

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА СТАЛЬНЫХ БАШЕННЫХ ОПОР И МАСКИРОВКА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМЫ DUPLEX

Арапов Д. В.

Применение DUPLEX-покрытия для стальных опор позволяет значительно увеличить интервалы между ремонтами ВЛ. Приведены характеристики покрытия, его свойства, а также методы и рекомендации по нанесению покрытия на элементы опор ВЛ и их транспортировка.

Коррозионная защита стальных башенных опор при помощи системы DUPLEX является относительно новым способом для линий электропередачи, в то время как сам принцип десятилетиями успешно использовался для других целей. Идея заключается в укрытии гальванизированных частей опоры как можно быстрее после их изготовления с целью использовать синергетический эффект от контакта цинка с покровным материалом. В результате срок службы защиты от коррозии может быть продлен до 40-50 лет в зависимости от условий окружающей среды.

Другим большим преимуществом является то, что опоры могут камуфлироваться определенным цветом для слияния с окружающей средой. Кроме того, таким образом можно предотвратить блеск новых оцинкованных опор.

Различают два способа: 1) заводское DUPLEX-покрытие, при котором элементы покрываются на заводе перед сборкой, непосредственно после гальванизации, и 2) нанесение DUPLEX-покрытия на полностью собранные опоры, как можно быстрее после их установки. Оба метода проверены и обеспечивают надежную защиту от коррозии.

Компания Austrian Power Grid AG (Остриен Пауэр Грид АГ – Австрийские электросети АГ) (APG) отмечает преимущества заводского нанесения DUPLEX-покрытия и успешно использует этот метод для защиты своих стальных конструкций с 1983 года. В настоящем докладе рассматриваются преимущества заводского способа нанесения антикоррозионного покрытия на металлические конструкции опор.

Исходные сведения.

Срок службы линии электропередачи при условии надлежащего технического обслуживания может достигать от 70 до 100 лет. В течение этого периода одни элементы (например, тросы заземления, провода, зажимы) требуют замены, другие (фундаменты, подземные заземляющие сети) – ремонта.

Стальные опоры в большинстве случаев нуждаются в защите от коррозии. Обычным способом такой защиты является горячее цинкование. Материал гальванического покрытия не вечен, и по прошествии определенного периода времени необходимо его возобновление по месту установки конструкции (ремонтное покрытие).

Новый способ удлинить интервалы между ремонтами и сократить расходы на ремонтное покрытие является покраска оцинкованных стальных элементов как можно быстрее после гальванизации. Если эта операция осуществляется на заводе, это так называемый «заводской способ нанесения DUPLEX-покрытия». [1]

Принятие APG в 1983 году решения об использовании заводского способа нанесения DUPLEX-покрытия было вызвано тремя факторами:

- необходимость замены ранее использовавшихся покровных материалов на более экологически безопасные;
- необходимость сокращения расходов на техническое обслуживание;
- необходимость сокращения периодов простоя линий для нанесения ремонтного покрытия.

APG использует «влажный метод нанесения покрытия», при котором применяются жидкие материалы. Описание метода приводится в данной статье.

Использование системы DUPLEX позволяет бесперебойно эксплуатировать такие конструкции десятилетиями. История способов нанесения покрытий на линии APG представлена в табл.1 и типична для многих других линий.

Таблица 1
История способов защиты на линиях APG на протяжении десятилетий

До 1955 г.	Поставка незащищенных опор. Нанесение содержащего сурик материала на установленные опоры на месте, непосредственно после установки (два слоя).
С 1955 г.	Поставка оцинкованных опор без дополнительного покрытия после установки. Первое ремонтное покрытие через 15-20 лет после установки, периодическая обработка.
1983 г.	Первые попытки заводского нанесения (на 10 опорах) при помощи материалов, содержащих растворитель.
1984 г.	Первое широкомасштабное опытное применение заводского способа нанесения DUPLEX-покрытия.
1985-1993 гг.	Заводское нанесение DUPLEX-покрытия на опоры нескольких линий при помощи материалов, содержащих растворитель.
1989-1993 гг.	Испытания с применением водорастворимых материалов.
1993-2003 гг.	Заводское нанесение DUPLEX-покрытия на опоры нескольких линий при помощи водорастворимых материалов.

Принцип нанесения Duplex-покрытия.

Duplex-покрытие подразумевает, что только что подвергшиеся горячему цинкованию стальные детали покрываются соответствующим материалом непосредственно после гальванизации. Это вызывает возникновение синергетического эффекта между цинком и материалом покрытия. Таким образом, срок службы материалов с покрытием DUPLEX увеличивается по сравнению со «стандартным» в 1,5 раза.

В результате принятия природоохранных мер в Центральной Европе качество воздуха за последние десятилетия значительно улучшилось. Вследствие этого снизился коэффициент сокращения материала покрытия (это в равной степени относится и к цинку). В настоящее время покрытие служит дольше, чем в прошлые десятилетия, и данные за 1960-е годы не могут напрямую применяться для принятия решений в 2004 году. Для достижения необходимой продолжительности срока службы защиты, равного 40-50 годам при условном сокращении толщины материала на 5 мкм в год потребуется сухой слой толщиной 70 мкм. При этом толщина слоя влажного материала должна составлять 150 мкм.

