

УДК 621.3

ИЗОЛЯЦИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Исмаил Абдаллах

Научный руководитель – Климкович П.И.

Изоляция – элемент конструкции оборудования, препятствующий прохождению через него электрического тока.

Для изоляции используются материалы с диэлектрическими свойствами: стекло, керамика, многочисленные полимеры, слюда.

Также существует воздушная изоляция, в которой роль изолятора выполняет воздух, а конструктивные элементы фиксируют пространственную конфигурацию изолируемых проводников так, чтобы обеспечить необходимые воздушные промежутки. Исторически первые образцы изолированных медных проводов имели изоляцию из навитой бумаги, пропитанной парафином, резины.

Сейчас резиновая изоляция применяется редко и в основном для проводов, работающих в расширенном температурном диапазоне. Для изоляции гибких проводов при повышенных температурах используется фторопласт, для экстремально высоких – провод заключается в бусы из керамики. Для изоляции высоких напряжений используется резина без сажевого наполнителя (белая), так как сажа (углерод) проводит ток и может стать причиной электрического пробоя.

Габариты изоляционной конструкции определяются рабочим напряжением установки и длительной прочностью изоляции при заданном сроке службы.

Изоляция электроустановок разделяется на внутреннюю и внешнюю (рисунок 1).

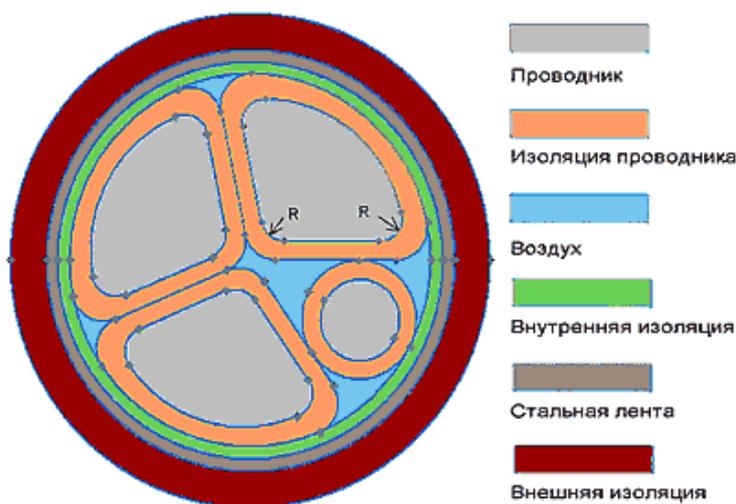


Рисунок 1. Схема изоляции (внутренняя и внешняя)

Внешняя изоляция электроустановок – изоляция, которая работает в атмосферном воздухе. Электрическая прочность определяется пробоем воздушных промежутков или перекрытием в воздухе по изолирующим поверхностям. Признак внешней изоляции: зависимость электрической прочности от атмосферных условий. Пример: воздушные промежутки между токоведущими частями и землей на линиях электропередачи и подстанциях, а также наружная поверхность изоляторов, соприкасающихся с воздухом.

Внутренняя изоляция – изоляция, электрическая плотность которой практически не зависит от внешних атмосферных условий. Пример: изоляция обмоток масляного трансформатора между собой и от магнитопровода.

Имеются конструкции, в которых применяется комбинация внешней и внутренней изоляций.

Пример: вводы трансформаторов и выключателей. Внешняя часть вводов работает в атмосферном воздухе, а внутренняя – в трансформаторном масле.

Диэлектрики, используемые для изготовления внутренней изоляции высоковольтного оборудования должны обладать комплексом высоких электрических, теплофизических и механических свойств и обеспечивать:

- необходимый уровень электрической прочности;
- тепловые и механические характеристики изоляционной конструкции при размерах, которым соответствуют высокие технико-экономические показатели всей установки в целом.

Диэлектрические материалы должны также:

- обладать хорошими технологическими свойствами, т. е. должны быть пригодными для высокопроизводительных процессов изготовления внутренней изоляции;
- удовлетворять экологическим требованиям, т. е. не должны содержать или образовывать в процессе эксплуатации токсичные продукты, а после отработки всего ресурса они должны поддаваться переработке или уничтожению без загрязнения окружающей среды;
- не быть дефицитными и иметь такую стоимость, при которой изоляционная конструкция получается экономически целесообразной.

В ряде случаев к указанным выше требованиям могут добавляться и другие, обусловленные спецификой того или иного вида оборудования. Например, материалы для силовых конденсаторов должны иметь повышенную диэлектрическую проницаемость; материалы для камер выключателей – высокую стойкость к термоударам и воздействиям электрической дуги.

Длительная практика создания и эксплуатации различного высоковольтного оборудования показывает, что во многих случаях весь комплекс требований наилучшим образом удовлетворяется при использовании в составе внутренней изоляции комбинации из нескольких материалов, дополняющих друг друга и выполняющих несколько различные функции.

