

ОЧИСТКА ПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

ДЗЮБИН А.С., директор по развитию АО НПО Изолятор

В статье рассматриваются особенности очистки полимерных изоляторов с кремнийорганической (силиконовой) защитной оболочкой, долговечность и надежность которой проверена длительным опытом эксплуатации.

Ключевые слова: очистка изоляторов, полимерные изоляторы, удаление загрязнений, CLEANOSIL

Одно из главных преимуществ полимерных изоляторов с кремнийорганической защитной оболочкой в эксплуатации – сохранение гидрофобности защитной оболочки во времени даже в загрязненном состоянии. Гидрофобность загрязненных изоляторов обеспечивается миграцией низкомолекулярной фракции силикона на поверхность защитной оболочки с последующим диффундированием ее в частицы загрязнений. Таким образом, частицы загрязнения также становятся гидрофобными. Это свойство кремнийорганики придает некоторые особенности очистки изоляторов по сравнению с изоляторами из стекла или фарфора. Необходимо сделать оговорку, что на толстые слои загрязнений, измеряемые миллиметрами, данное свойство не распространяется, поскольку количество низкомолекулярной фракции в защитной оболочке недостаточно для того, чтобы пропитать толстые слои загрязнений.

Поскольку в большинстве случаев даже внешне загрязненные полимерные изоляторы с кремнийорганической защитной оболочкой имеют высокие разрядные характеристики, то возникают вопросы: когда необходимо очищать полимерные изоляторы и каким образом проводить очистку. В данной статье мы постарались ответить на эти вопросы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ОЧИСТКИ

Необходимость очистки изолятора с защитной оболочкой из кремнийорганической 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 обладающего 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 или инфракрасное 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 рабо-

чее напряжение. Несмотря на то, что поверхность кремнийорганической защитной оболочки современных полимерных изоляторов устойчива к поверхностным разрядам, тем не менее, при наличии разрядов затягивать с очисткой не стоит, поскольку дальнейшее накопление загрязнений может привести к перекрытию изоляторов, да и устойчивость к разрядам защитной оболочки не бесконечна.

Необходимость очистки кремнийорганических изоляций возникает, 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 (проверяется способом опрыскивания водой из пульверизатора);
- наличие поверхностных разрядов, фиксируемых визуально, обычно при увлажненной поверхности изолятора во время росы или тумана;
- наличие поверхностных или коронных разрядов на изоляционном теле в увлажненном состоянии 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 в увлажненном состоянии, определяемых приборами, регистрирующими инфракрасное излучение. Обычно при протекании

токов утечки нагревается тело изолятора между ребрами, поскольку плотность тока на участках изолятора с меньшим диаметром выше. Необходимо учитывать, что нагрев может быть вызван не только сильным загрязнением, но и повреждениями внутренней изоляции, а также солнечным излучением, поэтому осмотр необходимо производить во влажную 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 стандартами на изоляторы.

ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Виды загрязнений зависят от условий эксплуатации изоляторов. С точки зрения влияния этих условий на электрическую прочность и способов очистки загрязнения можно разделить на несколько классов.

■ **Нерастворимые водой нетокопроводящие загрязнения** – наиболее часто встречающийся вид загрязнений, которые накапливаются в течение многих лет и не влияют на электрическую прочность изолятора, а лишь ухудшают его внешний вид. 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. Необходимость очистки таких загрязнений может иметь место, если гидрофобность поверхности изолятора соответствует классам 4–7 по ГОСТ Р 52082, 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 наиболее сильно влияет 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 обильными 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 градирней металлургического комбината «Северсталь» (г. Череповец) летом 2018 г., когда в течение нескольких летних месяцев дожди отсутствовали полностью, но при этом загрязненные выбросами в атмосферу с комбината изоляторы увлажнялись водяным туманом из градирни. В предыдущие 10 лет такие случаи в этом же месте не были зафиксированы, поскольку дожди периодически очищали солевые загрязнения с изоляторов.

■ **Нерастворимые водой токопроводящие загрязнения** – специфические виды загрязнений, накапливающиеся вблизи или на территориях химических, горно-обогатительных 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 загрязнения** – специфические виды загрязнений, накапливающиеся 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.

ОЧИСТКА ИЗОЛЯТОРОВ

Очистка изоляторов должна проводиться при отключенном напряжении, за исключением обмыва изоляции струей воды стационарными обмывочными установками, предназначенными для обмыва изоляторов под напряжением.

