



Рекомендации по очистке изоляторов с кремнийорганической защитной оболочкой на электрических станциях и подстанциях.

1. Определение необходимости очистки

Необходимость очистки изолятора с защитной оболочкой из кремнийорганической (силиконовой) резины не всегда можно определить по внешнему виду. Внешне сильно загрязненный кремнийорганический изолятор, если загрязнения не являются токопроводящими, может иметь разрядные характеристики в увлажненном состоянии выше, чем у чистого фарфорового или стеклянного изолятора, не обладающих гидрофобностью поверхности. И напротив, внешне чистый кремнийорганический изолятор может иметь низкие разрядные напряжения в увлажненном состоянии, если он эксплуатируется возле предприятия, выбросы которого в атмосферу приводят к оседанию на поверхности изоляторов солевых загрязнений, а естественные осадки - дожди, которые являются главным фактором очистки изоляторов, крайне скудные или отсутствуют вовсе.

Достоверно необходимость очистки можно определить в лабораторных условиях, проверив электрическую прочность изолятора в увлажненном состоянии с естественным слоем загрязнения и сравнив ее с нормируемыми значениями. В условиях эксплуатации можно определить необходимость очистки проведя осмотр изоляторов в увлажненном состоянии (туман, роса, морозящий дождь) на предмет наличия поверхностных разрядов. Осмотр может проводиться визуально или с помощью приборов, регистрирующих ультрафиолетовое излучение. Практика показывает, что поверхностные разряды в увлажненном и загрязненном состоянии появляются задолго до перекрытия изолятора напряжением промышленной частоты, когда его разрядные напряжения в 2 – 3 раза превышают номинальное рабочее напряжение. Несмотря на то, что поверхность кремнийорганической защитной оболочки современных полимерных изоляторов устойчива к поверхностным разрядам, тем не менее, затягивать с очисткой не стоит, поскольку дальнейшее накопление загрязнений может привести к перекрытию изоляторов, да и устойчивость к разрядам защитной оболочки не бесконечна. Предпочтительно, необходимо произвести очистку изоляторов в течение двух недель после обнаружения поверхностных разрядов.

Необходимость очистки изоляции возникает тогда, когда имеет место хотя бы один из следующих критериев:

- Наличие случаев перекрытий изоляторов из-за загрязнений;
- Гидрофобность поверхности защитной оболочки снизилась и соответствует 4 - 7 классам по ГОСТ Р 52082. (см. приложение 1 к данным рекомендациям).
- Наличие поверхностных разрядов, фиксируемых визуально, обычно при увлажненной поверхности изолятора во время росы или тумана;
- Наличие поверхностных или коронных разрядов в местах скопления загрязнений, фиксируемых с помощью приборов, регистрирующих ультрафиолетовое излучение. Необходимо учитывать, что коронные разряды могут быть вызваны не только сильными загрязнениями, но и неправильной конструкцией изолятора или повреждениями его внутренней изоляции;
- Наличие нагретых участков на изоляционном теле, обычно в увлажненном состоянии, определяемых приборами, регистрирующими инфракрасное излучение. Необходимо учитывать, что, нагрев может быть вызван не только сильным загрязнением, но и повреждениями внутренней изоляции, а также – солнечным излучением, поэтому осмотр необходимо производить в пасмурную погоду или ночью;
- Разрядное напряжение промышленной частоты в загрязненном и увлажненном состоянии при лабораторных испытаниях демонтированных изоляторов ниже норм или близко к нормам,

регламентированных соответствующими стандартами (для опорных изоляторов наружной установки – ГОСТ Р 52082);

2. Виды загрязнений

Виды загрязнений зависят от условий эксплуатации изоляторов, и с точки зрения их влияния на электрическую прочность и способов очистки их можно разделить на несколько классов:

- **Нерастворимые водой нетокопроводящие загрязнения** являются наиболее часто встречающимся видом загрязнения, которое накапливается в течение многих лет и не влияет на электрическую прочность изолятора, а лишь ухудшают внешний вид изолятора. Обычно эти загрязнения выглядят как тонкая серая (иногда черная) пленка, покрывающая защитную оболочку целиком равномерно с сохранением гидрофобности поверхности изолятора. С точки зрения электрической прочности необходимость очистки таких изоляторов отсутствует, если гидрофобность поверхности сохраняется (проверяется опрыскиванием изолятора водой). Напротив, слой загрязнения защищает защитную оболочку от воздействия солнечного излучения. Необходимость очистки таких загрязнений может иметь место, если гидрофобность поверхности изолятора соответствует классам 4 – 7 по ГОСТ Р 52082. (см. приложение 1 к данным рекомендациям), т.е. на поверхности увлажненного изолятора появляются сплошные смоченные участки, которые могут снижать электрическую прочность изолятора при увлажнении.

