МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
ВНИИСТ

ИНСТРУКЦИЯ

ПО КОНТРОЛЮ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЗАКОНЧЕННЫХ СТРОИТЕЛЬСТВОМ УЧАСТКОВ ТРУБОПРОВОДОВ КАТОДНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ

ВСН 2–28–76

Миннефтегазстрой



Москва 1976

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
ВНИИСТ

ИНСТРУКЦИЯ

ПО КОНТРОЛЮ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЗАКОНЧЕННЫХ СТРОИТЕЛЬСТВОМ УЧАСТКОВ ТРУБОПРОВОДОВ КАТОДНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ

ВСН 2–28–76
Миннефтегазстрой

Москва 1976

УДК 620.197.5

В Инструкции освещены вопросы контроля качества изоляционных покрытий методом катодной поляризации, организации проведения испытаний, а также нормы и принцип метода контроля.

В Инструкции обобщен четырехлетний опыт внедрения метода катодной поляризации, расширены и углублены вопросы контроля качества, дифференцированы оценки состояния покрытия в зависимости от его вида и качества, более подробно рассмотрены вопросы контроля в условиях блуждающих токов, учтено влияние толщины стенки трубы и удельного электрического сопротивления грунта на измеряемые параметры.

В новой редакции Инструкции отражены некоторые особенности контроля состояния изоляции и даны приложения, упрощающие применение метода и обработку результатов измерений.

Настоящая Инструкция введена в действие вместо Инструкции по контролю состояния изоляции законченных строительством участков трубопроводов катодной поляризацией. ВСН 2-28-71 [1] , действующей с I января 1972 г.

С выходом в свет настоящей Инструкции утрачивает силу раздел 5 "Контроль сплошности изоляционных покрытий законченных строительством участков трубопроводов" в "Указаниях по контролю качества изоляционных покрытий трубопроводов при строительстве" ВСН I-58-74[2].

Инструкция разработана сотрудниками лаборатории электрозащиты ВНИИСТ кандидатами техн.наук В.И.Глазковым, Н.П.Глазовым, А.М.Ефимовой-Калашниковой и канд.хим.наук В.А.Ловачевым. В составлении Инструкции принимали участие инженеры Л.А. Кабицер, В.А.Заботкин и Т.И.Маняхина.

Замечания и предложения просьба направлять по адресу: 105058, Москва, Окружной проезд, 19, ВНИИСТ, лаборатория электрозащиты.

© Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ), 1976

Министерство строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности Миннефтегазстрой	Ведомственные строительные нормы	ВСН 2-28-76 Миннефтегазстрой
	Инструкция по контролю состояния изоляции законченных строительством участков трубопроводов катодной поляризацией	Взамен ВСН 2-28-71 Мингазпром

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

I.I. Настоящая Инструкция распространяется на подземные магистральные и промысловые трубопроводы и отводы от них (диаметром не менее II4 мм) на стадии завершения строительства отдельных участков.

I.2. Инструкция не распространяется на:

подземные трубопроводы компрессорных, насосных, газораспределительных станций и промыслов длиной менее 200 м;

морские участки газонефтепроводов и трубопроводы надземной прокладки;

подземные магистральные и промысловые трубопроводы, прокладываемые на Крайнем Севере;

трубопроводы, уложенные в грунт, глубина промерзания которого в период проведения испытания изоляции превышает 0,5 м, что должно быть подтверждено справкой местной метеослужбы.

I.3. Подводные и подземные переходы длиной более 200 м и отводы от магистральных трубопроводов могут быть вварены в общую магистраль только после испытания их изоляционного покрытия катодной поляризацией (кроме условий по п.I.2.).

Внесена Техническим управлением Миннефтегазстроя	Утверждена зам.министра строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности I8 февраля I976 г., зам.министра нефтяной промышленности I6 февраля I976 г., зам.министра газовой промышленности 26 марта I976 г.	Срок введения I октября I976 г. Срок действия до замены новым документом

Изоляционное покрытие на переходах длиной менее 200 м проверяют катодной поляризацией вместе с прилегающими участками трубопровода.

I.4. Высокое качество изоляции может быть достигнуто при выполнении всех технологических требований к изоляционно-укладочным работам [2, 3].

