

АСПЕКТЫ КАЧЕСТВА

В ОПТИЧЕСКОМ МОДУЛЕ ОКГТ/ОПГВ

Даже после более чем 1 00 000 км поставок различными производителями по всему миру оптический модуль из нержавеющей стали по-прежнему имеет различные проблемы применения, связанные с различными требованиями к эксплуатации, перечислены основные проблемы, с которыми они сталкиваются, такие как громоздкость изделия, меньшая электропроводность и низкий/умеренный номинальный ток повреждения. Эти проблемы были устранены с помощью инновационного метода покрытия трубы из нержавеющей стали алюминием для создания прочной и идеальной конструкции и обеспечения большей площади поперечного сечения металла при заданном диаметре. Наша компания поставляет различные конфигурации ОКГТ/ОПГВ, чтобы обеспечить наиболее экономичный баланс между конкретными техническими требованиями, требованиями к монтажу и применению. Мы предлагаем четыре совершенно разные конструкции для выполнения следующих трех основных функций, которые выполняет ОКГТ/ОПГВ на линии передачи или распределения: • Экранировать фазные провода от удара молнии • Пропускать ток при разбалансировке

КАЧЕСТВЕННЫЙ АСПЕКТ

Важно выбрать производителя кабеля, обладающего проектными и производственными возможностями, чтобы обеспечить надежный кабель, гарантирующий надежную заземляющую проводную/телекоммуникационную систему, которая будет работать без проблем в течение многих лет.

Компания ООО «ХК «Локус» поставляет оптический заземляющий провод, где выбран материал, произведен и протестирован кабель в соответствии со статистическими исследованиями, чтобы обеспечить его безупречную работу в течение расчетного срока службы, превышающего 30 лет.

ОПТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ

Существуют различные конфигурации ОКГТ/ОПГВ, чтобы обеспечить компромисс между конкретными техническими требованиями и требованиями к установке. Однако наиболее эффективной конфигурацией оптического модуля является та, в которой предусмотрена буферная трубка из нержавеющей стали, содержащая оптические волокна, вокруг которой наложена алюминиевая трубка. Кабель решает проблемы применения, связанные с весом и диаметром, а также прочностью на раздавливание и влажностью. Волокна имеют максимальную защиту от воздействия молнии, короткого замыкания и растягивающей нагрузки.

Труба из нержавеющей стали для обеспечения высокой прочности и высокого модуля, а также превосходных антикоррозионных свойств. Рекомендуется использовать профилирование и процесс лазерной сварки. Целостность сварного шва и трубы непрерывно контролируется в 360° по всей длине обрабатываемой трубы с помощью очень чувствительной встроенной системы обнаружения вихревых токов.

На производстве выдавливают алюминиевую трубку вокруг трубки из нержавеющей стали. Это гарантирует, что труба находится в тесном контакте и плотно прилегает к трубе, при этом между трубой и трубкой практически не остается пространства. Труба представляет собой усовершенствованный сплав серии 1100, выбранный из-за его прочности, проводимости и способности к экструдированию.

Большинство проблем с надежностью ОКГТ/ОПГВ связаны с оптическим модулем. Ниже приведены примеры очень важных проблем с надежностью, не охваченных спецификацией IEEE-1138:

А. Размещайте и защищайте оптические волокна

Когда оптические волокна подвергаются длительному воздействию водорода, они могут испытывать повышенное затухание. Водород выделяется во всех кабелях в результате разложения почти всех материалов, из которых состоит кабель. Тем не менее, конструкция обычного наземного кабеля позволяет водороду выходить.

Однако требования применения ОКГТ/OPGW требуют, чтобы оптическое волокно содержалось внутри герметично закрытой трубки. Даже волокна внутри пластикового буфера содержатся в герметично закрытой трубе. Таким образом, водород не может уйти. Поэтому для обеспечения надежности обычный гелевый наполнитель пластиковой трубки необходимо заменить специальным гелем, содержащим соответствующее количество поглотителя водорода.

