

УДК 620.197

А.Г. Дидух<sup>1</sup>, А.Н. Нефедов<sup>1</sup>, Р.В. Долгих<sup>1</sup>, e-mail: R.Dolgikh@rdc.kaztransoil.kz; Н.А. Ивашов<sup>1</sup><sup>1</sup> Филиал НТЦ АО «КазТрансОйл» (Алматы, Республика Казахстан).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ НА ПЛОЩАДКЕ НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩЕЙ СТАНЦИИ

В статье приведены результаты исследования коррозионного состояния технологических трубопроводов нефтеперекачивающей станции (НПС) в условиях отсутствия электрохимической защиты. Значения удельного сопротивления грунта указывают на преобладание грунтов с низкой коррозионной активностью, в то же время имеются и области со сравнительно низкой величиной удельного сопротивления грунта. Перепад удельного сопротивления грунта при этом составляет от 1200 до 30 Ом·м, что может приводить к существованию макропары и как следствие – к повышению коррозии оборудования. В слабовлажных грунтах скорость коррозии невелика из-за анодной пассивности стали. Скорость коррозии постепенно возрастает с увеличением влажности, причем коррозия приобретает неравномерный (язвенный) характер. При влажности 12–17% коррозия достигает максимума и затем снижается по мере торможения катодной реакции вследствие затруднения доставки кислорода, становясь более равномерной по характеру коррозионных поражений. Величины удельных сопротивлений грунта, превышающие значения 50 Ом·м, согласно ГОСТу, определяют коррозионную агрессивность грунта как низкую и среднюю. Величина коррозионного тока  $5 \cdot 10^{-6}$  А/м<sup>2</sup> меньше величины 0,05 А/м<sup>2</sup>, характеризующей коррозионную активность грунта как низкую, поэтому при таких условиях технологические трубопроводы меньше подвержены процессу коррозии. Определяющими факторами коррозии металла под покрытием является степень запассивированности поверхности металла и возможность ее активации. О пассивирующей способности покрытия судят по величине стационарного потенциала изолированного металла и по характеру поляризационных кривых. Применение битумных и полимерных покрытий облагораживает стационарный потенциал трубопровода, смещая его в положительную сторону. Величина смещения потенциала в область отрицательных значений зависит от природы материала, конструкции и качества нанесения покрытия и может достигать в сильноувлажненных грунтах 0,2–0,3 В.

**Ключевые слова:** изоляционные покрытия, коррозионная активность грунтов, дефекты изоляционного покрытия, потенциал «труба – удаленная земля», технологические трубопроводы.

Целью работы являлось исследование возможности работы технологических трубопроводов НПС в условиях отсутствия ЭХЗ.

Система трубопроводного транспорта включает в себя нефтеперекачивающие станции. На НПС имеются технологические трубопроводы для защиты, в которых, согласно ГОСТ

25812-83, применяется система электрохимической защиты (ЭХЗ). Имеются НПС, на которых отсутствует система ЭХЗ. Это обусловлено тем, что все оборудование НПС (насосы, трубопроводы, резервуарный парк и т.д.) заземлено.

Технологические трубопроводы – трубопроводы, предназначенные

для транспортирования в пределах промышленного предприятия или группы этих предприятий различных веществ (сырья, полуфабрикатов, реагентов, а также промежуточных и конечных продуктов, полученных или используемых в технологическом процессе и др.), необходимых для ведения техно-

логического процесса или эксплуатации оборудования. Технологические трубопроводы на НПС, как правило, бывают подземного и наземного месторасположения. Технологические трубопроводы наземного месторасположения подвержены атмосферной коррозии, а также подвергаются воздействию температурного фактора, обусловленного погодными условиями и приводящего к повреждению защитного покрытия трубопровода вследствие его растрескивания. Для определения проблемных в смысле опасности коррозии участков подземного трубопровода используются различного рода электрометрические методы [1].

Подземные сооружения необходимо защищать по технологической системе электрохимической защиты (катодной, протекторной и дренажной) непрерывной катодной поляризацией всей поверхности. Элементы технологической системы ЭХЗ должны состоять из восстанавливаемых изделий с эксплуатационным сроком службы не менее 10 лет.

Системы катодной и протекторной защиты в течение 10 лет, дренажной – в течение 5 лет с начала их эксплуатации должны поддерживать защитные потенциалы на всем протяжении защищаемых сооружений, не требуя дополнительной реконструкции.