В тех случаях, когда состояние изоляции трубопровода не подлежит контролю катодной поляризацией (см.п.I.2.), качество изоляции оценивают по результатам пооперационного контроля.

Независимо от результатов контроля качества изоляции катодной поляризацией допускается по усмотрению заказчика контроль изоляции другими средствами и методами, имеющимися в его распоряжении, но оценка качества изоляции производится в соответствии с данной Инструкцией.

ПРИНЦИП МЕТОДА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ КАТОДНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ

I.5. Контроль состояния изоляционного покрытия законченного строительством участка трубопровода методом катодной поляризации осуществляют после окончания изоляционно-укладочных работ (трубопровод засыпан грунтом).

I.6. Состояние изоляционного покрытия может быть оценено по силе тока поляризации и смещению разности потенциалов труба-земля в конце контролируемого участка.

Смещение разности потенциалов труба-земля $И_{тз}$ определяют по формуле

$$U_{тз} = U_{тзи} - U_{тзе}, \qquad (I)$$

где $U_{тзи}$ – измеренная разность потенциалов труба-земля (после включения катодной поляризации);

$U_{тзе}$ – естественная разность потенциалов труба-земля (до включения катодной поляризации).

Допустимую величину силы тока в цепи поляризующего источника определяют в зависимости от типа изоляционного покрытия, длины контролируемого участка, диаметра и толщины стенки трубы

Принципиальная схема подключения источника тока и измерительных приборов к контролируемому участку приведена на рис.I.

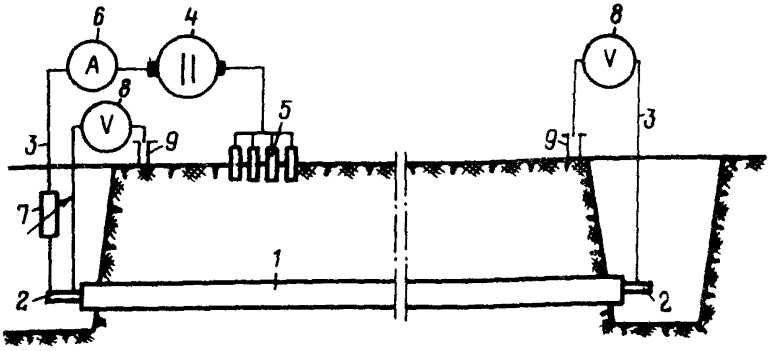


Рис.I. Принципиальная схема подключения источника тока и измерительных приборов к контролируемому участку:

I-изолированный трубопровод испытываемого участка; 2-неизолированный конец трубы; 3-соединительный провод (кабель); 4-источник постоянного тока; 5-временное заземление; 6-амперметр; 7-регулируемый резистор; 8-милливольтметр; 9-медносульфатный электрод сравнения

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ

I.7. Состояние изоляционного покрытия законченного строительством участка трубопровода (длина участка 4-50 км) оценивают как хорошее, если вызванное поляризацией смещение в отрицательную сторону разности потенциалов труба-земля в конце участка не менее 0,55 В, а сила тока, вызывающая это смещение, не превышает допустимой величины (см.п.I.IO.).

I.8. Состояние изоляционного покрытия законченного строительством участка трубопровода (длина участка 4-50 км) оценивают как удовлетворительное, если вызванное поляризацией смещение в отрицательную сторону разности потенциалов труба-земля в конце участка не менее 0,4 В, а сила тока, вызывающая это смещение, не превышает допустимой величины (см.п.I.IO.).

I.9. Состояние изоляционного покрытия законченного строительством участка трубопровода (длина участка 4-50 км) оценивают как неудовлетворительное, если вызванное поляризацией смещение в отрицательную сторону разности потенциалов труба-земля в конце участка меньше 0,4 В или если указанная величина смещения достигнута при силе тока, превышающей допустимую величину (см.п.I.IO.).

I.IO. При контроле участков трубопроводов, изолированных покрытиями на битумной основе, допустимую силу тока определяют по номограмме (рис.2), а при контроле участков, изолированных покрытиями из полимерных материалов,- по номограмме (рис.3).