- **Водорастворимые токопроводящие загрязнения**, обычно представляют собой соли. Данный вид загрязнений является наиболее сильно влияющим на электрическую прочность изолятора в увлажненном состоянии (туман, роса) вплоть до перекрытий. Солевые загрязнения чаще всего накапливаются возле металлургических и химических комбинатов и на морских побережьях. Поскольку солевые загрязнения являются водорастворимыми, то они легко удаляются естественными осадками, поэтому критическое накопление солевых загрязнений может происходить только в засушливую погоду. Например, отмечен случай критического накопления солевых загрязнений на изоляторах, эксплуатируемых рядом с градирной металлургического комбината «Северсталь», г. Череповец, летом 2018 г., когда, в течение нескольких летних месяцев дожди отсутствовали полностью, но при этом загрязненные солью изоляторы увлажнялись водяным туманом из градирни. В предыдущие 10 лет такие случаи в этом же месте зафиксированы не были, поскольку дожди периодически очищали солевые загрязнения с изоляторов.

- **Нерастворимые водой токопроводящие загрязнения** являются специфическими видами загрязнений, накапливающимися вблизи или на территориях химических комбинатов или угольных разрезов, где в воздухе присутствует большое количество углерода (сажа, графит, угольная пыль, технический углерод и т.д.). Изоляторы, эксплуатирующиеся в таких условиях необходимо периодически очищать, не дожидаясь случаев перекрытий. Периодичность очистки устанавливается экспериментально в зависимости от интенсивности выбросов и расстояния до источника загрязнений.

- **Цементирующие токопроводящие отложения** являются специфическими видами загрязнений, накапливающимися вблизи или на территориях цементных заводов. Такие загрязнения могут достигать толщины в несколько миллиметров и являются токопроводящими при увлажнении, поэтому их необходимо периодически удалять, обычно, не реже 1 раза в год. Периодичность очистки устанавливается экспериментально в зависимости от интенсивности выбросов и расстояния до источника загрязнений.

3. Очистка изоляторов

ВНИМАНИЕ! Вручную очистка изоляторов проводится при отключенном напряжении!

3.1 Очистка изоляторов от водорастворимых токопроводящих загрязнений.

Для удаления водорастворимых (солевых) загрязнений и восстановления электрической прочности изоляторов обычно достаточно обмыть изоляторы струей чистой воды с удельной проводимостью не выше 1400 мкСм/см. Для изоляторов с цельнолитой защитной оболочкой могут использоваться бытовые мойки высокого давления. Обмыв может производиться водой или водным раствором моющего средства вручную с помощью ветоши или щетки, при этом могут быть использованы только нейтральные моющие средства, например, бытовые - для

мытья посуды или автомобилей. После применения моющих средств изоляторы необходимо обмыть водой для удаления поверхностно активных веществ моющего средства. Оставшиеся на изоляторе нерастворимые водой загрязнения обычно не влияют на электрическую прочность изолятора и могут не удаляться. При необходимости их удаления для восстановления внешнего вида изолятора необходимо руководствоваться п. 3.2.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ применять мойки высокого давления для обмыва кремнийорганических изоляторов первого поколения (не производятся НПО Изолятор), защитная оболочка которых изготовлена методом поэлементной сборки («шашлычная» технология), поскольку это может привести к разгерметизации защитной оболочки в результате отслоения ребер защитной оболочки по клеевому шву!

3.2 Очистка изоляторов от нерастворимых в воде загрязнений.

НПО Изолятор рекомендует для очистки изоляторов от нерастворимых водой загрязнений использовать моющее средство для очистки кремнийорганических изоляторов **CLEANOSIL-10**, не содержащее органических растворителей (поставляется НПО Изолятор). Средство **CLEANOSIL-10** предназначено, в первую очередь, для удаления застарелых загрязнений пленочного характера, несмываемых водным раствором моющего средства. **CLEANOSIL-10** растворяет пленку на поверхности силиконовых покрытий, образовавшуюся в результате миграции низкомолекулярной фракции силикона на поверхность с последующим диффундированием ее в частицы загрязнений. По сравнению с органическими растворителями **CLEANOSIL-10** не ухудшает гидрофобных свойств силиконовых покрытий при многократном использовании, а создает дополнительную защиту от влаги, поскольку восполняет в поверхностном слое защитного силиконового покрытия утерянную в процессе миграции из толщи силикона на поверхность низкомолекулярную фракцию силикона. **CLEANOSIL-10** также может быть использован при наличии в эксплуатирующей организации ограничений на применение легковоспламеняющихся жидкостей, например, на атомных электростанциях. Очистка производится в соответствии с Руководством по применению **CLEANOSIL-10**, входящим в комплект поставки.