Для сооружений с температурой транспортируемого продукта не более 293 К (20 °С), проложенных в грунтах с удельным электрическим сопротивлением не менее 10 Ом·м или с содержанием водорастворимых солей не более 1 г на 1 кг грунта, минимальный поляризационный защитный потенциал «сооружение – земля» относительно медносульфатного электрода сравнения должен быть равен  $-0,85$  В (с омической составляющей  $-0,90$  В).

Технологические трубопроводы наземного типа покрыты антикоррозионным лакокрасочным покрытием, а также защитными покры-

тиями на основе пенополиуретана, подземная часть – полимерными материалами «Поликен» на битумной мастике, минеральной ватой в оцинкованной оболочке.

Для сооружений с температурой транспортируемого продукта не более 333 К (60 °С), непосредственно контактирующих с водной средой не менее шести месяцев в году и в грунтах с удельным электрическим сопротивлением менее 10 Ом·м, максимальный допустимый поляризационный защитный потенциал «сооружение – земля» относительно медносульфатного электрода сравнения должен быть равен  $-1,10$  В (с омической составляющей  $-1,20$  В) [2].



Значение удельного электрического сопротивления грунта при прочих равных условиях характеризует сопротивление участка электрической цепи, по которому протекает ток коррозионного элемента. Чем меньше будет сопротивление в этой цепи, тем больше будет коррозионный ток при одинаковой разности потенциалов и тем интенсивнее будут коррозионные повреждения. Резкое изменение значения удельного электрического сопротивления грунта по участку прохождения технологического трубопровода свидетельствует о возможности смены вида грунта, характеризующегося различными физико-химическими свойствами. Такого рода явление свидетельствует о наличии условий для возникновения

интенсивной коррозии, вызванной возникновением гальванической макропары.

В слабых грунтах скорость коррозии невелика из-за анодной пассивности стали. Скорость коррозии постепенно возрастает с увеличением влажности, причем сама коррозия приобретает неравномерный (язвенный) характер. При влажности 12–17% коррозия достигает максимума и затем снижается по мере торможения катодной реакции вследствие затруднения доставки кислорода, становясь все более равномерной по характеру коррозионных поражений.

Степень коррозионной активности грунта, которая обуславливает

скорость коррозии незащищенных участков трубопровода, определяется в полевых условиях по величине удельного электрического сопротивления грунта.

Согласно ГОСТу, грунты с удельным сопротивлением ниже 20 Ом·м относятся к грунтам с высокой коррозионной активностью, грунты с удельным сопротивлением между 20 и 50 Ом·м обладают средней коррозионной активностью, а грунты с удельным сопротивлением выше 50 Ом·м имеют низкую коррозионную активность. Низкоомные грунты преимущественно менее аэрируемы, содержат больше растворенных солей, чем высокоомные грунты. На участках низкоомных грунтов чаще образуются анодные зоны. Катодные, соответственно,

как правило, располагаются в более высокоомных грунтах, имеющих более высокую степень аэрации и меньшее содержание влаги и солей [3].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Измеренные на территории НПС значения удельного сопротивления грунта указывают на преобладание грунтов с низкой коррозионной активностью, величина удельного сопротивления грунта при этом составляет до 1200 Ом·м.

Данные по измерениям удельного сопротивления грунта представлены на рисунке 1.

Из данного рисунка видно, что величины удельных сопротивлений грунта превышают значения 50 Ом·м и, согласно ГОСТ [3], определяют коррозионную агрессивность грунта как низкую и среднюю. При высокой увлажненности грунта в весенний и осенний периоды на данном участке может наблюдаться высокая коррозионная активность грунта. Среднее значение измеренных величин грунта составляет 1000 Ом·м.

Измеренные потенциалы «сооружение – земля» на резервуарах и на другом надземном технологическом оборудовании находятся в области от  $-0,439$  до  $-0,693$  В. Таким образом, величина коррозионного тока составляет  $5 \cdot 10^{-6}$  А/м<sup>2</sup>.

Согласно ГОСТ 9.602-2005, величина коррозионного тока, рассчитанная таким образом, меньше величины  $0,05$  А/м<sup>2</sup>, характеризующей коррозионную активность грунта как низкую.

Присутствие на участке НПС коррозионных макропар может характеризовать потенциал «удаленная земля – трубопровод».