Эта сила тока рассчитана для средних толщин стенки труб, значения которых приведены в табл.I приложения I.

I.II. Если толщина стенки трубы испытываемого участка, протяженность которого превышает 25 км, не равна средней, то допустимую величину силы тока корректируют по формуле

$$J' = J\left(1 - \frac{KL^2}{2500}\right), \qquad (2)$$

где J - сила тока, определяемая по номограмме для средней величины толщины стенки трубы, А;

K - поправка, величина и знак которой зависит от разности между средней и действительной толщинами стенки трубы и ее диаметра (рис.4);

L - длина контролируемого участка, км.

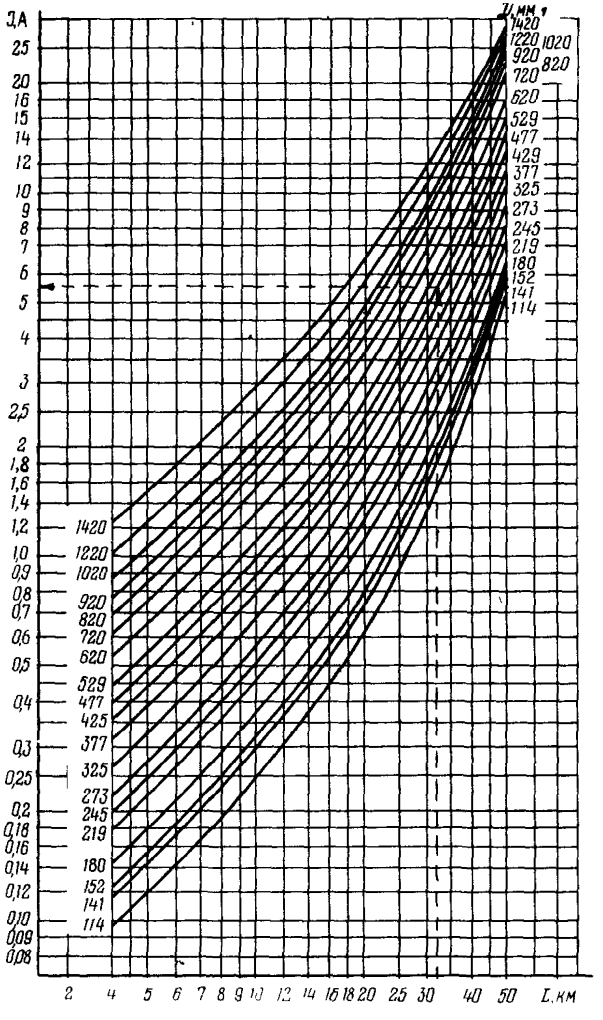


Рис.2. Номограмма определения силы тока для участков трубопровода длиной 4–50 км, изоляция на битумной основе (пример пользования номограммой для участков длиной 32 км, диаметром 477 мм, сила тока при контроле ≈ 5,6 А)

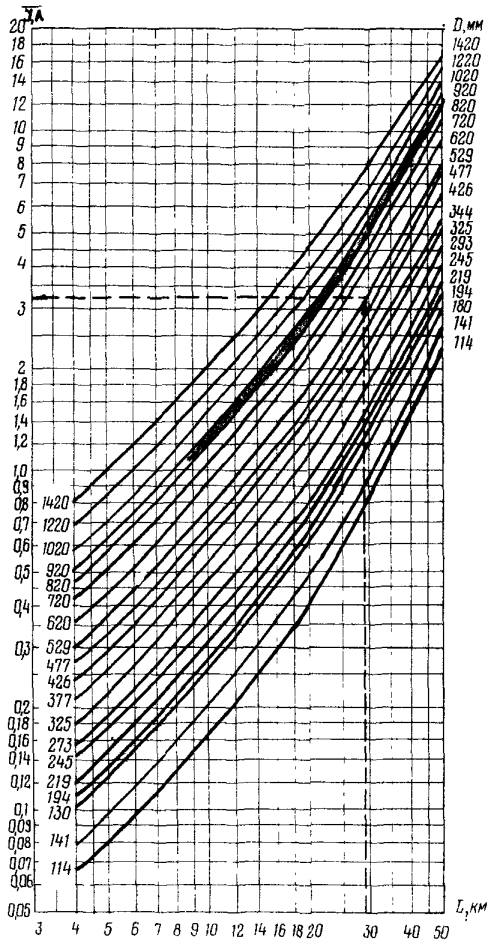


Рис.3. Номограмма определения силы тока для участков трубопровода длиной 4-50 км, изоляция из полимерных материалов (пример пользования номограммой для участка длиной 29 км, диаметром 520 мм, сила тока при контроле ≈ 3,2 А)