Заводское нанесение Duplex-покрытия.

Опыт APG в заводском нанесении DUPLEX-покрытия.

В 1983 году APG приняла решение об испытании покрытия на нескольких опорах линии напряжением 380 кВ. Результаты оказались обнадеживающими, и этот способ был утвержден в качестве стандартного способа защиты вновь устанавливаемых линий.

Покрытие наносится на все части опоры, кроме соединительных планок болтов и частей ног опоры, погруженных в бетонный фундамент. Это обусловлено экономическими причинами (ноги опор) и чрезмерной сложностью обработки мелких деталей (соединительные планки). Были проведены испытания с целью выявления понижения сцепления в фундаменте за счет покрытия на ногах опоры. Такого снижения выявлено не было. Соединительные пластинки проще устанавливать непокрытыми, при этом они легко покрываются на месте после

установки, во время закрепления болтов и гаек. Для обеспечения беспрепятственного электрического соединения с землей важно не превысить определенного заданного сопротивления на соединительных планках и частях опоры. Это достигается использованием соответствующего материала и требуемой толщины покрытия. Шероховатость оцинкованной поверхности достаточна для проникновения материала покрытия и обеспечения электрического контакта.

Таблица 2

Обзор покрытий опор линий электропередачи APG с использованием заводского нанесения

Год	Кол-во опор, подвергшихся заводскому нанесению DUPLEX-покрытия	Площадь покрытия, м ²	Материал покрытия
1983	10	6,470	Растворитель-содержащий
1984	385	220,000	Растворитель-содержащий
1984	11	7,500	Растворитель-содержащий
1985	370	208,000	Растворитель-содержащий
1989	107	66,500	Растворитель-содержащий
1989	24	22,000	Растворитель-содержащий
1990	118	68,700	Растворитель-содержащий
1995	228	173,000	Водорастворимый
1997-2003	344	266,440	Водорастворимый
Всего за 1984-2003	1275	1041,500	

Предупредительное покрытие для воздушных судов красного и белого цветов должно быть устойчивым к ультрафиолетовому излучению. Эти материалы представляют собой специальные смеси и для достижения надлежащей электропроводимости требуют использования добавок.

Процесс заводского нанесения покрытия.

Для обеспечения хорошего сцепления покрытия при его заводском нанесении после горячего цинкования не допускается обработка хромом, фосфатами или маслом. Это означает, что во избежание окисления поверхностей такие оцинкованные детали должны покрываться в пределах нескольких дней.

Все работы по нанесению покрытия выполняются в помещении завода, что обеспечивает полную независимость от погодных условий и гарантирует выполнение поставленных условий, необходимых для получения высокого качества, хорошего сцепления и сокращения потерь покровного материала. При этом можно абсолютно исключить риски, которые часто встречаются при нанесении покрытий на открытом воздухе (например, очень высокая влажность или очень низкая температура объекта). Перед нанесением покрытия детали нуждаются в «чистке», заключающейся в очень мягкой пескоструйной обработке с использованием корунда или гранул из очищенной стали. Шероховатость составляет примерно 10 мкм и гарантирует отсутствие на поверхности любых загрязнений вследствие транспортировки или хранения.

Покровный материал наносится безвоздушным методом. Опыт работы с машинами для нанесения покрытий был невелик, поскольку они не работали достаточно надежно и экономично. Ручное нанесение дало значительно лучшие результаты и обеспечило более высокую надежность. После нанесения материал должен в этот период температура не должна опускаться ниже +10 °С, а влажность – превышать 75 %.

APG отмечает следующие преимущества заводского нанесения:

- независимость от погодных условий (температура, влажность и т.д.)
- независимость от времени года (может осуществляться круглый год)
- постоянная толщина слоя наносимого материала
- постоянное качество (может легко проверяться и контролироваться)
- при необходимости может осуществляться круглосуточно

- отсутствует загрязнение почвы и воздуха
- исключаются чрезмерно длительные простои линий.



Рис.1 Соединительные планки покрываются на месте, после окончания установки опор

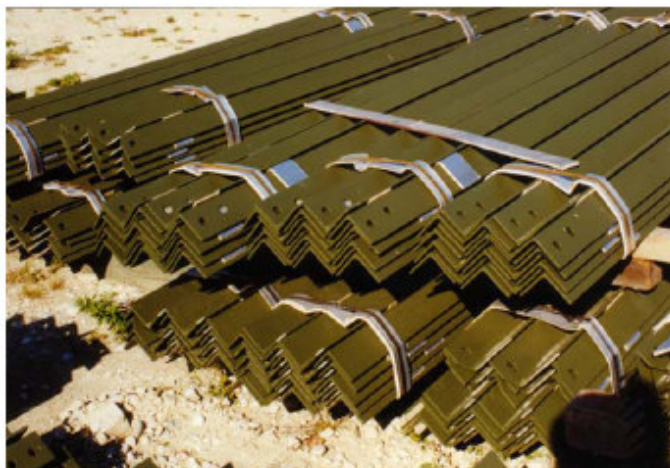


Рис.2 Связка покрытых элементов опоры, готовая к транспортировке на место установки