Б. Сопротивление раздавливанию

Устойчивость ОКГТ/OPGW к раздавливанию важна как минимум по двум причинам. Обе проблемы связаны с деформацией буферной трубки, а не с катастрофическим разрушением, как, например, при испытании на раздавливание и испытании на удар, описанном в IEEE-1138. Одна проблема, которая возникает, — это когда ОКГТ/OPGW втягивается, а другая — когда ОКГТ/OPGW «провисает». После деформации трубки свободное пространство, предусмотренное для всего волокна, эффективно уменьшается, и волокно испытывает лишь деформацию, которая сокращает срок службы стекловолокна, даже если это не вызывает повышенного затухания.

Наиболее устойчивой к раздавливанию является конфигурация, в которой используется буферная трубка из нержавеющей стали, а не пластиковая буферная трубка внутри алюминиевой трубы. Прочность материала на раздавливание зависит от его модуля упругости (Юнга). Пластиковые буферные трубки представляют собой полибутилентерефталат (ПБТ), который представляет собой полимер. Модуль Юнга ПБТ составляет примерно 2,5 ГПа. Модуль Юнга нержавеющей стали значительно превышает 200 ГПа.

Кроме того, температура плавления ПБТ составляет от 225 до 260°C, но температура стеклования составляет всего лишь от 40 до 45°C. Итак, выше 40 °C материал находится в «резиновом» нетвердом состоянии. Полимер мягок и легко деформируется под действием силы; и многократное нагревание и охлаждение полимера кумулятивно ухудшает состояние.

Во время установки трос натягивается за какой-то шпиль. Часто он состоит из одного или двух шкивов, вокруг которых намотан трос. При натяжении трос оказывает давление на шкив. Эта сила называется несущей силой; и он может быть довольно большим, поэтому круглый кабель имеет тенденцию сплющиваться. Сопротивление трубки деформации под действием сжимающей силы, приложенной к внешней стороне трубки, зависит от диаметра трубки, толщины стенки, предела текучести материала и его коэффициента Пуассона. Предел текучести ПБТ составляет примерно от 20 до 25 МПа, а предел текучести нержавеющей стали - примерно от 500 до 505 МПа. Трубка из нержавеющей стали, обычно используемая в ОКГТ/OPGW, имеет внутренний диаметр примерно 2,6 мм x внешний диаметр 3,0 мм. По оценкам, для достижения таких же физических характеристик трубки из ПБТ ее внутренний диаметр должен составлять примерно 2,3 мм x наружный диаметр 7,5 мм. Чтобы обеспечить такое же пространство внутри трубки из ПБТ для оптического волокна, его внутренний диаметр должен составлять примерно 2,6 мм x наружный диаметр 7,6 мм. Таким образом, кабель будет иметь минимальный диаметр 4,6 мм и больший диаметр.

Другая причина деформации — сжимающая сила, приложенная к кабелю во время вибрации эллипсов или когда трос зажат на месте.

Эти сценарии происходят при нормальной температуре окружающей среды. Повреждение происходит быстрее и серьезнее при использовании пластикового буферного клубня при высокой температуре окружающей среды и ухудшается при повышенной температуре.

С. Влияние температуры

Большинство изменений пластиковых буферных трубок, происходящих с течением времени, происходят при температуре выше стеклования. Полимеры подвергаются стеклованию, что означает, что при некоторой температуре аморфная область полимера переходит из стеклообразного состояния в «резиновое» состояние. Пластиковые свободные буферные трубки сконфигурированы таким образом, что оптические волокна внутри них на небольшой процент длиннее самой трубки. Эта избыточная длина волокна (EFL) позволяет кабелю растягиваться, не создавая напряжения на волокне, и эту EFL необходимо контролировать и ограничивать, чтобы позволить пластику сжиматься при понижении температуры окружающей среды, не образуя микроизгибов в волокне, которые могут увеличить затухание, и сократить срок службы волокон.