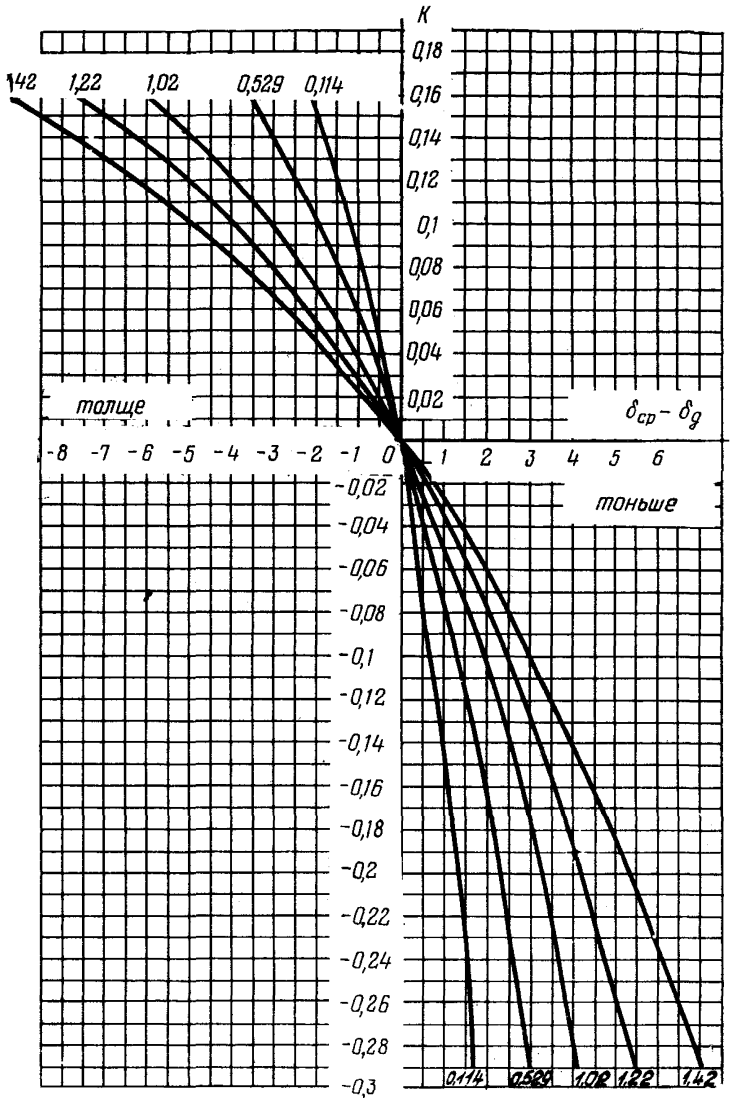


Рис.4. Зависимость K от разности между средней ($\delta_{ср}$) и действительной ($\delta_д$) толщиной стенки трубы

Для участков протяженностью меньше 25 км отклонение толщины стенки трубы от среднего значения не учитывается.

I.I2. Состояние изоляционного покрытия законченного строительством короткого участка трубопровода (длина участка менее 4 км) оценивают как хорошее, если вызванное поляризацией смещение в отрицательную сторону разности потенциалов труба - земля в начале участка не менее I,0 В, а сила тока, вызывающая это смещение, не превышает допустимой величины (см.п.I.I5.).

I.I3. Состояние изоляционного покрытия законченного строительством короткого участка трубопровода оценивают как удовлетворительное, если вызванное поляризацией смещение в отрицательную сторону разности потенциалов труба-земля в начале участка не менее 0,7 В, а сила тока, вызывающая это смещение, не превышает допустимой величины (см.п.I.I5.).

