РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ТОЧНОСТИ КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Разработаны Академией коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова и РПУ «Оргтаз»
Утверждены приказом Минжилкомхоза РСФСР 18 января 1983 г. № 27

Электрохимическая защита методом катодной поляризации является одним из основных средств обеспечения коррозионной стойкости городских подземных металлических коммуникаций. Защита методом катодной поляризации основана на закономерном снижении скорости растворения металла по мере смещения его потенциала в сторону отрицательных значений относительно потенциала коррозии. Этот метод предусматривает смещение потенциалов до значений, соответствующих поляризационным потенциалам, при которых скорость растворения не превышает некоторой заданной величины.

Для стальных подземных сооружений нормативно-технической документацией регламентированы минимально и максимально допустимые значения поляризационных потенциалов, которые соответственно равны —0,85 и —1,1 В, измеренные относительно медносульфатного электрода сравнения. Столь узкий диапазон допустимых значений поляризационного потенциала требует применения надежных методов контроля потенциала, так как выход за указанные пределы связан либо с недозащитой сооружений, либо с возможностью разрушения антикоррозионного покрытия и насыщения металла водородом.

Определение поляризационного потенциала на подземных стальных трубопроводах необходимо на всех этапах осуществления электрохимической защиты.

Для определения поляризационного потенциала стальных трубопроводов ГОСТ 9.015—74 рекомендована методика измерений на стационарных контрольно-измерительных пунктах (КИП), оборудованных медносульфатными электродами сравнения длительного действия с датчиками электрохимического потенциала (МЭСД-АКХ). Такие КИП должны предусматриваться на трубо-

gost.e-ecolog.ru

проводах при проектировании и строительстве установок электрохимической защиты, а также в плановом порядке сооружаться на трубопроводах с действующими защитными установками. При отсутствии КИП, оборудованных МЭСД-АКХ, эффективность электрохимической защиты определяют не по значению поляризационного потенциала, а по разности потенциалов между трубопроводом и землей, что сопряжено с допущением значительных ошибок: измеренная в поле тока разность потенциалов кроме поляризационного потенциала содержит омическое падение напряжения, во многих случаях соизмеримое с поляризационным потенциалом. Допущение подобных ошибок особенно неприемлемо при определении эффективности электрохимической защиты на удаленных от точки подключения защиты участках трубопроводов, где значения потенциалов минимальны.

Для повышения точности контроля эффективности действия электрохимической защиты на участках трубопроводов, где временно отсутствуют стационарные КИП, оборудованные МЭСД-АКХ, рекомендуется применение метода измерения поляризационного потенциала с помощью переносного медносульфатного электрода с датчиком электрохимического потенциала.

В целях обобщения накопленных к настоящему времени практических материалов и новых разработок в области измерений поляризационного потенциала на стальных трубопроводах в настоящих Рекомендациях последовательно изложены методики измерения поляризационного потенциала на стационарных КИП и с помощью переносного медносульфатного электрода сравнения с датчиком электрохимического потенциала. Даны рекомендации по определению защищенности трубопроводов на различных этапах осуществления электрохимической защиты.

При разработке Рекомендаций учтены основные положения ГОСТ 9.015—74 и «Инструкции по защите городских подземных трубопроводов от электрохимической коррозии».

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Настоящие Рекомендации предназначены для проектных, строительных и эксплуатационных организаций, осуществляющих электрохимическую защиту трубопроводов от коррозии.

2. В соответствии с требованиями ГОСТ 9.015—74 электрохимическая защита стальных трубопроводов методом катодной поляризации должна осуществляться таким образом, чтобы средние значения поляризационных (защитных) потенциалов не выходили за пределы минимально и максимально допустимых значений, равных соответственно —0,85 и —1,1 В по отношению к медносульфатному электроду сравнения.

3. Контроль защищенности подземных стальных трубопроводов по значению поляризационного потенциала производят в следующих случаях:

при проведении проектно-изыскательских работ с целью полу-

чения исходных данных для проектирования средств электрохимической защиты методом опытного включения;

в процессе проведения наладочных работ на установках электрохимической защиты;

при проведении плановой проверки эффективности действия находящихся в эксплуатации средств электрохимической защиты.

