

Ізоляційні матеріали, такі як XLPE (сілано- або пероксидо-зшитий поліетилен), вже кілька десятиліть домінують на ринку ізоляційних матеріалів для силових кабелів в наземних мережах змінного струму і, приблизно, десятиліття - в мережах постійного струму високої напруги. Зшитий поліетилен залишається кращим матеріалом для виготовлення екструдованих високовольтних кабелів з високими термомеханічними і електричними властивостями. Однак його нелегко переробляти, що ставить під сумнів його довгострокову стійкість. Поліпропілен є одним з термопластів, придатних для вторинної переробки і легко оброблюваних.

Температура плавлення поліпропілену в залежності від стерео структури (ізотактичний, синдіотактичний, атактичний) знаходиться в діапазоні від 165 та 135°C, що значно вище, ніж у зшитого поліетилену (близько 110°C). Більш висока температура плавлення поліпропілену дозволяє застосовувати ізоляцію на основі термопластичних еластомерів без процесу зшивання, тобто виготовлення кабелю може відбуватися в єдиному безперервному технологічному циклі. Це означає, по-перше, що суттєво скорочується технологічний час виготовлення кабелю. По-друге, зменшується вірогідність утворення низькомолекулярних речовин, в тому числі і води, яка є основним чинником розвитку водяних трингів в ізоляції при експлуатації. По-третє, після виготовлення кабелю не потрібен етап дегазації метану, як це вимагається для кабелів з ізоляцією на основі зшитого поліетилену.

Недоліком термопластичних еластомерів на основі поліпропілену є нижча теплопровідність. Також, як і для зшитого поліетилену, для поліпропілену притаманне накопичення просторового заряду, що залишається проблемою при розробці екологічно чистих ізоляційних матеріалів для кабелів високої напруги постійного струму.

УДК 621.315

ГРОЗОЗАЩИТА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Данильченко Д.А.¹, Дривецкий С.И.¹, Морва Д.², Шевченко С.Ю.¹

¹ Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
Україна, м. Харків

² Університет Обуда, Венгрія, Будапешт

Воздушные линии с самонесущими изолированными проводами (ВСИП) имеют достаточно большие эксплуатационные преимущества перед ВЛ с обычными проводами по меньшей повреждаемости, надежности электроснабжения

потребителей, безопасности, материалоемкости, габаритам. Однако ВСИП требуют специального решения вопроса их грозозащиты.

Особенностью проблемы грозозащиты ВСИП является то, что в случае отсутствия специальных мер, при грозовом перекрытии изолятора линии, сопровождаемом пробоем твердой изоляции провода, образующаяся с большой вероятностью дуга промышленной частоты не имеет возможности перемещаться по проводу и горит в месте пробоя изоляции до момента отключения линии. Это может привести к обжигу изоляции провода, изолятора линии, а в случае больших токов к. з. – к пережогу провода.

Поскольку на линии с неизолированными проводами дуга под воздействием электродинамических сил способна перемещаться одним из своих концов вдоль провода, фактор повреждения провода вследствие теплового воздействия дуги был малозначим и никак не влиял на формирование концепции грозозащиты ВЛ. В случае же ВСИП предотвращение пережога провода становится главным условием, определяющим необходимость обязательного применения тех или иных грозозащитных мер.

Наиболее известные в мировой практике решения в области грозозащиты воздушных линий, связаны с применением ОПН. Широкое распространение для грозозащиты воздушных линий ОПН получили в Японии, где в распределительных сетях применяются только защищенные провода, и действуют жесткие требования по надежности электроснабжения потребителей. При установке ОПН, рассчитанных на грозовой ток 2,5 кА, параллельно каждому изолятору известные в мировой практике ВСИП с подключением к проводу через искровой промежуток они эффективно предотвращают дуговые замыкания и, соответственно, не только пережоги проводов, но и отключения линии при индуцированных перенапряжениях. Но при прямом ударе молнии в провод они повреждаются и подлежат замене. Вследствие достаточно высокой стоимости ОПН для наших энергосистем такие меры грозозащиты пока экономически неприемлемы.

В Финляндии на ВСИП используется система дугозащиты, предназначенная для предотвращения пережога проводов при грозовых перенапряжениях [1]. Смысл действия данной системы при идеальной реализации должен заключаться в следующем. Устанавливаемые на все три провода вблизи изоляторов дугозащитные «рога» вместе со спиральной арматурой должны обеспечивать отвод от каждого из проводов горячей после грозового перекрытия изолятора дуги и способствовать переходу возможных однофазных дуговых замыканий, по меньшей мере, в двухфазные. Тем самым, провода должны защищаться от

пережога за счет обгорания «рогов» и за счет гарантированного гашения дуги при отключении линии.

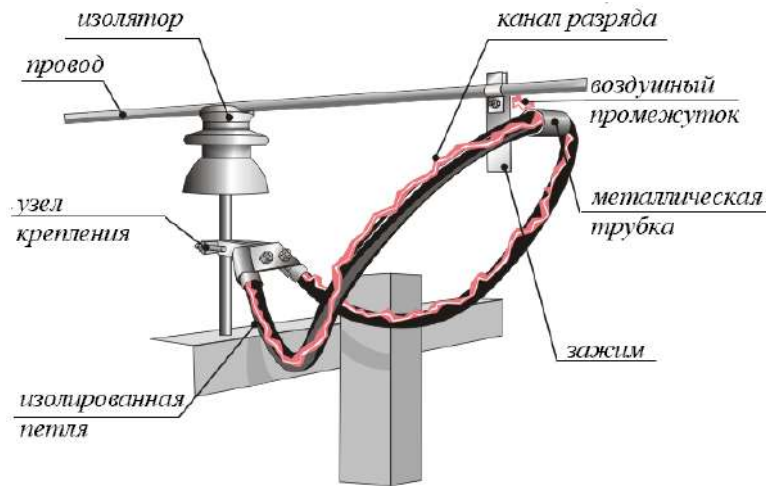
Эта система дугозащиты имеет существенные недостатки. Препятствуя перегоранию проводов, она не защищает изоляцию от перенапряжений и не предотвращает короткие замыкания и отключения линии вследствие грозовых воздействий. Более того, она рассчитана на то, чтобы за счет специального расположения дугозащитных «рогов» однофазные замыкания переводить в многофазные только для того, чтобы добиться отключения линии. Такой принцип ее действия никак не согласуется с основной идеей функционирования электрических сетей с изолированной нейтралью, для которых однофазное замыкание не является аварийным режимом, требующим обязательного отключения. Кроме того дуговые замыкания могут сопровождаться токами различной величины, а возможность выхода дуги на «рога», в силу электродинамических закономерностей и конструктивных параметров системы, появляется лишь при токах, превосходящих 1-2 кА [2]. Соответственно, при меньших токах, дуга не выходит на «рога», и это влечет опасность пережога провода. Такая аварийная возможность появляется, например, даже при к. з., вызванном одновременным перекрытием изоляторов нескольких фаз на одной опоре при прямом ударе молнии в линию, на удалении нескольких километров от питающей подстанции.

При индуктированных перенапряжениях возникновение к. з. вообще маловероятно, так как в этом случае значительно чаще происходят перекрытия разноименных фаз не на одной, а на разных опорах. Это означает, что при индуктированных перенапряжениях токи дуговых замыканий, практически, всегда будут ограничиваться сопротивлениями заземления опор и не будут превышать 500 А, а при таких токах дуга заведомо не способна выйти на «рога», и система не обеспечивает защиту проводов от пережога.

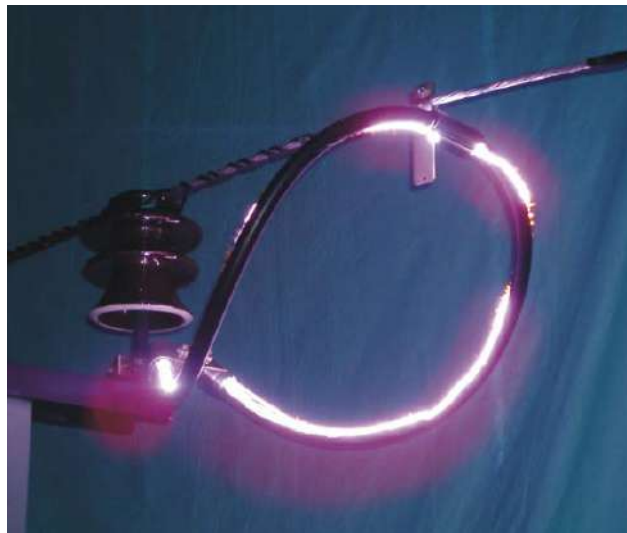
В России для защиты ВСИП были разработаны устройства называемые длинно-искровыми разрядниками (РДИ). Принцип действия всех видов РДИ заключается в ограничении грозовых перенапряжений на ВСИП за счет искрового перекрытия по поверхности изоляционного тела разрядника с длиной канала разряда, в несколько раз превосходящей строительную высоту защищаемой изоляции, и гашении сопровождающих токов промышленной частоты за счет обеспеченного таким образом снижения величины среднего градиента рабочего напряжения вдоль канала грозового перекрытия. Принцип работы разрядника основан на использовании эффекта скользящего разряда, который обеспечивает большую длину импульсного перекрытия по поверхности разряд-

ника, 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 между проводом ВЛ и металлической трубкой разрядника пробивается, и напряжение прикладывается к изоляции между металлической трубкой и металлическим стержнем петли, имеющим потенциал опоры.



а)



б)

Рисунок 1 – Общий вид петлевого разрядника на опоре ВЛ:
а) конструктивный эскиз; б) фотография испытаний на макете

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, т.е. 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.

Главным отличительным достоинством класса длинно-искровых разрядников является их неподверженность разрушениям и повреждениям грозовыми и дуговыми токами, поскольку они протекают вне аппаратов, по воздуху вдоль их поверхности.

Требования ПУЭ в части грозозащиты, нормирующие наибольшие допустимые сопротивления заземления опор, имеющих устройства грозозащиты, не следует распространять на опоры с установленными на них длинно-искровыми разрядниками, поскольку принцип их работы, а также в целом данной системы грозозащиты в корне отличается от ранее известных и применявшихся на ВЛ для защиты от грозовых отключений. Чем выше сопротивление заземления опор, на которых установлены РДИ, тем выше надежность данной системы защиты от индуктированных перенапряжений, поэтому снижать величину сопротивлений заземления по условиям грозозащиты не целесообразно.

Приведенные примеры защиты от грозовых воздействий распределительных сетей показывают актуальность этой проблемы и необходимость использования новых современных решений в этой области, по возможности, достаточно эффективных, простых и экономически доступных. Однако нормативная база энергетики Украины не предусматривает подобных решений.

Выводы:

1. Грозозащита распределительных ВЛ может рассматриваться как действенная мера повышения надежности электроснабжения и снижения эксплуатационных расходов.
2. ВСИП 6, 10 кВ необходимо в обязательном порядке защищать от грозовых перенапряжений и от пережога проводов, как самого недопустимого из их последствий.
3. Необходима разработка нормативных документов регламентирующих грозозащиту распределительных сетей выполненных с использованием ВСИП.

Список літератури:

1. Подпоркин Г.В., Сиваев А.Д. Новая грозозащита линий электропередачи с помощью длинноискровых разрядников. – Энергетик, 1997 г. № 3, с. 15 – 17.
2. Markku Kokkonen. Development of Lightning Protection for Covered Conductor, ICCS, 2000.

УДК 621.315

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГРОЗОЗАХИСТУ

Данильченко Д.О., Дривецький С.І., Шевченко С.Ю.

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
Україна, м. Харків*

Останнім часом грозова активність на території України суттєво зросла. Це може бути прояснено глобальним потепленням клімату Землі, адже відомо, що в районах ближчих до екватору грозова активність суттєво вища ніж в районах ближчих до полюсів. Окрім того, статистика наведена у Вашому листі демонструє циклічність змін грозової активності по рокам. В середньому на Землі чоловік спостерігає 40-50 грозових годин за рік. Всі грози в цілому посилають до землі в середньому 4-5 блискавок на кожен квадратний кілометр поверхні. Існуючи в Україні нормативні документи нормують як кількість грозових годин так і кількість ударів блискавки в квадратний кілометр поверхні Землі. При цьому для такого нормування кількості грозових годин використовуються мапи наведені в ПУЄ шостої редакції, а для перерахунку в удари у квадратний кілометр поверхні використовують аналітичний вираз, який може давати суттєву похибку. Дослідження блискавки проведені в країнах Євросоюзу демонструють, що на окремо взятій території, наприклад адміністративній області, грозова активність в різних її районах може суттєво різнитися. Результати подібних досліджень показують, що грозова активність вздовж траси повітряної лінії електропередавання (ПЛ) може суттєво відрізнятись, а це в свою чергу обумовлює появу найбільш небезпечних з точки зору блискавкозахисту ділянок ПЛ. В зв'язку з вище наведеним ми вважаємо, що проведення роботи по розробці мап грозової активності дозволить виявити найбільш небезпечні місця, з точки зору блискавкозахисту існуючих елементів електричних систем таких, як ПЛ та підстанції високої та надвисокої напруги. Розробка таких мап дозволить враховувати активність блискавки