Так, только твердые диэлектрические материалы обеспечивают механическую прочность изоляционной конструкции; обычно они имеют и наиболее высокую электрическую прочность. Детали из твердого диэлектрика, обладающего высокой механической прочностью, могут выполнять функцию механического крепления проводников.

Высокопрочные газы и жидкие диэлектрики легко заполняют изоляционные промежутки любой конфигурации, в том числе тончайшие зазоры, поры и щели, чем существенно повышают электрическую прочность, особенно длительную.

Использование жидких диэлектриков позволяет в ряде случаев значительно улучшить условия охлаждения за счет естественной или принудительной циркуляции изоляционной жидкости.

Целесообразность или необходимость применения внутренней изоляции, а не окружающего нас воздуха обусловлена рядом причин:

- материалы для внутренней изоляции обладают значительно более высокой электрической прочностью (в 5–10 раз и более), что позволяет резко сократить изоляционные расстояния между проводниками и уменьшить габариты оборудования. Это важно с экономической точки зрения;
- отдельные элементы внутренней изоляции выполняют функцию механического крепления проводников, жидкие диэлектрики в ряде случаев значительно улучшают условия охлаждения всей конструкции.

В установках высокого напряжения и оборудования энергосистем используется несколько видов внутренней изоляции. Наиболее широкое распространение получили:

- бумажно-пропитанная (бумажно-масляная) изоляция;
- маслобарьерная изоляция;
- изоляция на основе слюды;
- пластмассовая;

– газовая.

Эти разновидности обладают определенными достоинствами и недостатками, имеют свои области применения. Однако их объединяют некоторые общие свойства:

– сложный характер зависимости электрической прочности от длительности воздействия напряжения;

– в большинстве случаев необратимость разрушения при пробое;

– влияние на поведение в эксплуатации механических, тепловых и других внешних воздействий;

– в большинстве случаев подверженность старению.

При нормальных атмосферных условиях электрическая прочность воздушных промежутков относительно невелика. В большинстве изоляционных конструкций при приложении высокого напряжения создается резко неоднородное электрическое поле. Электрическая прочность в таких полях при расстоянии между электродами 1–2 м составляет приблизительно 5 кВ/см, а при расстояниях 10–20 м снижается до 2,5–1,5 кВ/см. В связи с этим габариты воздушных ЛЭП и РУ при увеличении номинального напряжения быстро возрастают. Целесообразность использования диэлектрических свойств воздуха в энергетических установках разных классов напряжения объясняется меньшей стоимостью и сравнительной простотой создания изоляции, а также способностью воздушной изоляции полностью восстанавливать электрическую прочность после устранения причины пробоя разрядного промежутка.

Для внешней изоляции характерна зависимость электрической прочности от метеорологических условий (давления, температуры, абсолютной влажности воздуха, вида и интенсивности атмосферных осадков), а также от состояния поверхностей изоляторов, т. е. количества и свойства загрязнений на них. В связи с этим воздушные изоляционные промежутки выбирают так, чтобы они имели требуемую электрическую прочность при неблагоприятных сочетаниях давления, температуры и влажности воздуха.

Электрическую прочность вдоль изоляторов наружной установки измеряют в условиях, соответствующих разным механизмам разрядных процессов, а именно, когда поверхности чистые и сухие, чистые и смачиваются дождем, загрязнены и увлажнены. Разрядные напряжения, измеренные при указанных состояниях, называют соответственно сухоразрядными, мокроразрядными и грязе- или влагоразрядными.

Основной диэлектрик внешней изоляции – атмосферный воздух – не подвержен старению, т. е. независимо от воздействующих на изоляцию напряжений и режимов работы оборудования его средние характеристики остаются неизменными во времени.

Литература

1. Изоляция электрических установок // [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа : <http://electricalschool.info/main/visokovoltny/418-izoljacija-jelektricheskikh-ustanovok.html>. – Дата доступа : 12.10.2017.

2. Для чего нужна изоляция? // [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа : <http://www.isotecti.ru/Voprosy-i-otvety/Osnovy-izolyacii/Dlya-chego-nuzhna-izolyaciya>. – Дата доступа : 14.10.2017.

3. Основные виды и электрические характеристики внутренней изоляции электроустановок // [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа : <http://electricalschool.info/main/visokovoltny/437-osnovnye-vidy-i-jelektricheskie.html>. – Дата доступа : 27.09.2017.

4. Изоляция силовых трансформаторов // [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа : http://www.ros-electro.ru/articles/articles_895.html/. – Дата доступа : 25.09.2017.

5. Кабель с бумажной пропитанной изоляцией // [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа : <http://snabelectrica.ru/products/power-cable/cabel-paperisolation>. – Дата доступа : 17.10.2017.

6. Двойная изоляция // [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа : <http://electricalschool.info/main/electrobezopasnost/345-dvojjnaja-izoljacija-zashhita-ot.html>. – Дата доступа : 17.10.2017.