4. Контроль защищенности трубопроводов от электрохимической коррозии рекомендуется производить преимущественно в пунктах, где ожидаются минимальные и максимальные значения поляризационных потенциалов, но не реже чем через 200 м;

на участках трубопроводов, ограничивающих заданную зону защиты;

на участках максимального сближения трубопроводов с анодными заземлителями действующих установок катодной защиты;

в местах пересечения трубопроводов с рельсами электрифицированного транспорта;

в пунктах подключения дренажного кабеля к трубопроводу;

в пунктах установки электрических перемычек со смежными подземными коммуникациями.

5. Для контроля защищенности трубопроводов в проектах электрохимической защиты должна предусматриваться установка стационарных КИП, оборудованных медносульфатными электродами сравнения длительного действия с датчиками электрохимического потенциала (МЭСД-АКХ).

6. Трубопроводы с электрохимической защитой, не имеющие стационарных КИП для измерения поляризационного потенциала, должны быть ими оборудованы в плановом порядке.

7. До оборудования стационарных КИП в случаях, перечисленных в п. 3, измерения поляризационного потенциала могут производиться с помощью переносного медносульфатного электрода сравнения и датчика электрохимического потенциала.

8. Плановую проверку защищенности трубопроводов в заданной зоне защиты следует производить не реже 2 раз в год.

ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НА СТАЦИОНАРНЫХ КИП

Установка стационарного КИП

9. Стационарный КИП (рис. 1) состоит из следующих элементов: медносульфатного электрода сравнения длительного действия с датчиком электрохимического потенциала, контрольными проводниками от электрода и датчика; контрольного проводника от трубопровода; ковера, под крышку которого выведены контрольные проводники.

10. Неполяризующийся медносульфатный электрод МЭСД-АКХ (рис. 2) состоит из керамического корпуса с пористым дном,

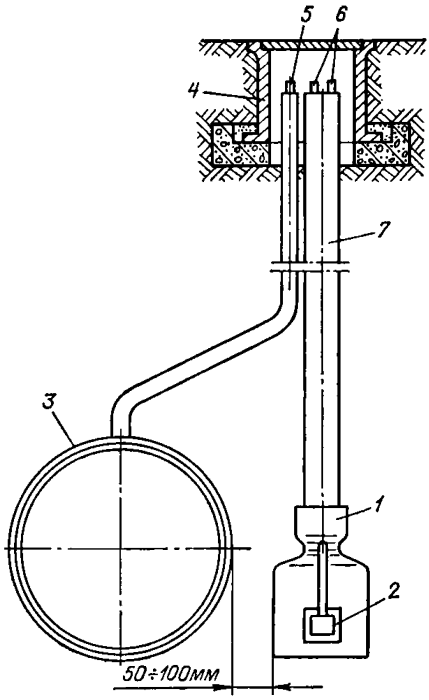

Рис. 1. Схема стационарного КИП.
1 — неполяризующийся медносульфатный электрод сравнения длительного действия; *2* — датчик электрохимического потенциала; *3* — трубопровод; *4* — ковер; *5* — контрольный проводник от трубопровода; *6* — контрольные проводники от электрода и датчика; *7* — предохранительная трубка.

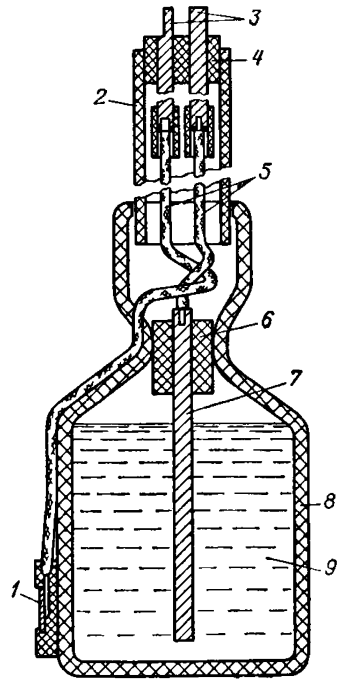

Рис. 2. Неполяризующийся медносульфатный электрод длительного действия с датчиком электрохимического потенциала.
1 — датчик; *2* — предохранительная трубка; *3* — штекеры; *4* — пробка верхняя; *5* — контрольные проводники; *6* — пробка нижняя; *7* — медный стержень; *8* — корпус электрода; *9* — электролит повышенной вязкости.

заполненного электролитом повышенной вязкости; стержня из красной меди, установленного в электролите; датчика электрохимического потенциала. В комплект электрода входят контрольные проводники со штекерами и предохранительная труба.

11. Электролитом повышенной вязкости корпус электрода заполняют за 3—5 дней до его установки в грунт.

Для приготовления электролита используют стеклянную или эмалированную емкость и входящие в комплект поставки заводом сернокислую медь «ч» (чистая) или «хч» (химически чистая) в количестве 380—400 г и амилопектиновый кукурузный крахмал в количестве 160—170 г (сернокислую медь и крахмал завод поставляет упакованными в пакетах). Крахмал может быть набухающего и ненабухающего типов.

12. При использовании крахмала набухающего типа содержащуюся в пакете сернокислую медь растворяют в 1 л дистиллированной воды. В полученный раствор при комнатной температуре постепенно, при непрерывном помешивании, добавляют содержа-

щийся в другом пакете крахмал. Смесь тщательно перемешивают до получения однородной массы.

При использовании ненабухающего крахмала сернокислую медь растворяют в 0,8 л дистиллированной воды и доводят раствор до кипения. В 0,2 л дистиллированной воды комнатной температуры вводят крахмал. Смесь добавляют небольшими порциями в кипящий раствор сернокислой меди при тщательном перемешивании до получения однородной массы, после чего нагрев сразу же прекращают.

13. Полученной массой заполняют корпус электрода сравнения до его горловины. Электролит повышенной вязкости можно приготовлять одновременно для нескольких электродов.

14. В корпус электрода, заполненный электролитом, вводят медный стержень, закрепленный в резиновой пробке (см. рис. 2). Пробка должна плотно закупорить горловину корпуса. Заполненный и закупоренный электрод в течение 3—5 дней до установки хранят в полиэтиленовом пакете.

15. В АКХ им. К. Д. Памфилова разработана рецептура электролита повышенной вязкости, не замерзающего при температурах до —30 °С. Для приготовления такого электролита необходимо:

а) 20 г желатины (технической, фото- или пищевой) залить смесью из 90 мл дистиллированной воды и 60 мл этиленгликоля (ГОСТ 10164—75, марки «хч» или «чда») и оставить набухать на 3—5 ч;

б) 180 г сульфата меди $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (ГОСТ 4165—78, марки «хч» или «чда») поместить в стеклянную или эмалированную емкость, добавить 400 мл дистиллированной воды и перемешать до полного растворения. К полученному раствору добавить при перемешивании 340 мл этиленгликоля и прибавлением дистиллированной воды довести объем раствора до 850 мл, перемешать и далее использовать, как указано в пункте «в»;

в) после набухания желатины (см. пункт «а») полученную массу нагреть до 80—90 °С до получения прозрачной сиропообразной жидкости, в которую при перемешивании влить раствор, полученный по пункту «б» (вместе с осадком, если он образовался), и вновь нагреть при перемешивании до получения однородной вязкой жидкости, которую в горячем виде залить в корпус электрода сравнения, и тотчас погрузить в него предварительно зачищенный медный стержень. Далее выполнять указания п. 14.

16. Перед установкой электрода в рабочее положение через предохранительную трубку протягивают контрольные проводники, на штекеры насаживают комплектную резиновую пробку, которую плотно вставляют в верхний конец трубки. Нижний конец трубки вводят в горловину корпуса электрода, предварительно залитую расплавленным битумом. После отвердения битума электрод готов к установке. В случае недостаточной длины предохранительной трубки, поставляемой заводом, допускается наращивание верхнего конца газо-, водопроводной трубой.

17. Электрод устанавливают в специально вырытом шурфе или траншее таким образом, чтобы дно корпуса находилось на уровне нижней образующей трубопровода. Плоскость датчика при этом должна быть перпендикулярна к оси трубопровода (см. рис. 1).

Если нижняя образующая трубопровода находится выше максимальной глубины промерзания грунта, а электрод заполнен электролитом, замерзающим при отрицательных температурах, то дно корпуса электрода располагают на 150 мм ниже уровня максимального промерзания грунта.

Расстояние между стенкой трубопровода (или ее проекцией) и корпусом электрода должно быть равно 50—100 мм.

18. При установке электродов в глинистых или суглинистых грунтах специальной подготовки грунта не требуется. В сухих песчаных или супесчаных грунтах электрод устанавливают на специальную подушку из глины толщиной 100 мм. Корпус электрода полностью засыпают грунтом, из которого удалены включения крупнее 3 мм, увлажняют 3—4 ведрами воды и осторожно утрамбовывают.

19. Установка электрода при отрицательных температурах воздуха допускается в специально подготовленный шурф (в открытую траншею установка электрода не допускается). В этом случае всю подготовку электрода (по пунктам 13—14) проводят в помещении при положительной температуре.

20. Подготовленный электрод со встроенной трубкой доставляется к месту работы перед самой его установкой в упаковке, предохраняющей электрод от замерзания.

21. На месте установки должен быть подготовлен шурф на нужную глубину. В сухих песчаных и супесчаных грунтах электрод должен быть установлен на специальную подушку из хорошо утрамбованной глины толщиной 100 мм. Сразу же после установки корпус электрода засыпают талым грунтом, из которого предварительно были удалены включения крупнее 3 мм, и осторожно утрамбовывают. Затем шурф засыпают талым грунтом до верхней отметки.

Примечания. 1. Перед засыпкой электрода грунтом датчик электрохимического потенциала протирают тампоном, смоченным ацетоном, затем промывают водой и насухо протирают чистой марлей.

2. На установку электрода с электролитом, не замерзающим при отрицательных температурах воздуха, рекомендации пунктов 19—21 не распространяются.

22. Исправность КИП, оборудованного МЭСД-АКХ, проверяют путем измерения электрического сопротивления между контрольными проводниками «электрод сравнения — датчик» и «электрод сравнения — трубопровод». Измерения сопротивления производят с помощью мегомметров. КИП считается исправным, если значения измеренных сопротивлений не выходят за пределы 1—10 кОм.

Измерение поляризационного потенциала на стационарных КИП

23. Измерение поляризационного потенциала на стационарном КИП производят с помощью прерывателя тока и вольтметра, схема подключения которых к КИП приведена на рис. 3.

24. Прерыватель тока обеспечивает попеременную коммутацию цепей датчик — трубопровод и датчик — электрод сравнения, длительность коммутации цепи датчик — трубопровод должна быть в пределах 5—10 мс, длительность коммутации цепи датчик — электрод сравнения — в пределах 0,2—0,5 мс.

Указанным требованиям отвечает прерыватель тока типа ПТ-1, имеющий следующую техническую характеристику:

длительность коммутации цепи датчик — трубопровод, мс	10 ± 1
длительность коммутации цепи датчик — электрод сравнения, мс . .	$0{,}25\pm0{,}05$
входное сопротивление, мОм, не менее	1
напряжение источников питания, В	9

25. После получения прерывателя следует произвести его проверку с помощью специального пробника, схема которого приведена на рис. 4.

Схема пробника состоит из регулируемого источника постоянного тока, позволяющего регулировать напряжение в пределах от 0 до 1,5 В; конденсатора емкостью 5—10 мкФ и головного телефона. Пробник позволяет определить исправность коммутатора и произвести регулировку усилителя постоянного тока.

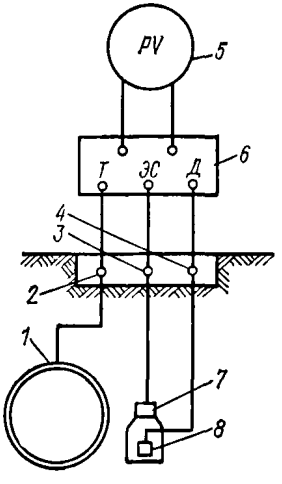

Рис. 3. Схема подключения приборов к стационарному КИП.

1 — трубопровод; *2—4* — контрольные проводники от трубопровода, электрода и датчика; *5* — вольтметр; *6* — прерыватель тока ПТ-1; *7* — электрод сравнения; *8* — датчик электрохимического потенциала.

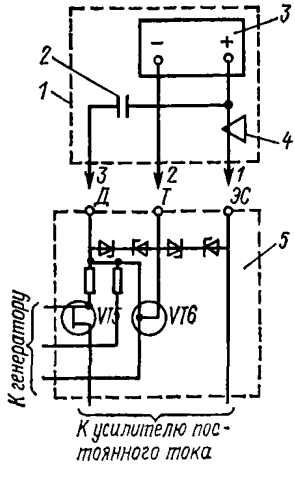

Рис. 4. Схема подключения прерывателя тока к пробнику.

