Предотвращение образования гололеда на контактной подвеске при помощи применения высокотехнологичного покрытия

Паныч Дмитрий Сергеевич
teslanikola91@mail.ru

Аннотация

Основной проблемой надежной эксплуатации контактной сети в условиях воздействия внешней среды является снижение надежности контактной подвески и ухудшения качества токосъема при влиянии климатических факторов Одним из неблагоприятных условий эксплуатации является образование гололеда. В настоящее время для предотвращения гололедообразования на контактной подвеске применяется специальное алюмосиликатное покрытие. Основной задачей для практического применения данного материала является нанесение данного покрытия на контактную подвеску.

Ключевые слова: контактная сеть, гололед, электростатический способ, эффект клетки Фарадея, краевой эффект, обратная ионизация.

Безопасность движения железнодорожных поездов и эксплуатационная надежность тягового электроснабжения определяются во многом состоянием контактной сети, по техническим и экономическим причинам сооружаемой без резервирования. Наибольшее количество отказов происходит чаще всего из-за недостатков в эксплуатационной работе, отклонениях в технических параметрах элементов системы. Однако существенно то, что значительная часть нарушений связана с внешними факторами — условиями эксплуатации и окружающей средой.

Гололед, будучи одним из таких факторов, значительно повышает нагрузку на провода и опоры, особенно в тех случаях, когда он сопровождается сильным ветром. Кроме того, гололед на контактном проводе может создать немалые затруднения в процессе токосъема, вызывая образование электрической дуги в точке соприкосновения «полоз токоприемника — контактный провод», которая при определенных обстоятельствах может приводить и к пережогу контактного провода.

Наибольшее внимание должно быть обращено на предупреждение обледенения контактной сети (включая фидерные линии и разъединители) и токоприемников, а также на немедленное удаление отложившегося льда.

Для решения данной проблемы было рекомендовано нанесение алюмосиликатного покрытия «Изолат» [1]. В результате испытаний образование гололеда на проводе с покрытием «Изолат» образовалось намного меньше, чем на проводе, не обработанным данным покрытием. Также стоит отметить, что при очистке гололеда от провода механическим воздействием в местах, где было нанесено покрытие, удаление гололеда происходило почти мгновенно, в отличие от проводов без покрытия.

В результате исследования можно сказать, что покрытие:

- выполняет антигололедные функции применительно к проводам контактной сети и ЛЭП;
- обладает высокой прочностью и легкостью;
- отлично сцепляется с проводами;
- просто в нанесении;

- является эластичным.

Однако, несмотря на указанные преимущества данного материала, основной проблемой остается способ нанесения данного покрытия на провода контактной сети. Как уже было сказано выше, защищаемые участки имеют значительную длину и для механического нанесения смазки требуются специальные устройства, что является существенным недостатком, который может свести к нулю все преимущества данного метода.

Наиболее перспективным нанесением лакокрасочных материалов на окрашиваемую поверхность является электростатический способ [2], так как он является самым экономичным способом в плане временных затрат, так и расхода материала на необходимую длину покрываемой поверхности. Однако данный метод имеет недостатки, связанные с физическими процессами, происходящими при нанесении лакокрасочного материала на окрашиваемую поверхность, а именно на изделия, имеющую сложную форму (острые кромки, углубления на поверхности).

Нанесение алюмосиликатного покрытия при помощи электростатического метода на изделия сложной формы.

При нанесении покрытия данного материала на .изделия сложной формы могут возникнуть три основные проблемы:

- эффект клетки Фарадея;
- краевой эффект;
- эффект обратной ионизации;

Данные эффекты в первую очередь влияют на траекторию нанесения аэрозольных частиц в электростатическом поле.

Эффект клетки Фарадея является результатом того, что силовые линии электрического поля экранированы и защищены от проникновения в углубления (рисунок 1) Когда необходимый объект имеет несколько углублений на поверхности, то электрическое поле концентрируется на углах и острых кромках, но весьма ограничены (а в некоторых случаях и отсутствуют вовсе) в углублениях данного материала. В связи с этим при нанесении покрытия будет наблюдаться неравномерность нанесения лакокрасочного материала на данный объект, так как заряженные частицы будут двигаться по траектории линий напряженности электрического поля.Электрическое поле в непосредственной близости от поверхности данного объекта состоит из полей, создаваемой поверхностью заряженного электрода, и пространственного заряда [3]. Сочетание этих двух полей определяет траекторию движения аэрозоля и, как следствие, неравномерность нанесения лакокрасочного материала.