Очистка изоляторов от водорастворимых токопроводящих загрязнений

Для удаления водорастворимых (солевых) загрязнений и восстановления электрической прочности изоляторов обычно достаточно обильно обмыть изоляторы струей чистой воды. Для современных изоляторов с цельнолитой защитной оболочкой могут использоваться бытовые мойки высокого давления. Для кремнийорганических изоляторов первого поколения, защитная оболочка которых изготовлена методом поэлементной сборки («шашлычная» технология), обмыв водой с высоким давлением не допускается, поскольку это может привести к разгерметизации защитной оболочки в результате отслоения ребер защитной оболочки по клеевому шву. Обмыв может производиться водой или водным раствором моющего средства. При этом предпочтительно должны использоваться нейтральные моющие средства, например, бытовые – для мытья посуды или автомобилей. После применения моющих средств изоляторы необходимо обмыть чистой водой для удаления поверхностно активных веществ моющего средства и восстановления гидрофобности поверхности защитной оболочки. Оставшиеся на изоляторе нерастворимые водой загрязнения обычно не влияют на электрическую прочность изолятора и могут не удаляться. Также обмыв может производиться вручную с помощью ветоши или щетки.

Очистка изоляторов от нерастворимых в воде загрязнений

Слой загрязнений пленочного характера, пропитанный низкомолекулярной фракцией силикона, тяжело



Рис. 1. Линейный подвесной изолятор до и после очистки. Видео очистки по QR-коду

и не полностью удаляется водными растворами моющего средства, поэтому для его удаления могут использоваться органические растворители, которые растворяют пленку низкомолекулярного силикона и не повреждают структуру высокомолекулярного силикона. К таким растворителям относятся спирты, например, изопропиловый или этиловый. Очистка производится вручную с помощью ветоши, пропитанной растворителем. Спирты могут быть разбавлены водой в количестве не более 30%, так как далее эффективность очистки снижается. Не допускается использование для очистки изоляторов растворителей, являющихся продуктами перегонки нефти или их производными, такими как бензин, керосин, уайт-спирит, сольвент, дизельное топливо и т. д., которые могут повредить структуру материала защитной оболочки. К недостаткам

использования органических растворителей можно отнести постепенное снижение гидрофобности изоляторов при многократном использовании, поскольку с защитной оболочки удаляется низкомолекулярная фракция силикона, обеспечивающая сохранение гидрофобности загрязненных изоляторов во времени.

НПО Изолятор рекомендует использовать CLEANOSIL-10 – специальное моющее средство для очистки кремнийорганических изоляторов от нерастворимых водой загрязнений, не содержащее органических растворителей (производится НПО Изолятор). 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 защит-

ного силиконового покрытия низкомолекулярную фракцию силикона, утерянную в процессе миграции из толщи силикона на поверхность. CLEANOSIL-10 не только приводит внешний вид изолятора к состоянию нового, но и восстанавливает свойство сохранения его гидрофобности во времени. Моющее средство CLEANOSIL-10 также может быть использовано при наличии в эксплуатирующей организации ограничений на применение легковоспламеняющихся жидкостей, поскольку содержит воду и является негорючим. На рис. 1 представлен линейный подвесной изолятор на напряжение 110 кВ до и после очистки моющим средством CLEANOSIL-10.

Очистка изоляторов при толстых цементирующих загрязнениях

В отличие от фарфоровых или стеклянных изоляторов, цементирующие загрязнения не прилипают к кремнийорганическим изоляторам «намертво» и легко удаляются механически протиркой влажной ветошью или щеткой. После удаления загрязнений изоляторы должны быть промыты чистой водой.

Очистка изоляторов при неизвестном характере загрязнений

Если характер загрязнения неясен, то очистку рекомендуется проводить в два этапа: сначала необходимо удалить с изолятора водой возможные водорастворимые солевые загрязнения, а затем, если поверхность осталась внешне загрязненной – удалить нерастворимые водой загрязнения согласно приведенным рекомендациям.

Очистка изоляторов позволяет повысить надежность электроустановки и должна проводиться службами эксплуатации в соответствии с регламентами, действующими в эксплуатирующей организации. Приведенные в статье рекомендации выработаны исходя из 27-летнего опыта эксплуатации кремнийорганических изоляторов и многочисленных послеексплуатационных испытаний загрязненных изоляторов производства АО НПО Изолятор.



**27 лет успешной
эксплуатации
более
7 млн. изоляторов**



Линейные подвесные изоляторы
Линейные опорные изоляторы
Штыревые изоляторы
Распорки изолирующие
Опорные изоляторы
Шинные опоры
Проходные изоляторы
Птицезащитные устройства
Птицезащищенные изоляторы
Изоляторы для контактных сетей