I.I4. Состояние изоляционного покрытия законченного строительством короткого участка трубопровода оценивают как неудовлетворительное, если вызванное поляризацией смещение в отрицательную сторону разности потенциалов труба-земля в начале участка меньше 0,7 В или если указанная величина смещения достигнута при силе тока превышающей допустимую величину (см.п.I.I5.).

I.I5. Допустимую силу тока при контроле коротких участков, изолированных покрытиями на битумной основе, определяют по номограмме (рис.5), а при контроле коротких участков, изолированных покрытиями из полимерных материалов, - по номограмме (рис.6).

I.I6. Если среднее удельное электрическое сопротивление грунта вдоль контролируемого участка трубопровода превышает 50 Ом·м, то оценку состояния изоляционного покрытия следует выполнять по значениям смещения разности потенциалов труба-земля (таблицы 2-9 приложения 2) в зависимости от:

материала покрытия;

вида оценки (удовлетворительное, хорошее);

длины контролируемых участков (от 4 до 50 км или меньше 4 км);

диаметра трубопровода;

среднего удельного электрического сопротивления грунта (по приложению 3).

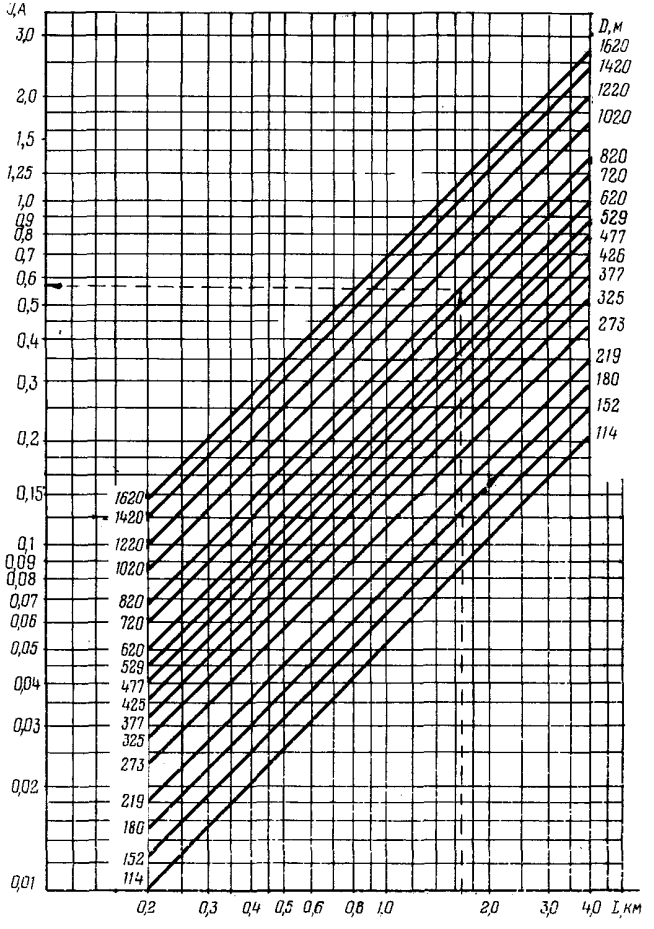


Рис.5. Номограмма определения силы тока для участков трубопровода длиной 0,2-4 км, изоляция на битумной основе (пример пользования номограммой для участка длиной 1,65 км, диаметром 820 мм, сила тока при контроле ≈ 0,56 А)