Это тщательно контролируемое соотношение нарушается, когда кабель нагревается выше температуры стеклования ПБТ (40–45 °С); и это может происходить ежедневно в воздушных кабелях. Что еще хуже, при более высокой температуре коэффициент линейного расширения/сжатия (CLE) ПБТ в 3,5 раза больше, чем CLE нержавеющей стали. Таким образом, можно поместить больше EFL в буферную трубку из нержавеющей стали, что позволяет кабелю выдерживать большую нагрузку без деформации волокна и не сжиматься настолько при низкой температуре, чтобы вызвать микроизгиб. Без стеклования сталь сохраняет исходное расчетное соотношение между длиной волокна и длиной трубки, что позволяет ей иметь постоянное тепловое удлинение при всех температурах, независимо от времени года или других климатических условий, на протяжении всего срока службы кабеля.

ПБТ, как и все пластиковые материалы, становится мягче по мере нагревания, а пластиковые тела, а также другие упругие и вязкоупругие тела деформируются под действием сил статического или динамического контакта с другим телом. В этом случае трубка из ПБТ заключена в кожух и контактирует с окружающей ее алюминиевой оболочкой. Контактная механика — это технология, которая установила, что величина деформации зависит от модуля упругости Юнга контактирующих материалов. Модуль Юнга алюминия составляет примерно 69 ГПа. Модуль Юнга ПБТ составляет примерно 90 ГПа. Очевидно, что ПБТ будет деформироваться алюминием, а также стеклопластиком и прилегающими трубками. Контактная сила является функцией нормальной силы и радиуса кривизны обоих тел, но важной особенностью такого анализа являются радиальные и продольные силы, которые носят циклический характер, поскольку они приводят к подповерхностным трещинам, которые со временем приводят к разрушению. И больше всего страдают тела круглой формы, потому что площадь фактического контакта мала, что приводит к очень высокому уровню напряжения.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА КАБЕЛЬ

На характеристики ОКГТ/OPGW влияют температура, деформация элементов кабеля, запас прочности конструкции, достигнутый при производстве и поддерживаемый на протяжении всего срока службы кабеля, диаметр кабеля и вес кабеля. Конструкция центральной стальной трубы, плакированной алюминием: Конструкция центральной стальной трубы, плакированной алюминием, была разработана в 1999 году. Она состоит из трубы из нержавеющей стали, помещенной внутри алюминиевой трубы.

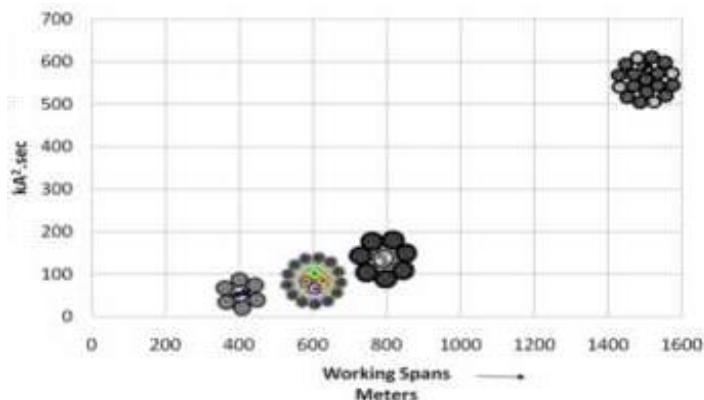
Такая конструкция обеспечивает дополнительную прочность на сжатие и проводимость. Данная конструкция имеет малый диаметр и малый вес, что снижает нагрузку на башню. Другие функции включают в себя:

- Те же физические характеристики, что и у заземляющего провода.
- Превосходная устойчивость к раздавливанию.
- Внешние провода большого диаметра для лучшей молниезащиты.
- Отсутствие гальванической коррозии, поскольку нет разнородных материалов.
- Высокая допустимая нагрузка по току повреждения

Ниже описывается, как эти атрибуты влияют на некоторые важные проблемы производительности, уникальные для ОКГТ/ОПГВ в повседневном применении:

А. Ток повреждения

Номинальный ток короткого замыкания ОКГТ/ОПГВ относится к способности кабеля рассеивать энергию, вырабатываемую при коротком замыкании в линии электропередачи. При коротком замыкании ток повреждения распространяется по кабелю в течение определенного периода времени. Площадь кабеля, подвергающаяся воздействию этого тока, и способность материала, из которого состоит кабель, рассеивать тепло, определяют температуру, которой достигают компоненты кабеля. Поскольку более проводящие материалы рассеивают больше энергии, нержавеющая сталь лучше защищает оптическое волокно, поскольку отводит тепло быстрее, чем пластик ПБТ, а поскольку теплопередача алюминия выше, чем у нержавеющей стали, тепло быстро отводится от нержавеющей стали. В результате волокно внутри трубки из нержавеющей стали всегда будет примерно на 50 0C ниже, чем алюминиевые элементы кабеля, и это даже не учитывая, что допустимое повышение температуры выше для цельнометаллического кабеля, чем для кабеля, содержащего пластик.



