

Использование разделительных искровых разрядников для защиты изолирующих фланцевых соединений трубопроводов

А.И. Федоров

ООО «ДЕН РУС», Москва, Россия

В процессе эксплуатации трубопроводы подвергаются различным воздействиям, которые могут снижать срок их службы и негативно влиять на связанные с ними технологические системы, приводя к повреждениям и сбоям в их работе. Одну из основных опасностей представляют протекающие в земле блуждающие токи, источником которых являются контактные сети электрифицированных железных дорог и других видов электрического транспорта. В статье рассмотрены вопросы применения изолирующих фланцевых соединений (ИФС) для защиты трубопроводов от электрохимической коррозии и механизм их повреждения под действием тока молнии как при прямых попаданиях, так и за счет развития искровых плазменных каналов в земле. С целью предотвращения повреждений предложено техническое решение на основе разделительных искровых разрядников, позволяющее существенно увеличить эксплуатационную надежность трубопроводов.

Механизм воздействия блуждающих токов, вызванных работой электрифицированного транспорта, на подземно проложенный трубопровод показан на рис. 1.

Протекание блуждающих токов вызывает электрохимическую коррозию, которая является причиной ускоренного разрушения трубопроводов. Чтобы избежать этого, необходимо предусмотреть устройство электрохимической защиты трубопровода. Одним из самых простых и распространенных на практике способов является применение изолирующих фланцевых соединений (ИФС), которые обеспечивают электрическую изоляцию одного участка трубопровода от другого, тем самым предотвращая протекание электрического тока вдоль трубопровода. ИФС обычно состоит из двух или трех фланцев, между которыми расположены изолирующие прокладки, а их соединение между собой осуществляется с помощью шпилек, также изолированных от фланцев посредством втулок из диэлектрического материала. Пример изолирующего фланцевого соединения показан на рис. 2.

Применение изолирующих фланцевых соединений является простым и достаточно надежным решением, однако, как показал многолетний опыт эксплуатации, ИФС уязвимы к воздействию разрядов молнии, причем это относится не только к открыто прокладываемым трубопроводам, которые могут быть поражены в результате прямого попадания молнии, но и к трубопроводам, размещенным под землей. Дело здесь в искровых плазменных каналах, которые распространяются в объеме грунта после удара молнии в землю и проводят значительную

часть тока молнии. Развиваясь в земле, искровой канал может легко достигнуть подземного трубопровода, и далее ток молнии будет протекать уже по его поверхности. Подробно механизм развития искровых каналов в грунте описан в [1]. При усредненных токах молнии и значениях удельного сопротивления грунта их длина может достигать 20–40 м от точки удара. Как следствие, подземный трубопровод длиной десятки километров, проложенный в средней полосе России, может испытывать воздействие токов до 10 молний в год.

Металлическая труба и фланцы ИФС едва ли пострадают в результате протекания токов молнии, т.к. толщина их стенки обычно больше 4 мм. Таким образом, при таких толщинах молния не может ни проплавить, ни разогреть стенку трубы с внутренней стороны до опасных температур. Но изолирующая вставка фланцевого соединения, необходимая для предотвращения электрохимической коррозии, является слабым звеном при воздействии тока молнии. Ее изоляция не рассчитана на высокие напряжения, возникающие при разряде молнии, и может быть повреждена, что приведет к утечке взрывоопасной среды и созданию повышенной угрозы взрыва и пожара.

Избежать столь опасных последствий можно, защитив изолирующую вставку фланца посредством ее шунтирования с помощью специального искрового разрядника, например, разделительного искрового разрядника EXFS 100 или EXFS 100 KU производства компании «ДЕНН + СÖННЕ» (рис. 3). Эти разрядники разработаны специально с учетом жестких промышленных требований,

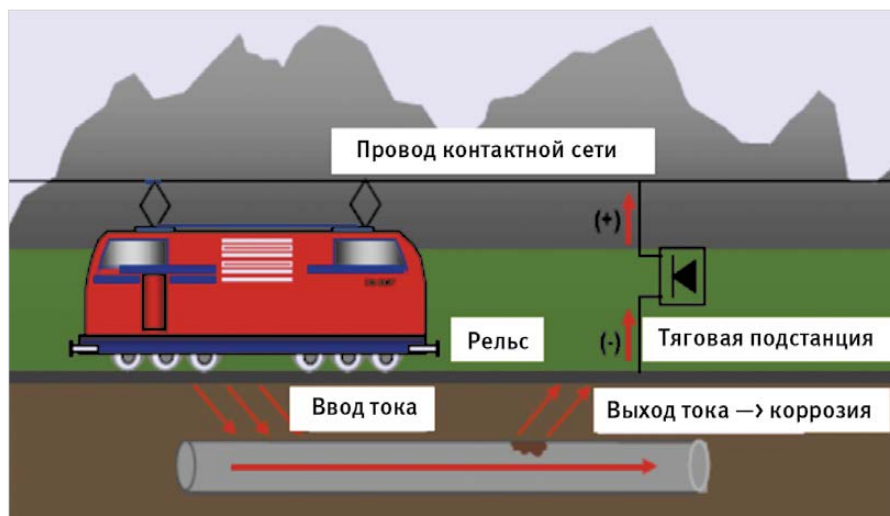


Рис. 1 — Протекание блуждающих токов, вызванных работой контактных сетей электрифицированного транспорта, по проложенному в земле трубопроводу

предъявляемых к надежности трубопроводов. В случае попадания молнии в трубопровод или при растекании тока молнии в земле, разрядники пропустят импульсные токи через себя и тем самым предотвратят их воздействие на изолирующее фланцевое соединение и обеспечат безопасность трубопровода.

Разрядники EXFS 100... имеют взрывозащищенное исполнение и могут использоваться во взрывоопасных зонах класса 1 согласно ГОСТ Р 51330.9-99. Пропускная способность по току молнии равна 100 кА (10/350 мкс), что соответствует классу H согласно [2], т.е. максимально тяжелому режиму работы. Выдерживаемое напряжение промышленной частоты составляет 250 В, а номинальное импульсное пробивное напряжение — 1250 В. Разрядник EXFS 100 имеет стандартное исполнение для применения на наземных участках трубопроводов. Для удобства его монтажа предлагаются плоские и угловые крепежные скобы из оцинкованной стали с различными диаметрами отверстий под шпильку фланцевого соединения, а также медные соединительные проводники длиной 100, 200 или 300 мм в комплекте с кабельными наконечниками. Разрядник EXFS 100 KU более универсален и может применяться как для наземного, так и подземного монтажа за счет специальной водонепроницаемой оболочки. В состав конструкции входят также два соединительных проводника длиной 2 м и сечением 25 мм². При необходимости длина проводников может быть уменьшена, что позволяет осуществлять монтаж разрядников на фланцевые соединения различных габаритов. Пример установки разделительного искрового разрядника EXFS 100 на ИФС показан на рис. 4.



Рис. 2 — Изолирующее фланцевое соединение



Рис. 3 — Разделительные искровые разрядники DEHN + SÖHNE:
а) стандартного исполнения типа EXFS;
б) с возможностью подземного монтажа типа EXFS 100 KU

Итоги

Применение разделительных искровых разрядников для шунтирования изолирующих фланцевых соединений позволяет избежать повреждений, вызванных протеканием тока молнии вдоль трубопровода при прямых попаданиях, а также за счет растекания в земле, что приводит к существенному увеличению эксплуатационной надежности трубопроводов в условиях грозовой деятельности.

Выводы

Следует помнить, что современные трубопроводы являются комплексной системой и содержат также значительное количество вспомогательного оборудования, такого, как установки катодной защиты, средства связи и телемеханики и др. Поэтому для обеспечения надежного функционирования в сложной электромагнитной обстановке системы в целом необходимо также предусмотреть защиту и ее составляющих.

Список литературы

1. Базелян Э.М. Как заземлять магистральные трубопроводы // Новости ЭлектроТехники. 2015. №3 (93).
2. ГОСТ Р 62561.3-2014. Компоненты систем молниезащиты. Часть 3. Требования к разделительным искровым разрядникам. М.: Стандартинформ, 2014.



Рис. 4 — Пример шунтирования изолирующего фланцевого соединения с помощью разделительного искрового разрядника EXFS 100