

Особенности применения электроизолирующих соединений для катодной защиты трубопроводов

ЗАО «Трубопроводные системы и технологии»
Захаров Д.Б., Передерий В.И., Семенюга В.В., Яковлев В.А.

Катодная защита трубопроводов от коррозии даже имеющих хорошее защитное покрытие может быть не экономичной и даже невозможной без применения электроизолирующих соединений.

При использовании катодной защиты трубопроводов от коррозии происходит утечка защитного тока к другим объектам или оборудованию, электрически связанному с трубопроводом, что, несмотря на различные предупредительные меры, приводит к возрастанию необходимого тока защиты. Однако ток защиты может быть значительно снижен благодаря применению электроизолирующих соединений.

Таким образом, использование электроизолирующих соединений рекомендуется с целью минимизации необходимого защитного тока, снижения объема проверок с целью определения неисправностей и оптимизации распределения защитного потенциала.

В состав электроизолирующих соединений входят:

- Электроизолирующая вставка (муфта)
- Искроразрядник
- Контрольно-измерительный пункт

Типичный образец электроизолирующей вставки (муфты) представлен на рис. 1.

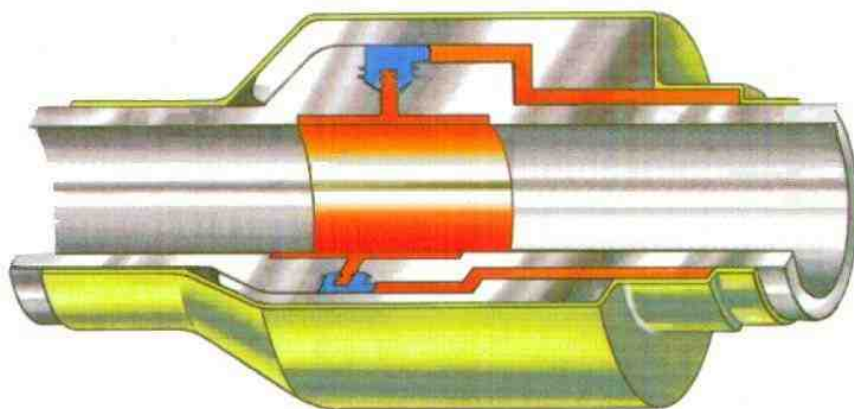


Рис.1 Конструкция электроизолирующей вставки (муфты)

Электроизолирующая вставка (муфта) конструктивно состоит:

- из двух металлических патрубков с соответствующими трубопроводу присоединительными размерами,
- электрического изолятора,
- герметизирующего элемента.

Для предотвращения утечки защитного тока через наружную поверхность электроизолирующей вставки (муфты), как правило, используются эпоксидные или полиуретановые покрытия толщиной не менее 1,5 мм для подземных и 0,4 мм для надземных трубопроводов.

В случае если транспортируемый по трубопроводу продукт является электропроводящим, то для устранения возможности утечки защитного тока через продукт применяются либо специальные изолирующие воротники, либо эпоксидное покрытие на внутренней поверхности металлических патрубков.

При постановке на производство и в процессе изготовления электроизолирующие вставки (муфты) проходят следующие виды испытаний:

- неразрушающий контроль сварных соединений
- гидростатическое испытание на прочность
- гидравлическое испытание на циклическую усталость
- пневматическое испытание на герметичность
- испытание на изгиб
- испытание на кручение
- испытание на диэлектрическую прочность (на «пробой»)
- проверку электрического сопротивления
- контроль качества покрытий.