1 — пробник; *2* — конденсатор; *3* — регулируемый источник постоянного тока; *4* — головной телефон; *5* — прерыватель тока.

Рекомендуется такая последовательность проверки прерывателя тока:

а) проверить исправность источников питания. Для этого включить прерыватель тока и с помощью вольтметра М-231, подключаемого к специальным гнездам, расположенным на лицевой панели, измерить напряжение на батареях питания коммутатора и усилителя постоянного тока. Напряжение на элементах питания должно быть не менее 7,7 В. Для замены источников питания следует снять крышку блока питания и, соблюдая полярность, установить новые батареи;

б) проверить по звуку в телефоне работу ключа, обеспечивающего коммутацию цепи датчик — трубопровод, для чего после установки на пробнике напряжения, равного 1 В, выводы пробника *1* и *2* подключить к клеммам *Т* и *Д*;

в) проверить по звуку в телефоне работу ключа, обеспечивающего коммутацию цепи датчик — электрод сравнения, для чего (при указанном выше напряжении) выводы пробника *1* и *2* подключить к клеммам *ЭС* и *Д*. В случае выхода из строя коммутационных ключей характерный звук частоты переключений в телефоне будет отсутствовать:

г) проверить исправность усилителя постоянного тока. Произвести проверку электрического нуля усилителя. С этой целью закорачивают клеммы *Д* и *ЭС*, включают прерыватель тока и измеряют напряжение на клеммах прерывателя «Прибор». Если при этом напряжение не равно нулю, то с помощью резистора *R11* производят соответствующую регулировку. Произвести проверку коэффициента усиления усилителя. С этой целью выводы пробника *1*, *2* и *3* подключают соответственно к клеммам прерывателя тока *ЭС*, *Т* и *Д*; с помощью регулируемого источника постоянного тока на клеммах *ЭС* и *Т* устанавливают напряжение, равное 1 В; измеряют напряжение на клеммах прерывателя тока «Прибор». Если при этом напряжение не равно 1 В, то с помощью резистора *R15* производят соответствующую регулировку;

д) при напряжении на клеммах прерывателя тока *ЭС* и *Т*, равных 500, 600, 800, 1100 и 1200 мВ, устанавливаемых с помощью регулируемого источника постоянного тока, измерить напряжение на клеммах «Прибор». Полученные значения напряжения не должны отличаться от заданных более чем на ±20 мВ. Перед каждым выходом на трассу следует производить проверку прерывателя тока в соответствии с указаниями пунктов «а» и «г».

26. Для измерений поляризационного потенциала используют вольтметр, имеющий входное сопротивление не менее 20 кОм/В и пределы измерений 1; 3 В или другие близкие к указанным пределы измерений (могут быть использованы приборы типа М-231, Н-399 и др.).

27. Измерения поляризационного потенциала стальных трубопроводов начинают не ранее чем через 10 мин после включения или изменения режима работы установок электрохимической защиты.

28. Продолжительность измерения поляризационного потенциала трубопроводов должна составлять не менее 10 мин. В зоне влияния блуждающих токов трамвая измерения необходимо производить в часы утренней или вечерней пиковой нагрузки электротранспорта. При проведении измерений в зоне влияния блуждающих токов электрифицированных железных дорог период измерений должен охватывать пусковые моменты и время прохождения в обе стороны электропоездов между ближайшими станциями.

29. Измерения поляризационного потенциала выполняют в определенной последовательности:

размыкают контрольные проводники *2* и *4* от трубопровода и датчика (см. рис. 3);

к соответствующим клеммам прерывателя тока *6* присоединяют контрольные проводники *2*, *3* и *4* и вольтметр;

включают прерыватель тока и устанавливают необходимый предел измерений вольтметра;

через 10 мин после включения прерывателя тока снимают первое показание вольтметра. Следующие показания снимают через каждые 5 с. В случае применения самопишущего вольтметра учитывают его показания, полученные через 10 мин после включения прерывателя тока.

По окончании измерений контрольные проводники от трубопровода и датчика следует замкнуть.

30. Среднее значение поляризационного потенциала при проведении измерений с помощью показывающего вольтметра определяют как среднее арифметическое измеренных мгновенных значений потенциала за весь период измерений по формуле

$$\varphi_{ср} = \left(\sum_{i=1}^{m} \varphi_i\right)/m,$$

где $\sum_{i=1}^{m} \varphi_i$ — сумма мгновенных значений потенциала за весь период измерений, В; m — общее число измерений.