Б. Молния

ОКГТ/ОПГВ размещается высоко на линии электропередачи специально для сбора молнии, а не для ее попадания в провод питания. Поэтому ОКГТ/ОПГВ должен быть спроектирован таким образом, чтобы минимизировать ущерб, причиняемый молнией. Наиболее важным моментом при проектировании защиты ОКГТ/ОПГВ от повреждения молнией является использование провода правильного размера и типа, составляющего внешний слой. Испытания показывают, что провода диаметром 3,0 мм и более лучше выдерживают удар молнии, не вызывая повреждений; любое отверстие в проводе, вызванное молнией, меньше по сравнению с диаметром провода. Кроме того, проволока большего размера имеет более высокую прочность на разрыв и с меньшей вероятностью сломается в результате удара. Молния попадает в кабель поперечно. Повреждение является физическим и локализуется на непосредственно пораженном проводе и прилегающих к нему 2 или 3 проводах, после чего необходимо отвести тепло. Следовательно, свойствами провода, на которые влияет молния, являются прочность на разрыв, проводимость и теплоемкость.

С. Ветер

«Скакание» троса чаще всего вызывается ветром и является аэродинамической реакцией троса. Во время этого явления кабель демонстрирует движение эллиптической формы, имеющее большую амплитуду в вертикальной плоскости, примерно от 6 до 8 градусов от вертикальной оси, и меньшее движение в горизонтальной плоскости, перпендикулярной вертикальной плоскости. Кабель с трубкой из нержавеющей стали внутри алюминиевой трубы обладает наибольшей устойчивостью к скачку, чем любая другая конструкция ОКГТ/OPGW. Говорят, что он «самозатухающий». Эта характеристика возникает из-за того, что труба очень плотно прилегает к трубке из нержавеющей стали. «Вложение» этих трубок в сочетании с прочностью на растяжение и модулем сдвига позволяет трубке двигаться, изгибаться и поглощать энергию без повреждений.

D. Провисание и напряжение

Очень часто ОКГТ/OPGW заменяет заземляющий провод линии электропередачи. Таким образом, чтобы обеспечить такую же желаемую защиту, ОКГТ/OPGW должен состоять из подходящих материалов, соответствующего размера провода и соответствовать тому же критерию угла экрана. Обычной практикой является использование существующего заземляющего провода или провисания проводника в качестве ориентира. Кроме того, прочность на растяжение должна быть на том же уровне, что и у заземляющего провода. Если напряжение выше, возможно, башню придется укрепить.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уже давно поставлено более 100 000 км ОКГТ/OPGW, изготовленных из буферной трубки из нержавеющей стали, плакированной алюминием. Опыт показывает, что такая конструкция обеспечивает превосходную производительность и превосходную долгосрочную надежность.

- Кабель выдерживает очень высокую устойчивость к раздавливанию, что предотвращает повреждения во время установки.
- Очень стабильные оптические характеристики достигаются при изменении температуры, поскольку в кабеле нет пластика. Характеристики теплового расширения/сжатия практически не изменились.
- Малый вес, малый диаметр и высокая прочность облегчают согласование провисания каждого пролета.
- Кабель обладает «самозатуханием» и повышенной выносливостью во время скачков.
- Предлагаемая нами конструкция стальной трубы с алюминиевым покрытием имеет большую площадь металлического поперечного сечения и содержит как минимум на 40% больше алюминия, чем конструкция трубы из ПБТ.
- Эта конструкция способна выдерживать более высокую интенсивность молнии благодаря размеру проводов снаружи более 3 мм.