Для трубопроводов в зависимости от различных условий эксплуатации применяются электроизолирующие вставки (муфты) со следующими техническими характеристиками:

- рабочим давлением до 100,0 МПа
- наружным диаметром до 3,5 м
- электрическим сопротивлением не менее 5 МОм
- напряжением «пробоя» не менее 3500 В переменного тока
- температурой эксплуатации от минус 60°C до плюс 250°C

Электроизолирующее соединение должно быть защищено от повреждения при высоковольтном скачке напряжения. Подобный скачок напряжения может быть следствием попадания молнии, индуцироваться воздушными высоковольтными линиями или проложенными рядом высоковольтными кабелями и т.п. Для предотвращения повреждения изолятора электроизолирующего соединения при подобном скачке напряжения используются искроразрядники. Типичный образец искроразрядника представлен на рис.2



Рис.2 Искроразрядник

В составе электроизолирующих соединений используются искроразрядники со следующими техническими характеристиками:

- напряжение пробоя не более 2500 В
- импульсный ток не менее 50 кА

Для нефте- и газопроводов применяются искроразрядники во взрывобезопасном исполнении.



Контрольно-измерительный пункт предназначен для оценки работоспособности электроизолирующего соединения и эффективности катодной защиты трубопровода. Типичный образец контрольно-измерительного пункта представлен на рис.3.

Рис.3 Контрольно-измерительный пункт

Электроизолирующие соединения рекомендуется применять:

- для электрической изоляции обсадных колонн скважин от трубопроводов,
- для электрической изоляции компрессорной и нефтеперекачивающей станции от магистрального трубопровода,
- для электрической изоляции отводов от магистрального трубопровода,
- для электрической изоляции надземного участка трубопровода (длиной свыше 1000 м) от подземного,
- для электрической изоляции многониточных трубопроводных систем, соединяемых перемычками, в местах размещения перемычек,
- для электрической изоляции подводного трубопровода от наземного,
- для электрической изоляции запорной арматуры с электрическим приводом или другого заземленного оборудования от трубопровода,
- для электрической изоляции трубопроводов из разнородных металлов с целью минимизации гальванической коррозии,
- для электрической изоляции трубопровода с диэлектрическим покрытием от трубопровода с электропроводящим покрытием,
- для секционирования трубопроводов в случае применения различных типов электрохимической защиты от коррозии,
- для ограничения воздействия подземных блуждающих токов связанных с транспортом на электрической тяге или с расположением поблизости объектов с катодной защитой.

При выборе конкретного места установки электроизолирующего соединения необходимо учитывать, что соединение является неизбежным концентратором напряжений. Это должно быть учтено при проектировании и строительстве трубопровода. Следует в максимально возможной степени избегать ситуации, при которой конструкция электроизолирующего соединения может быть подвержена воздействию значительных нагрузок (изгибающего момента, крутящего момента, осевых нагрузок). Все это положительно скажется на сроке эксплуатации.

Как правило, монтаж вставки (муфты) электроизолирующего соединения на трубопровод осуществляется с помощью сварки.

Перед монтажом необходимо:

- убедиться, что на внутренней поверхности изолирующей муфты нет земли, грязи, пыли, влаги и т.п.; при необходимости удалить загрязнения.

- удалить защитный противокоррозионного состава с металлических патрубков вставки (муфты), нанесенный на длину 50 мм от торцев.

Вставка (муфта) электроизолирующего соединения должна быть размещена точно вдоль оси трубопровода. Необходимо избегать действия на вставку (муфту) изгибающих и/или крутящих нагрузок.

Вставка (муфта) электроизолирующего соединения должна быть размещена таким образом, чтобы обеспечить свободный доступ к присоединенным к ней аксессуарам (электроперемычка, искроразрядник и т.д.)

При монтаже следует обращать внимание на местоположение электрического контакта «масса» сварочного оборудования. Контакт «масса» должен быть размещен на стороне того патрубка, который сваривается. Были отмечены случаи, когда сварщики не переносили контакт «масса» при выполнении сварных швов на разных патрубках вставки (муфты). В лучшем случае сварочное оборудование не работало, пока сварщики не размещали контакт «масса» на правильной стороне. В ряде случаев сварщики увеличивали напряжение и ток, потому что думали, что остановка сварочного устройства происходила из-за неправильной регулировки, но делая это, они нанесли изолятору вставки (муфты) неремонтируемое повреждение.

