

## 54 Ограничение перенапряжений

Ограничители перенапряжений (ОПН) - аппараты современного поколения, пришедшие на смену вентильным разрядникам, предназначенные для защиты электрооборудования от коммутационных и грозовых перенапряжений.

Ограничитель перенапряжения нелинейный (ОПН) — это элемент защиты без искровых промежутков. Активная часть ОПН состоит из прессованного оксида цинка  $ZnO$ , при подаче напряжения он ведёт себя как множество последовательно соединённых варисторов. Принцип действия ОПН основан на том, что проводимость варисторов нелинейно зависит от приложенного напряжения. При отсутствии перенапряжений ОПН не пропускает ток, но как только на участке сети возникает перенапряжение, сопротивление ОПН резко снижается, чем и обуславливается эффект защиты от перенапряжения.

После окончания действия перенапряжения на выводах ОПН, его сопротивление опять возрастает. Переход из «закрытого» в «открытое» состояние занимает единицы наносекунд (в отличие от разрядников с искровыми промежутками, у которых это время срабатывания может достигать единиц микросекунд). Кроме высокой скорости срабатывания ОПН обладает еще рядом преимуществ. Одним из них является стабильность характеристики варисторов после неоднократного срабатывания вплоть до окончания указанного времени эксплуатации, что, кроме прочего, устраняет необходимость в эксплуатационном обслуживании.

Конструктивно ОПН представляет собой высоконелинейное сопротивление (варистор), заключённый в высокопрочный герметизированный полимерный или фарфоровый корпус. При возникновении волн перенапряжения сопротивление варисторов изменяется на несколько порядков (от мегомов до десятков Ом) с соответствующим возрастанием тока от миллиампер при воздействии рабочего напряжения до тысяч ампер при воздействии волны перенапряжения.



## Разрядники длинно-искровые петлевые РДИП-10 и разрядники мультикамерные РМК-20



Разрядник РДИП-10 является разрядником первого поколения. Современной альтернативой данного устройства является разрядник мультикамерный второго поколения РМК-20, обладающий рядом технических и эксплуатационных преимуществ, таких как: уменьшенные габариты и вес, способность гасить большие токи КЗ (до 1,2 кА), расширенный диапазон рабочего напряжения, антивандальное исполнение, наличие Аттестации в ПАО "Россети".

РДИП-10 и РМК-20 предназначены для защиты воздушных линий электропередачи напряжением 6-10 и 6-20 кВ трёхфазного переменного тока с защищёнными и неизолированными проводами от индуктированных грозовых перенапряжений и их последствий, и рассчитан для работы на открытом воздухе при температуре окружающего воздуха от минус 60°С до плюс 50°С в течение 30-и лет.

Схема установки разрядников на ВЛ - по одному разряднику на опору с последовательным регулярным чередованием фаз.

### Достоинства и преимущества разрядников

- Не только устраняют пережог проводов, но и предотвращают отключение ВЛ вследствие грозовых индуктированных перенапряжений.
- Устраняют последствия грозовых перекрытий, не причиняя ущерба оборудованию линий и подстанций в отличие от дугозащитных рогов, которые искусственно переводят однофазное замыкание в

двухфазное, создавая тем самым мощный электродинамический удар по оборудованию.

- Экономят ресурс срабатывания высоковольтных выключателей.
- Защищают электрические сети от дуговых перенапряжений, сопутствующих однофазным замыканиям на землю, вызванным грозовыми перенапряжениями.
- Не подвержены разрушающему воздействию токов молнии и сопровождающих токов дуговых замыканий, как нелинейные ограничители перенапряжений или трубчатые и вентильные разрядники, поскольку эти токи протекают вне конструкции разрядника.
- Не находятся под рабочим напряжением и не требуют обслуживания.
- Не обуславливают никаких специальных требований по снижению сопротивлений заземления опор, на которых они установлены.

Таблица сравнения РДИП-10 и РМК-20

Характеристики	РДИ П-10	РМК -20
Импульсное 50%-ное разрядное напряжение, кВ (чем оно меньше, тем лучше координация разрядника с изолятором, даже при нарушении воздушного промежутка)	100	85
Возможность использования на ВЛ 6-10-15-20 кВ	6-10	6-20
Сопровождающий ток, который может погасить разрядник, А	600-800	1200
Выдерживаемый импульсный ток 8/50 мкс, не менее, кА	20	20
Масса изделия, кг	2,55	1,00

Принцип работы **разрядника РДИП-10** основан на использовании эффекта скользящего разряда, который обеспечивает большую длину импульсного перекрытия по поверхности разрядника, и предотвращении за счёт 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 РДИП-10** 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 РДИП-10** развивается скользящий заряд

Вследствии эффекта скользящего разряда вольт-секундная характеристика **разрядника РДИП-10** расположена ниже, чем вольт-секундная характеристика изолятора, т.е. при воздействии грозового перенапряжения **разрядник РДИП-10** 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.

### Принцип работы разрядника РМК-20

Основными элементами РМК-20 являются: мультикамерная система (МКС), несущий стеклопластиковый стержень и узел крепления разрядника к стержню изолятора. Разрядник устанавливается на металлический стержень изолятора с искровым воздушным промежутком  $S = 3-6$  см между верхним концом разрядника и проводом. При воздействии грозового перенапряжения сначала пробивается искровой воздушный промежуток, а затем – МКС разрядника.

### Условное обозначение разрядника РМК-20-IV УХЛ1

Р – Разрядник.

МК – Мультикамерный.

20 - класс напряжения сети, кВ.

IV - категория длины пути утечки.

УХЛ - климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69 – для умеренного и холодного климата.

1 - категория размещения по ГОСТ 15150-69 – для наружной установки.

## Установка РМК на опору ЛЭП

Для защиты от индуктированных перенапряжений разрядники устанавливаются по одному на опору с чередованием фаз, аналогично порядку установки длинно-искрового разрядника РДИП-10. При этом токи промышленной частоты, сопровождающие многофазные замыкания, вызванные грозовыми перенапряжениями, протекают по контурам, включающим в себя сопротивления заземления опор. Эффективность гашения сопровождающих токов тем выше, чем меньше они по величине, а наличие сопротивлений заземления опор в контуре замыкания благоприятным образом влияет на снижение величины сопровождающих токов.

Таким образом, разрядники РМК-20 и РДИП-10 могут выполнять одинаковые функции и являются взаимозаменяемыми для линий 6-10 кВ.