

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ ПОДЗЕМНЫХ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Н. Б. Адилова, К. Н. Тойшыбаев

*РГП на ПХВ «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
имени Жангир хана», Уральск, Казахстан*

В процессе длительной эксплуатации подземных трубопроводов изоляционное покрытие стареет и постепенно теряет свои защитные свойства. При этом защитный ток все больше уходит в грунт, потенциал трубы падает, приближаясь к естественному потенциалу поляризации. Для поддержания потенциала на необходимом уровне требуется увеличивать мощность станций катодной защиты, что, в свою очередь, приводит к усилению неравномерности распределения потенциала вдоль трубопровода; местами происходит катодное отслоение покрытия от поверхности трубы.

Факторы, влияющие на старение изоляционного покрытия, действуют неодинаково вдоль трубопровода. Локальные свойства изоляционного покрытия (адгезия, переходное сопротивление) перестают характеризовать защитные свойства изоляционного покрытия трубопровода в целом или даже в пределах небольших участков длиной 10 м, 100 м, 1 км и т.д. Поэтому теряется ценность локальных измерений, выполненных в рамках шурфовых обследований, поскольку эти результаты не могут служить основой для расчетной оценки качества изоляционного покрытия трубопровода как целого объекта.

Так появляются несколько задач:

- 1) выбрать критерий качества изоляционного покрытия трубопровода при длительной эксплуатации;
- 2) разработать математический аппарат оценки качества изоляционного покрытия;
- 3) выбрать или разработать методы измерений на трубопроводе.

Как известно, современными нормами предусмотрены два уровня защиты от коррозии: пассивная и активная. Роль пассивной защиты выполняет собственно изоляционное покрытие, роль активной защиты – электрический потенциал (электрохимзащита). Исходя из этого, напрашивается следующее требование к изоляционному покрытию: покрытие должно быть таким, чтобы потери тока не помешали установлению заданных потенциалов на всем трубопроводе.

Поскольку защитные потенциалы задаются станциями катодной защиты (СКЗ), весь трубопровод целесообразно разбить на конечные участки, ограниченные смежными СКЗ. Если путем вариации режимов работы системы СКЗ удастся поддерживать необходимые потенциалы на каждом конечном участке трубопровода, то изоляционное покрытие трубопровода можно считать удовлетворительным, несмотря на накопленные дефекты.

Учитывая эти особенности, в качестве критерия качества изоляционного покрытия при дальнейшей эксплуатации следует выбрать интегральное переходное сопротивление на конечном участке трубопровода. Эту величину обозначим $R_{\text{инт}}$ с единицей измерения Ом. Чем ниже численное значение параметра $R_{\text{инт}}$, тем выше потеря защитного тока на этом участке и тем ниже качество изоляционного покрытия.

Для участка трубопровода с идеальным (новым) изоляционным покрытием, где еще нет разброса свойств, взаимосвязь интегрального переходного сопротивления изоляции $R_{\text{инт}}$ с удельным переходным сопротивлением изоляции $\rho_{\text{из}}$ выражается формулой

$$R_{\text{инт}} = \frac{\rho_{\text{из}}}{\Delta L \cdot \pi D}, \quad (1)$$

где ΔL – длина выбранного конечного участка трубопровода;

D – наружный диаметр трубопровода;

$\rho_{\text{из}}$ – удельное переходное сопротивление изоляционного покрытия – сопротивление единицы поверхности (Ом·м²).

Для старых трубопроводов, где локальные значения переходного сопротивления испытывают сильный разброс, пользоваться формулой (1) можно только условно:

$$R_{\text{инт}} = \frac{\tilde{\rho}_{\text{из}}}{\Delta L \cdot \pi D}, \quad (2)$$

где ΔL – длина выбранного конечного участка трубопровода;

D – наружный диаметр трубопровода;

$\tilde{\rho}_{\text{из}}$ – среднее по выбранному участку удельное переходное сопротивление изоляционного покрытия (Ом·м²).