Транспортировка и монтаж компонентов после заводского нанесения покрытия

Детали с нанесенным покрытием после сушки скрепляются скобами. Для обеспечения сохранности покрытия, между деталями прокладывается картон с алюминиевым покрытием. Через такую же прокладку осуществляется связка деталей скобами. Во избежание продавливания материала покрытия вес связок не должен быть слишком большим.

Обращение с покрытыми деталями на месте требует дополнительной аккуратности во избежание повреждения покрытия. Разумеется, незначительные повреждения неизбежны и подлежат устранению подрядчиком. Это без особых усилий осуществляется одновременно с закреплением болтов.

Стоимость заводского нанесения DUPLEX-покрытия

Исходя из цен, включающих все необходимые дополнительные работы (сортировка, чистка, нанесение покрытия, хранение в период сушки, а также подготовка к транспортировке на место установки и необходимый материал покрытия), дополнительные затраты на заводское нанесение покрытия DUPLEX составляют приблизительно 2,5 % от всей стоимости линии (включая опоры, фундаменты, провода, оборудование, компенсацию реактивности, работы по установке и т.д.). При этом необходимо учитывать экономию от сокращения расходов на техническое обслуживание.

По сравнению с нанесением покрытия на месте установки определенные и постоянные условия во время процесса нанесения покрытия позволяют устранить множество неопределенностей (таких как погода, время, необходимое для нанесения покрытия, и его качество) и, таким образом, обеспечивает точность оценки расходов. Экономия в большой степени зависит от предполагаемого срока службы линии и степени агрессивности атмосферы. В общем случае для очень грубой оценки сокращение расходов может быть рассчитано, как показано в табл.3

Экологические преимущества использования DUPLEX-покрытия.

По опыту APG период до первого ремонтного покрытия может ориентировочно составлять от 40 до 50 лет. При одинаковых условиях окружающей среды это намного дольше, чем при использовании «традиционных» способов покрытия.

При заводском нанесении покрытия после горячего цинкования не допускается обработка хромом, фосфатами или маслом, следовательно, снижается уровень загрязнения окружающей среды этими материалами. Уровень загрязнения в ходе заводского нанесения значительно снижен, поскольку процесс протекает в закрытом помещении. При использовании водорастворимых материалов отсутствует загрязнение окружающей среды растворителями.

Таблица 3

Сокращение расходов на коррозионную защиту за счет использования DUPLEX-системы (по ценам на день установки)

Предполагаемый срок службы опор	Приблизительное сокращение расходов за счет использования DUPLEX
50 лет	50 %
100 лет	17 %
120 лет	13 %

Нанесение Duplex-покрытия на месте монтажа опор.

Как упоминалось выше, другим способом применения DUPLEX-покрытия является его нанесение на смонтированные и установленные конструкции на месте их установки. Меры, которые необходимо принять во время проведения работ, хорошо известны по ремонтному покрытию и включают защиту поверхности земли вокруг опор, компенсационные выплаты землевладельцам, чистку перед нанесением покрытия и т.д. Нанесение покрытия обычно осуществляется вручную, поэтому в большой степени зависит от погодных условий и времени года, а также от возможности отключения линии. Изменение продолжительности дня также может оказывать влияние на проведение работ.

Маскировка линий.

Размещение надземных линий и технических объектов на ландшафте во многих случаях является предметом обсуждения. Во всем мире разработано множество подходов и способов, направленных на повышение общественной приемлемости таких сооружений. Одним из них является маскировка линий с целью их слияния с окружающей средой [2]. Было выявлено, что видимость надземных линий и впечатление, которое они производят на общественное мнение, могут быть уменьшены за счет их окраски соответствующим цветом [3]. В некоторых регионах непременным условием для получения разрешения на строительство линии стало покрытие опор определенным цветом. Блеск новых оцинкованных опор часто беспокоит землевладельцев, и проходят годы, прежде чем он потускнеет.

Если для покрытия опор используется DUPLEX-покрытие, они оказываются замаскированными с первого момента установки, если же используются другие материалы, то следующая возможность покрытия опор представится при нанесении ремонтного покрытия, которое может осуществляться спустя десятилетия после установки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] А. Эрнст. «Коррозионная защита решетчатых башенных опор посредством заводского нанесения DUPLEX-покрытия».
- [2] Г. Эггер, Г. Лугшиц. «Опыт маскировки линии напряжением 380 кВ»
- [3] Е. Гехмахер. А. Пирдер-Хаген (NANU – Неэкономическое природопользование). «Измерение психологического и экологического влияния технических конструкций на естественные ландшафты: пример надземных линий электропередач».