

УДК 620.93

**Гаранин Вячеслав Геннадьевич,
Студент 3 курс, кафедра «Электрические станции им. В.К. Шибанова»
Институт «Электроэнергетики и электроники»**

Россия, г. Казань

**Научный руководитель: Зарипов Дамир Камильевич, кандидат
технических наук, доцент**

кафедры «Электрические станции им. В.К. Шибанова»

ФГБОУ ВО «Казанский Государственный Энергетический Университет»

Россия, г. Казань

УСЛОВИЯ РАБОТЫ ИЗОЛЯЦИИ ВЛЭП В ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАЙОНАХ

Аннотация: В статье рассмотрена зависимость электрической прочности от метеорологических условий (давления, температуры, абсолютной влажности воздуха, вида и интенсивности атмосферных осадков), а также от состояния поверхности изоляторов, т.е. от количества и свойства загрязнений на них.

Ключевые слова: Электрическая прочность, влажность воздуха, поверхность изоляторов, загрязнение.

Annotation: The article considers the dependence of electrical strength on meteorological conditions (pressure, temperature, absolute humidity, type and intensity of precipitation), as well as on the condition of the surface of insulators, i.e. on the amount and properties of contaminants on them.

Keywords: Electrical strength, air humidity, insulator surface, pollution.

На процесс формирования разряда вдоль загрязненной поверхности, существенное влияние, помимо её свойств, оказывает форма воздействующего напряжения: напряжение переменного или постоянного тока. При воздействии на изолятор напряжения переменного тока процесс продвижения дуги вдоль поверхности изолятора имеет циклический характер и поэтому в каждый полупериод напряжения дуга то возникает, то гаснет при напряжении, близком к нулевому значению.

Характерной чертой рассматриваемого перекрытия является разряд, происходящий в воздухе, например, между соседними ребрами изолятора, который ухудшает разрядную характеристику изоляции за счет сокращения общей длины дуги. Помимо этого, крупные капли и струйки воды также способствуют снижению электрической прочности изоляции.

Рассмотрим механизм перекрытия изоляции при загрязнении типа А.

Процесс перекрытия по поверхности изолятора, загрязненной твердыми нерастворимыми частицами (загрязнение типа А), разделен на шесть фаз.

В первой фазе поверхность изолятора покрывается слоем загрязнения. Если загрязнение непроводящее (имеет низкую проводимость) в сухом состоянии, то для появления разряда вдоль его поверхности необходимо небольшое увлажнение.

Во второй фазе происходит увлажнение поверхности загрязненного изолятора одним из следующих способом: поглощением влаги из атмосферного воздуха, конденсацией и выпадением осадков на поверхность изолятора. При этом, в процессе увлажнения сильный дождь может частично или полностью смыть проводящий слой загрязнения, тем самым не дав возникнуть другим фазам разрядного процесса, или же, напротив, он может стать причиной возникновения разряда в воздушных промежутках между соседними ребрами изолятора. Поглощение атмосферной влаги поверхностью изолятора возникает в периоды высокой относительной влажности воздуха ($< 75\%$) при одинаковой температуре изолятора и окружающего воздуха.

Конденсация влаги на поверхности изоляции возникает, когда температура изолятора становится ниже, чем точка росы. Как правило, это происходит рано утром, на рассвете или перед ним.

Изолятор, покрытый слоем проводящего загрязнения, находится под напряжением (3 фаза). Под действием протекающих по его поверхности токов утечки в течение нескольких периодов промышленной частоты происходит нагрев изоляции, приводящий к высушиванию отдельных участков слоя загрязнения. В результате на поверхности изолятора образуются так называемые сухие полосы, которые в ширину могут достигать нескольких миллиметров.

Высыхание слоя загрязнения происходит неравномерно (4 фаза). Сухие полосы, возникающие на поверхности загрязненной изоляции при её увлажнении, прерывают проводящие участки, что приводит к прерыванию тока утечки.

Фазное напряжение, действующее вдоль сухих полос, приводит к их перекрытию по воздуху с образованием маленьких дуговых каналов, последовательно соединенных с проводящими участками увлажненной поверхности слоя загрязнения изоляции (фаза 5). При этом, каждый раз, когда происходит перекрытие сухих полос, возникают резкие броски токов утечки.

Если сопротивление проводящего участка слоя загрязнения будет достаточно низким, то маленькие дуги, перекрывающие сухие полосы, будут поддерживаться и распространяться вдоль поверхности изолятора, занимая все большую и большую часть его длины. В свою очередь, это приводит к снижению сопротивления всей цепи, состоящей из последовательного соединения проводящих участков поверхности изолятора и дуговых каналов, перекрывающих сухие полосы. В результате ток утечки возрастает настолько, что обеспечит условия для дальнейшего удлинения дуг, что, в конечном итоге, приведет к завершающей стадии разряда – перекрытию изоляции (фаза 6).

Весь процесс развития разряда вдоль поверхности загрязненной изоляции можно охарактеризовать, как взаимодействие между самим изолятором, слоем загрязнения на его поверхности, условиями увлажнения и приложенным напряжением.

Вероятность возникновения перекрытия изоляции увеличивается по мере роста тока утечки вдоль её поверхности. Величина тока утечки, в свою очередь, определяется поверхностной проводимостью слоя загрязнения и характером увлажнения. Таким образом, на основе изложенных представлений о механизме перекрытия загрязненной и увлажненной изоляции можно сделать вывод, что поверхностная проводимость слоя загрязнения является одним из главных факторов, определяющих произойдет ли перекрытие изолятора или нет.

Перекрытие загрязненной изоляции в засушливых районах, таких как пустыни, может стать серьезной проблемой. Такие перекрытия, как правило, объясняются эффектом «теплового запаздывания», возникающим при восходе солнца, когда появляется разница между температурой поверхности изолятора и быстро растущей температурой окружающего воздуха. Даже при довольно низких значениях относительной влажности воздуха для конденсации влаги достаточно разницы температур между окружающим воздухом и поверхностью изолятора всего в несколько градусов. Теплоемкость и теплопроводность изоляционного материала определяют скорость его нагрева.

Рассмотрим механизм перекрытия изоляции при загрязнении типа В.

Загрязнение типа В относится к загрязнениям высокой проводимости, которые мгновенно откладываются на поверхности изоляции. Такие загрязнения, как правило, приводят к быстрому изменению состояния поверхности изолятора от чистого к слабо проводящему, а затем и к критическому, при котором за относительно короткое время (менее 1 часа)

происходит перекрытие изолятора, после которого состояние поверхности изолятора вновь возвращается к состоянию низкой проводимости.

Для описания перекрытия изолятора при загрязнениях типа В используется тот же процесс, что и для загрязнений типа А. Однако такие загрязнения, как правило, откладываются мгновенно в виде высокопроводящего слоя жидкого электролита (соляные брызги, соляной туман или промышленный кислотный туман и т.д.), поэтому процесс начинается с описанной выше 3-й фазы и может быстро достигнуть завершающей стадии разряда (фазы б).

В действительности же эти фазы выражены не четко и склонны к сливанию. Описанные фазы характерны только для гидрофильных поверхностей. Наибольшему риску перекрытия изоляции подвергаются конструкции, расположенные вблизи химических заводов или в морских прибрежных зонах с известной историей температурных изменений.

Одним из характерным случаев загрязнения типа В являются птичьи струи – тип птичьего испражнения, которое при попадании на изолятор образует протяженную струю высокой проводимости (20—40 кОм/м), в результате чего воздушный промежуток существенно сокращается, обеспечивая тем самым условия для возникновения разряда В этом случае фора и электрические характеристики изолятора играют малую роль, и лучшим решением может быть установка отпугивающих устройств.

Рассмотрим механизмы перекрытия по загрязненной гидрофобной поверхности. На сегодняшний день, благодаря сложному взаимодействию гидрофобной поверхности с загрязнителями (проводящими и непроводящими), и смачивающими веществами, нет общепризнанной модели формирования перекрытия вдоль загрязненной поверхности гидрофобного изолятора. Однако проявляется качественная картина механизма формирования такого перекрытия, которая включает в себя такие процессы, как переход твердых солевых отложений в водяные капли, неустойчивость

водяных капель, образование жидких поверхностных волокон и развитие разряда между ними или каплями при достижении электрическим полем достаточно высокого значения.

В эксплуатации гидрофобные материалы подвергаются динамическому процессу загрязнения, увлажнения, локализованным разрядам или действию высокого электрического поля, что может в совокупности всех этих факторов обусловить временное превращение части или всей поверхности изолятора в более гидрофильное состояние. Поэтому к природе процесса формирования перекрытия вдоль загрязненной гидрофобной поверхности номинально применяются те же представления, что и для гидрофильных материалов, либо частично, либо для ограниченного периода времени.

Список использованной литературы:

1) Ердыбаева Н.К., Кунапьянова А.А. Влияние загрязнения атмосферы на срок службы стеклянных изоляторов // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. 2016. № 1. С. 39–45.