Параметр $\tilde{\rho}_{\text{из}}$ нельзя путать со средним значением измеренных случайных значений переходного сопротивления покрытия при шурфовых обследованиях трубопровода. Для нового изоляционного покрытия параметры $\rho_{\text{из}}$ и $\tilde{\rho}_{\text{из}}$ совпадают, поскольку отсутствует разброс.

Параметры $R_{\text{инт}}$ и $\tilde{\rho}_{\text{из}}$ характеризуют как физическое старение изоляционных материалов, так и наличие дефектов покрытия на выбранном участке трубопровода. Поэтому оценку качества изоляционного покрытия рекомендуется выполнять по значениям параметров $R_{\text{инт}}$ и $\tilde{\rho}_{\text{из}}$. Однако критические значения интегрального переходного сопротивления $R_{\text{инт}}^*$ и среднего по выбранному участку удельного переходного сопротивления $\tilde{\rho}_{\text{из}}^*$ не являются постоянными, а зависят от ряда параметров: расстояния между СКЗ, режима работы СКЗ, размеров труб, свойств грунта.

Для решения второй задачи требуется разобраться с законами растекания тока в подземном трубопроводе с неидеальным изоляционным покрытием, которое характеризуется параметрами $R_{\text{инт}}$ и $\tilde{\rho}_{\text{из}}$.

Здесь важно отметить, что полный потенциал $U_{\text{П}}$ трубопровода («труба-земля») состоит из двух составляющих: естественного поляризованного потенциала $\varphi_{\text{ест}}$ и активной части потенциала φ , вызванного протекающими токами и омическим сопротивлением трубопровода и изоляционного покрытия. Поэтому для определения значения φ необходимо из измеренного значения $U_{\text{П}}$ вычесть известное для данной стали значение $\varphi_{\text{ест}}$.

$$\varphi = U_{\text{П}} - \varphi_{\text{ест}}. \quad (3)$$

Определение переходного сопротивления изоляционного покрытия строящихся трубопроводов (или после капитального ремонта) описано в соответствующих стандартах и строительных нормах [1 – 3]. Здесь будем рассматривать методы, относящиеся к трубопроводам с изношенным изоляционным покрытием, основанные на вышеприведенном математическом аппарате.

Метод 1. Определение переходного сопротивления участка действующего трубопровода на основе измерения потенциалов.

Для этого необходимо:

- измерить потенциалы на границах выбранного участка AB ;
- дополнительно измерить потенциал в одной или нескольких промежуточных точках.

Метод 2. Определение переходного сопротивления участка действующего трубопровода на основе измерения токов.

Для этого необходимо:

- измерить токи на границах выбранного участка AB ;
- дополнительно измерить токи в одной или нескольких промежуточных точках.

Таким образом, подготовлены основы для количественной оценки качества изоляционного покрытия подземных стальных трубопроводов после длительной эксплуатации на основе результатов электрометрических измерений.

Показано, что возрастание случайного разброса локальных характеристик изоляционного покрытия при длительной эксплуатации подземных трубопроводов создает проблему количественной оценки защитных свойств и остаточного ресурса покрытия протяженного участка в целом. Предлагается метод расчетной оценки качества изоляционного покрытия трубопроводов, основанный на интегральном переходном сопротивлении. Получено математическое обеспечение данного метода и приведен ряд примеров, которые показывают его эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 51164-98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии. – С. 12 – 14.
2. ГОСТ 9.602-2005. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии. – С. 7 – 12.
3. ВСН 012-88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемки работ. Ч. 1. – С. 22 – 31.

УДК 622.692.4.054

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГАЗОЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ

А. Ф. Уразбахтина, Н. В. Морозова

*ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет», Уфа, Россия*

Одним из важнейших направлений топливно-энергетического комплекса России является разработка и внедрение новых технологий и технических средств, направленных на снижение энергозатрат, снижение потерь углеводородного сырья, сохранение его качества. В этом отношении наиболее эффективным методом сбора и транспорта продукции нефтяных скважин является совместный сбор и транспорт нефти и газа.

Однотрубный сбор и транспорт продукции нефтяных скважин характеризуются высокими технико-экономическими показателями, дают хоро-