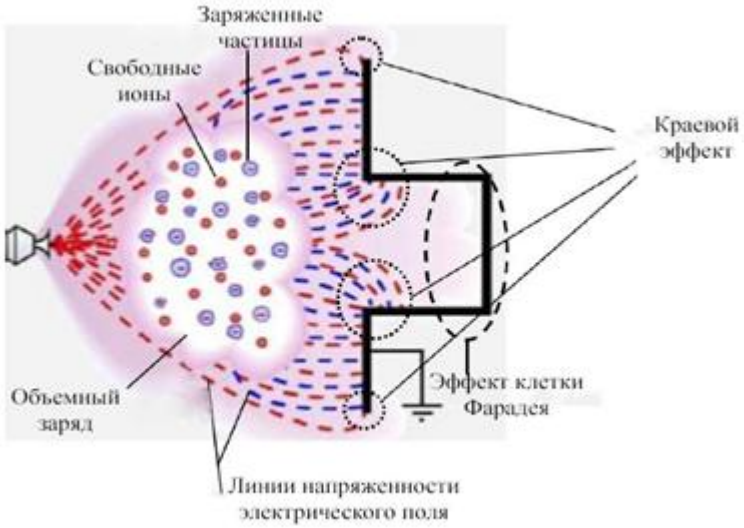

Рисунок 1. Эффект клетки Фарадея и краевой эффект.

На рисунке видно, что заряженные аэрозольные частицы не смогут проникнуть внутрь данной области, так как линии напряженности электрического не проникают внутрь данной области, и, следовательно, под действием электростатических сил заряженные аэрозольные частицы так же не попадают в данную область.

При краевом эффекте, противоположно эффекту клетки Фарадея, линии напряженности электрического поля имеют большую плотность на краях, острых кромках окрашиваемого объекта. Соответственно, часть осаждаемых заряженных аэрозольных частиц будет значительно повышена в этих областях, что создает значительную неравномерность распределения нанесения данного покрытия (рисунок 1). В [3] была создана численная модель для исследования толщины покрытия на движущейся мишени, которая приняла форму двери автомобиля. В результате был была получена картина краевого эффекта, так как очень высокая толщина осаждения происходит вокруг дверной ручки. В [4] также обсудили статический и динамический профиль толщины осаждения на задней части кузова автомобиля и их результаты показали очень высокие уровни толщины вблизи краев.Эффект обратной ионизации при порошковом состоянии лакокрасочного материала. Когда заряженное порошковое покрытие наносится на поверхность объекта, напряженность электрического поля внутри слоя порошкового покрытия увеличивается. Каждая новая заряженная частица порошка осаждается и увеличивает кумулятивный заряд слоев порошка, что создает отраженное поле, индуцированного на поверхности мишени. По мере добавления дополнительной заряженной частицы порошка, сила электрического поля внутри слоя порошкового покрытия становится достаточной, чтобы ионизировать воздух, захваченный между частицами порошка. Обратная ионизация значительно снижает эффективность передачи и ухудшает качество отделки. Это явление также сильно зависит от типа пистолета-распылителя [5]. Для уменьшения данного эффекта многими исследователями был предложен вариант уменьшения тока коронного разряда приведет к уменьшению свободных ионов в пространстве между мишенью и распылителем [6].В таблице 1 приведены некоторые характеристики трех явлений

Таблица 1. Характеристики явлений при электростатическом способе нанесения лакокрасочного материала

Явление	Материал	Форма объекта	Предлагаемое решение
Эффект клетки Фарадея	Жидкость или	Сложные поверхности	Уменьшение напряжения на электроде

Краевой эффект	порошок		(уменьшение электрического поля)
Обратная ионизация	Порошок	Плоские и сложные поверхности	Уменьшить общее количество ионов путем замены системы зарядки

Для уменьшения или предотвращения данных эффектов нет единого решения, однако зная эти явления и состояние лакокрасочного материала, можно подобрать необходимые параметры индивидуально для каждого типа изделия.

Список использованных источников

1. Ковалев А. А., Кардаполов А. А. Применение высокотехнологичного покрытия для защиты системы токосъема в условиях воздействия внешней среды // Инновационный транспорт. — 2012. — № 2. — С. 8—12.
2. Крутько Э.Т., Прокопчук Н.Р. Химия и технология лакокрасочных материалов и покрытий. – Учебное пособие. – Мн.:БГТУ, 2004. – 314 с.
3. A. Cross, Electrostatic: Principles, Problems, and Applications, Adam-Hilger: Bristol, UK, 1987.
4. N. Toljic, K. Adamiak, G.S.P. Castle, H.H. K.uo and C.T. Fan, "A full 3D numerical model of the industrial electrostatic coating process for moving targets," J. Electrostatics, vol.71, pp.299-304, 2013.
5. A.G. Bailey, "The science and technology of electrostatic powder spraying, transport and coating." Electrostatics, vol.45, pp.85-120, 1998.
6. K. Adamiak, G.S.P. Castle, I.I. Inculet, and E. Pierz, "Numerical simulation of tit electric field distribution in tribo-powder coating of conducting cylindrical objects," IEEE Trans. Ind. Appl., vol.30, pp.215-221, 1994.