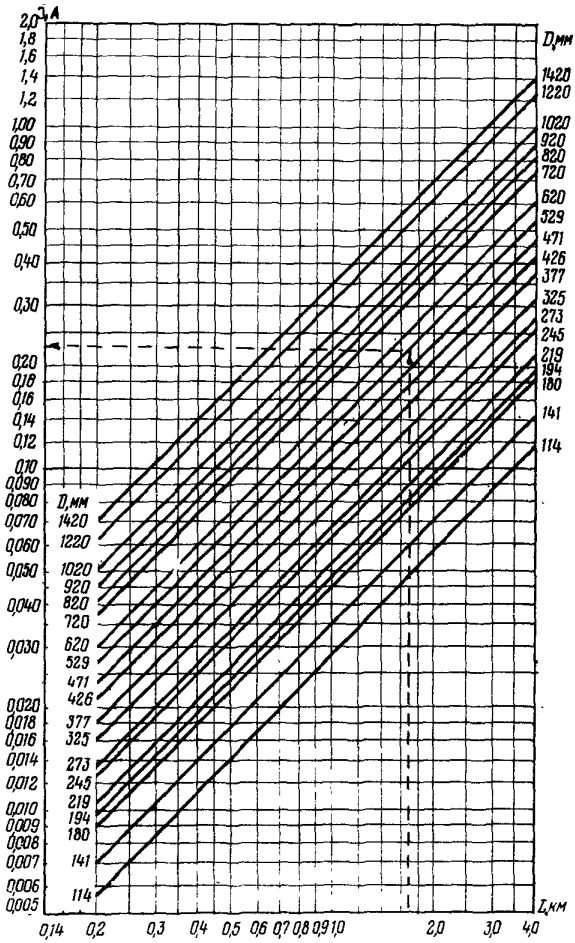


Рис.6. Номограмма определения силы тока для участков трубопровода длиной 0,2-4 км, изоляция из полимерных материалов (пример пользования номограммой для участка длиной 1,7 км, диаметром 529 мм, сила тока при контроле ≈ 0,23 А)

Если в проекте не указано сопротивление грунта, то рекомендуется определить его. Для этого проводят измерения через каждые 0,5 км по длине участка трубопровода.

I.I7. В случае, если в цепи поляризующего источника тока сила тока J_u не равна (больше или меньше) величине силы тока J, регламентированной номограммами (рис.2,3,5,6), то состояние покрытия оценивают не по измеренному смещению разности потенциалов, а по величине смещения, рассчитываемой по формуле

$$U'_{тз} = U_{тз} \frac{J}{J_u}, \qquad (3)$$

где $U_{тз}$ – смещение разности потенциалов труба-земля, определяемое по формуле (I), В;

J_u – измеренная сила тока в цепи поляризующего источника, А.

I.I8. Если контролируемый участок трубопровода расположен в зоне действия блуждающих токов, то измеренное смещение разности потенциалов $U'_{тз}$ должно быть не меньше 0,4 В, а при отсутствии блуждающих токов, – не меньше 0,2 В.

I.I9. Контроль участков длиной менее 4 км разрешается только для:

подводных переходов;

переходов через автомобильные и железные дороги;

переходов через болота;

промысловых и других трубопроводов, имеющих протяженность менее 4 км.

I.20. Участки трубопроводов, включающие воздушные переходы общей длиной не более 5% от общей длины участка могут быть испытаны методом катодной поляризации. Силу тока при контроле определяют для длины всего испытываемого участка без вычета протяженности воздушных переходов.

I.2I. Если участок трубопровода испытан методом катодной поляризации, то допускается, чтобы проверенный участок целиком или частично был подвергнут вторичному контролю в составе большего участка, в который он вошел. В случае, если этот больший участок покажет неудовлетворительное качество изоляции, то искать дефекты следует только на тех частях участка, которые не подвергали проверке раньше.

ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ НА УЧАСТКАХ ТРУБОПРОВОДОВ ДЛИНОЙ БОЛЕЕ 50 км

I.22. В отдельных случаях (если они обусловлены особыми обстоятельствами, согласованными с заказчиком и Инспекцией по качеству) допускается контроль состояния изоляции на участках длиной свыше 50 км, но не более I00 км. При контроле такой участок может быть соединен с другими металлическими сооружениями (как с одной, так и с обеих сторон).

I.23. При контроле изоляции не врезанного в трубопровод участка на каждом конце его оборудуют источник постоянного тока. В цепи каждого источника устанавливают силу тока, определяемую по номограммам (см.рисунки 2;3), для длины участка, равной половине испытываемого.

I.24. В пяти точках участка, расположенных в середине и отстоящих одна от другой на 2 км, измеряют разности потенциалов труба-земля как до наложения тока поляризации, так и по истечении времени поляризации.

Из пяти значений рассчитанного смещения выбирают наименьшее.

Примечание. Для определения минимального смещения может оказаться необходимым увеличить количество точек измерения.