В процессе сварки и/или последующей термообработки должны быть приняты все необходимые меры, чтобы температура центральной части вставки (муфты) электроизолирующего соединения не достигла опасной температуры, превышающей указанную температуру эксплуатации в маркировке.

После выполнения сварки и необходимого неразрушающего контроля, на сварной шов и околошовную зону должна быть нанесена изоляция и/или защитное покрытие. Если изоляция и/или дополнительное защитное покрытие наносятся горячим способом, то при этом температура вставки (муфты) электроизолирующего соединения также не должна превышать максимальной температуры эксплуатации, указанной в маркировке. При нанесении в случае необходимости дополнительного защитного покрытия следует избегать электропроводящих цинковых покрытий, поскольку через покрытие будет проходить паразитный ток, снижающий эффективность изоляции.

При проверке эффективности электроизолирующего соединения, установленного на подземном трубопроводе, необходимо учитывать воздействие заземления трубопровода и со стороны других существующих электрических линий (кабелей). Стандартная процедура измерения электрического сопротивления электроизолирующего соединения не является приемлемой для оценки эффективности электроизолирующего соединения в трассовых условиях.

Для определения эффективности электроизолирующего соединения могут использоваться несколько видов проверок в зависимости от:

- опыта и подготовки контролирующего персонала,
- местоположения и окружающей среды вокруг соединения,
- потенциала и величины катодного или анодного тока в месте установки.

Проверку эффективности можно осуществлять:

- по разности потенциалов трубопровод-земля, измеренных на обеих сторонах вставки (муфты) электроизолирующего соединения.

- определением процента утечки через вставку (муфту) см. рис.4; для надземных трубопроводов измерением падения напряжения.

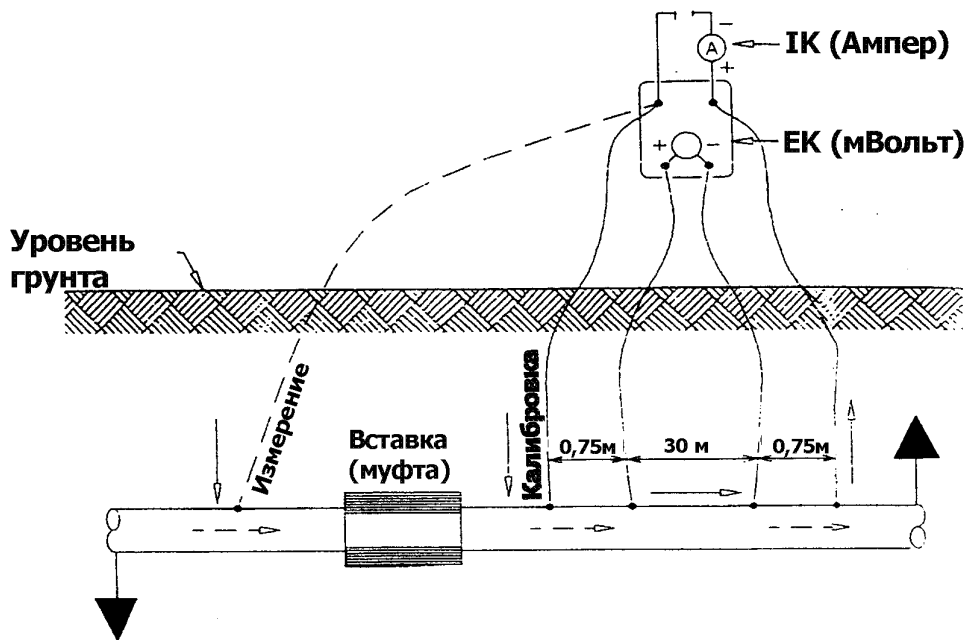


Рис.4 Схема коммутации контрольно-измерительного пункта при определении процента утечки через вставку (муфту).

1. Расчет коэффициента калибровки: $K = IK / EK = \text{Ампер} / \text{мВольт}$
2. Расчет процента утечки: $\% \text{ утечки} = \frac{K * I_{\text{измерения}} * 100}{I_{\text{измерения}}}$