31. Средние значения поляризационных потенциалов по лентам записи самопишущего прибора определяют методом планиметрирования. При этом за нулевую линию принимается прямая, соответствующая электрическому нулю прибора.

ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НА НЕСТАЦИОНАРНЫХ КИП

Оборудование нестационарного КИП

32. На участках стальных трубопроводов, не оборудованных стационарными КИП, поляризационный потенциал может быть измерен с помощью переносного неполяризующегося медносульфат-

ного электрода сравнения и датчика электрохимического потенциала (при наличии талого грунта на уровне установки датчика и дна электрода).

33. Для проведения измерений поляризационного потенциала на нестационарных КИП используют следующие приборы и оборудование:

неполяризующийся медносульфатный электрод сравнения с датчиком электрохимического потенциала МЭСД-АКХ без предохранительной трубки;

прерыватель тока типа ПТ-1;

вольтметр, имеющий входное сопротивление не менее 20 кОм/В и пределы измерений 1; 3 В или другие близкие к указанным пределы измерений (могут быть использованы приборы типа М-231, Н-399 и др.);

контрольный проводник для присоединения к трубопроводу;

прибор для определения местонахождения трубопровода (в качестве трассоискателя может быть использован аппарат типа АНПИ);

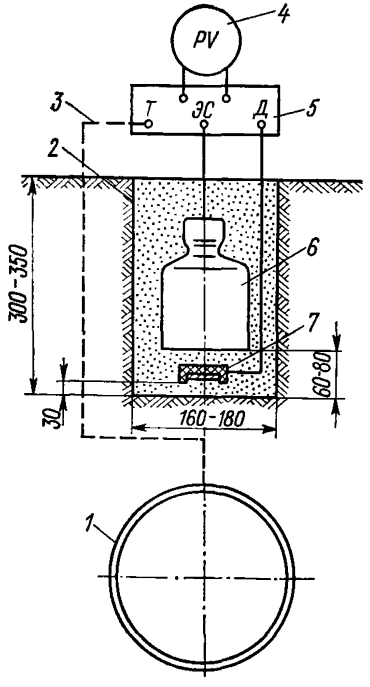

Рис. 5. Схема подключения приборов к временному КИП (вариант I).

1 — трубопровод; *2* — шурф; *3* — контрольный проводник от трубопровода; *4* — вольтметр; *5* — прерыватель тока; *6* — медносульфатный электрод; *7* — датчик электрохимического потенциала.

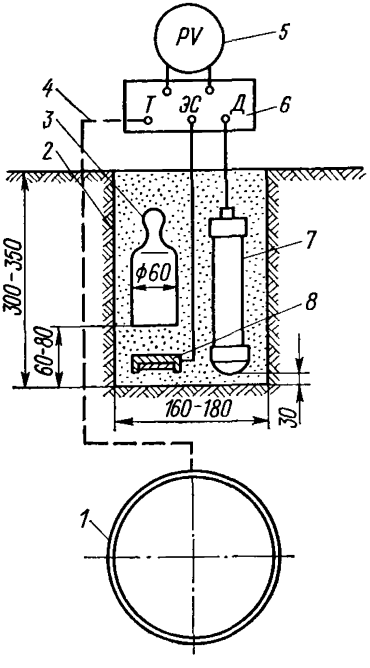

Рис. 6. Схема подключения приборов к временному КИП (вариант II).

1 — трубопровод; *2* — шурф; *3* — груз (латунь, сталь); *4* — контрольный проводник от трубопровода; *5* — вольтметр; *6* — прерыватель тока; *7* — электрод сравнения; *8* — датчик электрохимического потенциала.

инструмент для открытия шурфа (садовый бур, лопата).

34. Датчик и электрод сравнения устанавливают в специальном шурфе глубиной 300—350 мм, расположенном над трубопроводом (рис. 5). В грунте, извлекаемом из шурфа, не должно содержаться строительного мусора, шлака и других загрязнений.

35. Подготовку шурфа, установку датчика и электрода сравнения производят в следующем порядке:

в намеченном пункте измерений поляризационного потенциала с помощью трассоискателя определяют месторасположение трубопровода;

над трубопроводом делают шурф глубиной 300—350 и диаметром 160—180 мм. Извлекаемый из шурфа грунт укладывают на полиэтиленовую пленку. Нижний слой грунта в шурфе толщиной около 100 мм после удаления из него включений крупнее 3 мм помещают в полиэтиленовый мешок;

на выровненное дно шурфа из полиэтиленового мешка насыпают слой грунта толщиной 30 мм. Затем укладывают датчик таким образом, чтобы его рабочая (неизолированная) поверхность была обращена к трубопроводу. Этим же грунтом засыпают датчик до отметки 60—80 мм от дна шурфа. Перед укладкой в грунт датчик электрохимического потенциала обезжиривают ацетоном, затем промывают чистой водой и протирают насухо чистой марлей;

устанавливают электрод сравнения по центру шурфа и засыпают его оставшимся грунтом до верхней отметки.

36. При наличии атмосферных осадков должны быть предусмотрены меры против увлажнения грунта и попадания влаги в шурф.

37. Для измерения поляризационного потенциала могут быть использованы переносные неполяризующиеся медносульфатные электроды сравнения, в частности типа МЭП-АКХ. В этих случаях над датчиком, как указано на рис. 6, должен быть установлен груз массой 0,8 кг.

38. Датчик и электрод сравнения следует устанавливать на расстоянии не менее $3h$ от контактных устройств электрохимической защиты, трубок гидравлических затворов, конденсатосборников и контрольных трубок (h — расстояние от поверхности земли до верхней образующей трубопровода).

39. Для получения электрического контакта с трубопроводом контрольный проводник присоединяют к трубопроводу на любом доступном его участке (вводе в здание, сифонной трубке, КИП, колодце и т. д.). На участке от пункта присоединения контрольного проводника до пункта измерения на трубопроводе не должно быть фланцевых соединений, если на них не установлены электрические перемычки.

Измерение поляризационного потенциала на нестационарных КИП

40. Измерения выполняют в определенной последовательности:

в соответствии с указаниями (рис. 5 и 6) к клеммам прерывателя тока присоединяют контрольные проводники от трубопровода, электрода сравнения и датчика, подключают вольтметр;

включают прерыватель тока и устанавливают необходимый предел измерений вольтметра;

через 10 мин после включения прерывателя тока снимают первое показание вольтметра. Следующие показания снимают через каждые 5 с. В случае применения самопишущего вольтметра учитывают его показания, полученные через 10 мин после включения прерывателя тока.

Примечание. Перед выходом на трассу производят проверку работы прерывателя тока в объеме, указанном в п. 25.

41. Среднее значение поляризационных потенциалов определяют в соответствии с рекомендациями, приведенными в пунктах 30 и 31.

В связи с возможностью некоторых различий грунтовых условий у поверхности трубопровода и датчика электрохимического потенциала ошибка измерений с помощью переносного датчика может достигать 50 мВ. Поэтому в результаты измерений, равные по абсолютной величине 950 мВ и менее, следует вводить поправку, равную +50 мВ. Например, измеренное среднее значение поляризационного потенциала составило —900 мВ. После введения поправки среднее значение поляризационного потенциала составит —850 мВ.

42. По окончании измерительных работ и извлечения из шурфа электрода и датчика шурф засыпают грунтом. В целях обеспечения возможности повторных измерений поляризационного потенциала в данной точке на плане прокладки трубопровода делают привязку пункта измерений.

43. Измерительные работы по определению поляризационного потенциала стальных трубопроводов с помощью переносного датчика электрохимического потенциала должны производиться с соблюдением требований по технике безопасности при проведении работ по защите подземных металлических сооружений от коррозии, изложенных в «Инструкции по защите городских подземных трубопроводов от электрохимической коррозии».

Прерыватели тока ПТ-1, медносульфатные неполяризующиеся электроды длительного действия с датчиком электрохимического потенциала типа МЭСД-АКХ, медносульфатные неполяризующиеся электроды переносные типа МЭП-АКХ могут быть приобретены через Специализированное управление «Росгазкомплект» (109028, Москва, Покровский бульвар, 16/10).

gost.e-ecolog.ru

Примечания. 1. ГОСТ 9.015—74 заменен на ГОСТ 9.015—74*. 2. ГОСТ 10164—75 заменен на ГОСТ 10164—75*. 3. ГОСТ 4165—78 заменен на ГОСТ 4165—78*.