При недоступности **CLEANOSIL-10** и отсутствия ограничений на применение легковоспламеняющихся жидкостей, загрязнения пленочного характера могут быть удалены с помощью ветоши, пропитанной изопропиловым или этиловым спиртом (любой степени чистоты, например - денатуратом). Допускается растворять спирты водой в количестве не более 30%, поскольку при большем количестве воды скорость очистки снижается, а качество очистки ухудшается.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ использовать для очистки изоляторов растворители, являющиеся продуктами перегонки нефти или их производными, такие как, бензин, керосин, Уайт-спирит, сольвент, дизельное топливо и т.д!

3.3 Очистка изоляторов при толстых цементирующих отложениях

Цементирующие отложения с кремнийорганических изоляторов легко удаляются струей воды. Для изоляторов с цельнолитой защитной оболочкой можно использовать мойки высокого давления. Также, такие загрязнения легко удаляются сухой щеткой или сухой ветошью.

3.4 Очистка изоляторов при неизвестном характере загрязнений

Если характер загрязнения неясен, то очистку рекомендуется проводить в два этапа: сначала необходимо удалить с изолятора водорастворимые солевые загрязнения согласно п. 3.1, а затем, при необходимости, если поверхность осталась внешне загрязненной - удалить нерастворимые водой загрязнения в соответствии с п. 3.2.

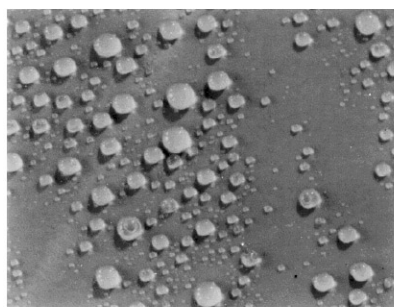
Данные рекомендации по очистке могут использоваться и в других областях применения полимерных изоляторов с кремнийорганической защитной оболочкой: на воздушных линиях электропередачи, на контактных сетях железных дорог, горно-обогатительных комбинатов, городского электрического транспорта и т.д. с адаптацией их к соответствующей области применения.

Классификация гидрофобности защитной оболочки изоляторов по ГОСТ Р 52082 (приведены только визуальные критерии)

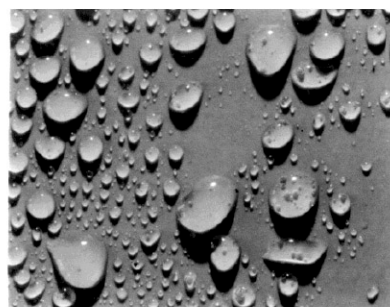
Для проверки гидрофобности необходимо опрыскивать водой поверхность изолятора с помощью пульверизатора до насыщения, когда часть капель начинает стекать с поверхности.

Класс гидрофобности	Визуальные критерии оценки классов гидрофобности
1	Формируются отдельные капли с небольшой разницей в диаметре.
2	Формируются отдельные капли. Часть капель существенно больше остальных.
3	Формируются отдельные капли, большинство которых имеют сферическую форму. Часть капель имеет неправильную форму и существенно бóльшие размеры.
4	Только часть капель формируется отдельно. Имеются полностью увлажненные участки с площадью менее 2 см ² , занимающие менее 90 % поверхности изолятора.
5	Имеются полностью увлажненные участки с площадью более 2 см ² , занимающие менее 90 % поверхности изолятора.
6	Увлажненные участки занимают более 90 % поверхности изолятора; наблюдаются небольшие неувлажненные пятна.
7	Сплошная водяная пленка на всей поверхности изолятора (полная смачиваемость).

Классы гидрофобности



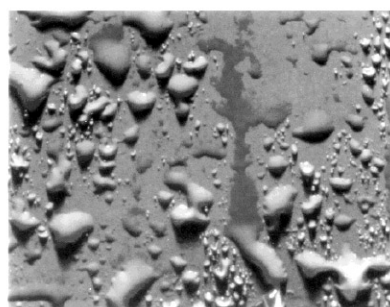
1



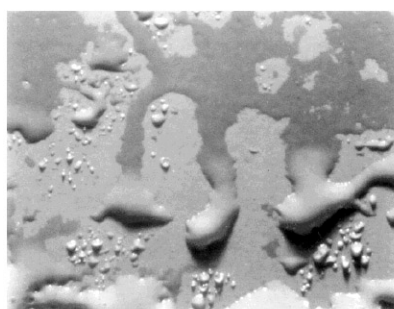
2



3



4



5



6