На рисунке 2 представлены потенциалы «удаленная земля – трубопровод», измеренные в районе

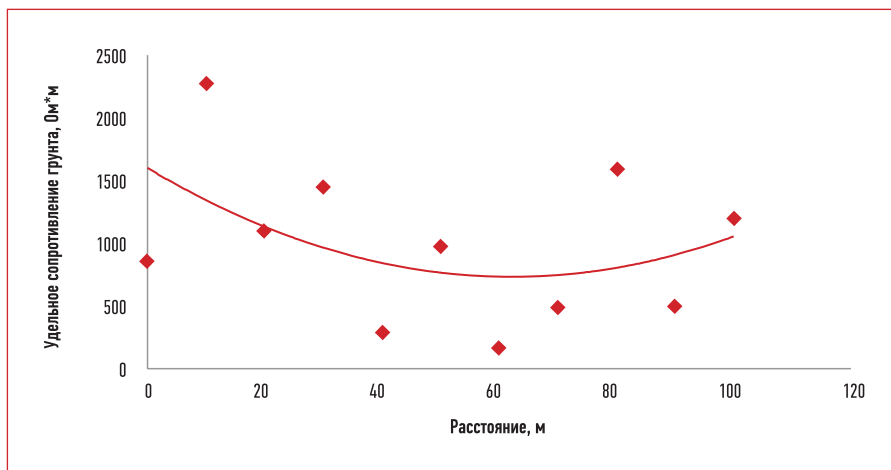


Рис. 1. Удельное сопротивление грунта, измеренное в районе прохождения подземного трубопровода диаметром 530 мм

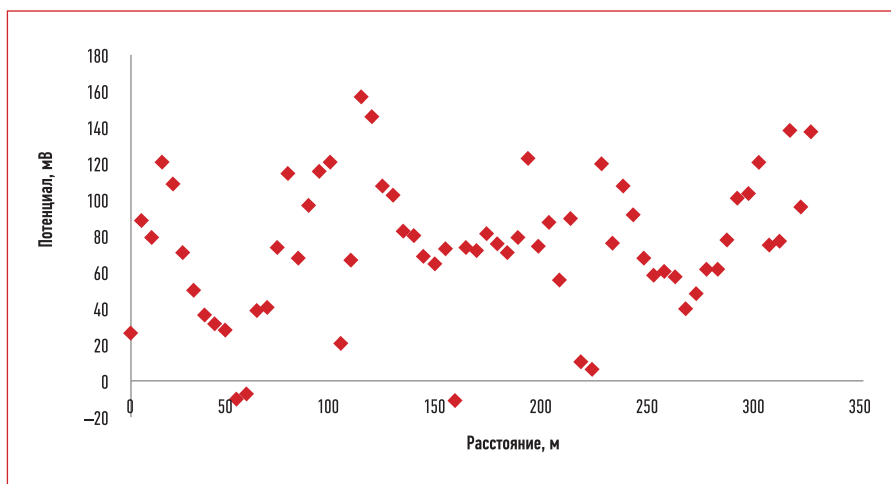


Рис. 2. Потенциал «удаленная земля – технологический трубопровод»

прохождения технологического трубопровода (диаметр трубы – 530 мм, протяженность – 150 м).

Из рисунка 2 видно, что размах изменения потенциала от расстояния находится в пределах от  $-20$  до  $160$  мВ, т.е. величина разности потенциалов достигает  $0,17$  В, что может свидетельствовать о возможности присутствия на этих участках коррозионных макропар. По-видимому, это связано с работой электрооборудования, имеющегося на территории НПС.

Коррозионное состояние исследованных технологических трубо-

проводов, по данным УЗ-контроля, характеризуется как удовлетворительное.

Из вышеприведенного видно, что величины удельных сопротивлений грунта, превышают значения  $50$  Ом·м и согласно ГОСТ [3] определяют коррозионную агрессивность грунта как низкую и среднюю. Величина коррозионного тока –  $5 \cdot 10^{-6}$  А/м<sup>2</sup>, что меньше величины  $0,05$  А/м<sup>2</sup>, характеризующей коррозионную активность грунта как низкую, поэтому при таких условиях технологические трубопроводы меньше подвержены процессу коррозии.

#### Литература:

1. Методические указания по диагностическому обследованию состояния коррозии и комплексной защиты подземных трубопроводов.
2. ГОСТ 25812-83 (СТ СЭВ 5291-85) «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии».
3. ГОСТ 9.602-2005 «Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии».