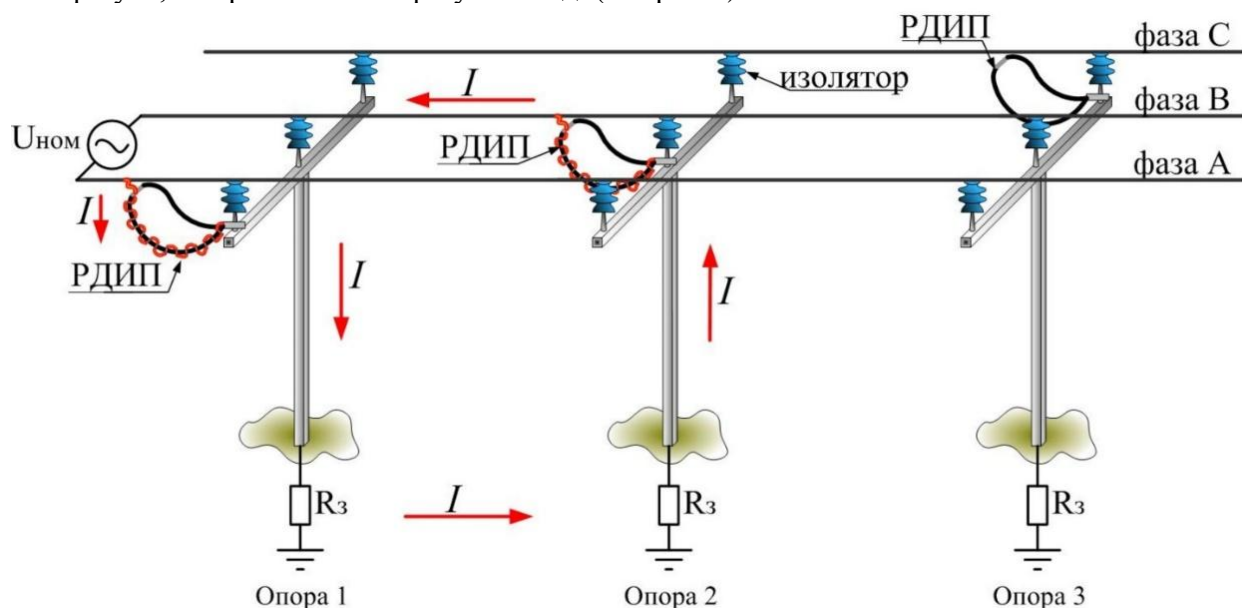


Рисунок 3 – Схема установки длинно-искрового разрядника РДИП-10-IV-УХЛ1

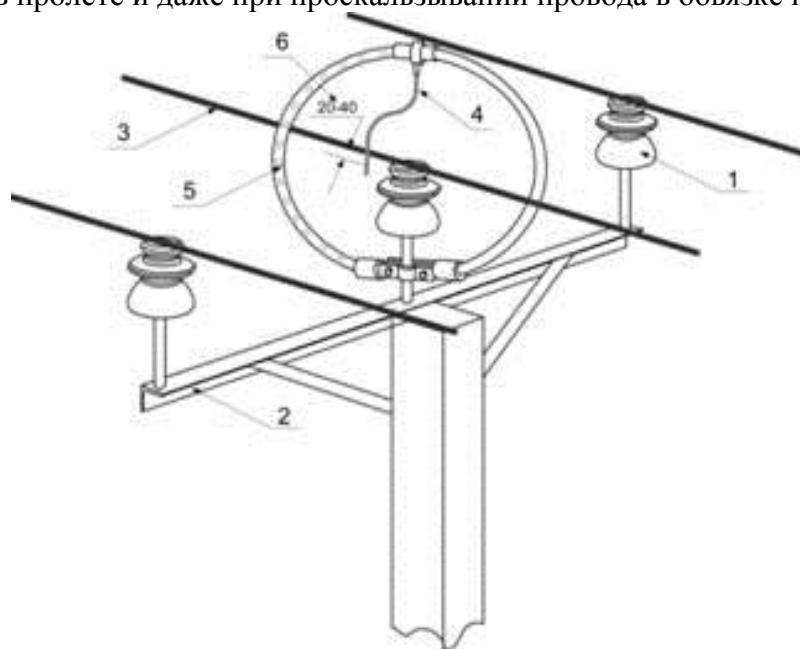
При такой системе установки индуктированное на линии грозное перенапряжение приводит к перекрытию разрядников на разных фазах соседних опор и образованию контура междофазного замыкания сопровождающего тока напряжения промышленной частоты, в который включены сработавшие разрядники и сопротивления заземления опор R_z (см. рис.3), ограничивающие этот ток на уровне нескольких сотен ампер, способствуя его гашению и предотвращению отключения ВЛ.

Разрядные характеристики РДИП-10-IV-УХЛ1 обеспечивают то, что ни один из изоляторов всех трех фаз в данной схеме не перекрывается, поскольку каждый из них защищен разрядником, установленным электрически параллельно ему и расположенным либо непосредственно рядом с изолятором, либо на соседней опоре. При уровнях индуктированных перенапряжений, близких к импульсному напряжению срабатывания разрядника, возможно перекрытие разрядника лишь на одной опоре, приводящее к однофазному замыканию на землю. Ток замыкания при этом не превышает 10-20 А, и петлевой разрядник с общей длиной перекрытия 80 см гарантированно исключает возникновение силовой дуги.

Достоинства и преимущества:

- Не только устраняют пережог проводов, но и предотвращают отключение ВЛ вследствие грозных индуктированных перенапряжений
- Устраняют последствия грозных перекрытий, не причиняя ущерба оборудованию линий и подстанций
- Экономят ресурс срабатывания высоковольтных выключателей
- Защищают электрические сети от дуговых перенапряжений, сопутствующих однофазным замыканиям на землю, вызванным грозными перенапряжениями
- Не подвержены разрушающему воздействию токов молнии и сопровождающих токов дуговых замыканий
- Не обуславливают никаких специальных требований по снижению сопротивлений заземления опор, на которых они установлены

Конструктивной модификацией РДИП-10-IV-УХЛ1 является РДИП1-10. Конструктивное отличие РДИП1-10 от РДИП-10-IV-УХЛ1 сводится к измененным форме изгиба петли, деталям узла крепления и способу обеспечения воздушного зазора между разрядником и проводом. Общий вид разрядника приведен на рис.4. Воздушный разрядный промежуток между электродом РДИП1-10 и проводом сохраняет установленные параметры независимо от геометрии провода в пролете и даже при проскальзывании провода в обвязке на изоляторе.



1 - изолятор; 2 - траверса; 3 - провод; 4 - электрод разрядника;
5 - разрядник; 6 - воздушный зазор

Рисунок 4 – Общий вид петлевого разрядника РДИП1-10

Литература

1. Подпоркин Г.В., Пильщиков В.Е., Спиваев А.Д. Защита ВЛ 6-10 кВ от грозовых перенапряжений посредством длинно-искровых разрядников модульного типа // Энергетик. – 2003. – №1. – С. 27-29.
2. <http://malahit-irk.ru/index.php/2011-01-13-09-04-43/191-2011-06-25-04-21-15.html>
3. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1329428>