I.25. Состояние изоляционного покрытия оценивают по пп.I.7-I.9, причем величину смещения определяют по п.I.24.

I.26. Если на одном или на обоих концах контролируемого участка не удается получить силу тока по п.I.23, то оценить состояние изоляции следует по формуле (3) п.I.I7 с учетом п.I.I8. Значение J_u измеренной силы тока в формуле (3) определяют как среднее арифметическое обеих сил токов.

Примечание. Точка минимальной разности потенциалов труба-земля может быть расположена на значительном расстоянии от середины участка.

I.27. Если концы контролируемого участка трубопровода подсоединены к другому металлическому сооружению, то силу тока в трубопроводе определяют по падению напряжения на обоих концах участка. Методика измерения силы тока по падению напряжения приведена в приложении 4.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ КАТОДНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ

ПОДГОТОВКА УЧАСТКА ТРУБОПРОВОДА К ИСПЫТАНИЯМ

2.I. Контролируемый участок не должен иметь электрических и технологических перемычек с другими сооружениями.

Не допускается контакт неизолированных концов контролируемого участка с соседними участками и с грунтом.

Примечание. Требование данного пункта не распространяется на врезанные участки трубопровода по п.I.22.

2.2. Подключение поляризующего источника и измерительного прибора к трубе в начале и в конце участка выполняют при помощи плашечного (струбцинного) зажима.

2.3. Участок считается не готовым для испытаний, если имеется контакт неизолированной поверхности трубы с грунтом через слой бетона или цемента.

2.4. Вдоль участка трубопровода в соответствии с проектом должны быть установлены контрольно-измерительные колонки (катодные выводы). Если контрольно-измерительные колонки не установлены, то такой участок считается не подготовленным к испытаниям.

2.5. Трубопроводы, проложенные параллельно испытываемому участку, или пересекающие его, независимо от того имеют ли они катодную защиту или нет, не оказывают влияния на результаты контроля методом катодной поляризации.

Однако необходимо, чтобы на этих сооружениях не происходили изменения параметров защиты (включения, выключения и др.).

2.6. Законченный строительством участок трубопровода предъявляют к испытаниям катодной поляризацией не ранее чем через две недели после окончания работ с засыпкой трубопровода.

Контроль катодной поляризацией должен быть закончен до испытания на прочность.

ПОДГОТОВКА ОБОРУДОВАНИЯ

2.7. Для проведения контроля состояния изоляционных покрытий на законченных строительством участках трубопровода методом катодной поляризации следует использовать передвижную электроисследовательскую лабораторию электрохимзащиты типа ПЭЛ-ЭХЗ[x)].

2.8. Генератор лаборатории, который размещен в генераторной группе, собранной на шасси ЗИЛ-131, подсоединяют "минусом" к трубопроводу в начале участка, а "плюсом" к временному заземлению.

2.9. Для оборудования временного заземления используют винтовые электроды, размещенные в генераторной группе лаборатории.

2.10. В сухих высокоомных грунтах с удельным электрическим сопротивлением выше 50 Ом.м допускается использовать в качестве временного заземления генератора соседний с контролируемым участок трубопровода, принципиальная схема подключения показана на рис.7.

2.11. В качестве соединительных проводников используют кабель, намотанный на трехсекционный барабан (3х200 м) генераторной группы.

2.12. При помощи аппаратуры стенда управления и контроля качества изоляции регулируют силу тока в цепи и измеряют ее величину.

---

x) Лабораторию ПЭЛ-ЭХЗ серийно выпускает Мытищинский приборостроительный завод Министерства приборостроения

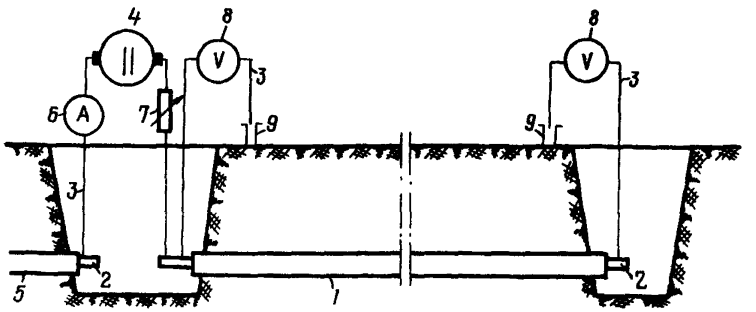


Рис.7. Схема подключения источника тока и измерительных приборов к контролируемому участку с использованием в качестве временного заземления соседнего участка трубопровода:

1-изолированный трубопровод испытываемого участка; 2-неизолированный конец трубы; 3-соединительный провод (кабель); 4-источник постоянного тока; 5-соседний участок трубопровода (временное заземление); 6-амперметр; 7-регулируемый резистор; 8-милливольтметр; 9-медносульфатный электрод сравнения

2.13. Если сила тока контроля менее 5 А, то рекомендуется использовать аккумуляторные батареи генераторной группы.

2.14. Измерение разности потенциалов на конце участка, а также ее распределение вдоль контролируемого участка выполняют измерительной лабораторией, смонтированной на базе автомашины УАЗ-452 и входящей в состав передвижной лаборатории типа ПЭЛ-ЭХЗ.

2.15. Если нет лаборатории типа ПЭЛ-ЭХЗ, то для проведения контроля состояния изоляционного покрытия необходимо подготовить оборудование, приборы и материалы.

Подробный перечень оборудования, приборов и материалов для проведения контроля изоляции катодной поляризацией приведен в приложении 5.

2.16. В качестве источника постоянного тока может быть использован любой источник, обеспечивающий требуемую силу тока (например, аккумуляторная батарея, сварочный агрегат, выпрямитель и т.д.).

2.17. В цепь источника должен быть включен амперметр и устройство для регулирования силы тока.

2.18. Временное заземление монтируют на расстоянии 200-400 м от трубопровода в местах с возможно меньшим удельным сопротивлением, которые, как правило, расположены в низких местах.

Если нет винтовых заземлителей, то временное анодное заземление допускается выполнять из отрезков не кондиционных труб, уголка, рельса, полосы и т.п.

2.19. Переходное сопротивление временного заземления должно обеспечивать протекание в цепи тока требуемой величины и может быть рассчитано по формулам, приведенным в приложении 6.

2.20. Временное заземление используют только при испытании изоляции методом катодной поляризации.

Место установки временного заземления подбирают из расчета, чтобы при его помощи можно было испытать два соседних участка.

2.21. В качестве заземления целесообразно использовать имеющиеся анодные заземления установки катодной защиты (УКЗ) другого трубопровода или вновь построенное временное заземление УКЗ данного участка трубопровода.

Допускается удалять точки подключения поляризующего источника тока (точки дренажа) от начала участка на расстояние, не превышающее 0,1 длины испытываемого участка.

Примечания: 1. Для короткого участка расположение анодного заземления относительно концов трубы не влияет на результаты контроля при условии выполнения требований п.2.19.

2. При использовании имеющегося анодного заземления оно должно быть подключено через источник или имеющуюся катодную станцию только к испытываемому участку, и в линии подключения должен быть включен амперметр или шунт.

2.22. Оборудование установки катодной поляризации (источника тока, временного заземления, прокладку соединительных проводов и их подсоединение, а также включение амперметра и

вольтметра) выполняют силами заказчика-дирекцией строящегося трубопровода или эксплуатирующей организацией (с участием представителя СУПНР) и строительной организации (изолировочно-укладочной мехколонны), которая выполняет земляные, сварочные и такелажные работы.

2.23. Приобретение, хранение, содержание в рабочем состоянии и эксплуатация материалов и оборудования для контроля входит в обязанности заказчика (дирекции строящегося трубопровода или эксплуатирующей организации).

2.24. При разработке проекта производства работ необходимо определить протяженность контролируемых участков и сроки проведения контроля, исходя из условий строительства.

2.25. Расходы по проведению испытания изоляционного покрытия несет заказчик.

2.26. При проведении работ по контролю состояния изоляции законченных строительством участков катодной поляризацией соблюдение правил техники безопасности является обязательным. Необходимо руководствоваться следующими нормативными документами:

Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей [4];

Рекомендациями по технике безопасности при устройстве электрозащиты [5];

Правилами устройства электроустановок [6];

СНиП III-А, II-70 Техника безопасности в строительстве [7];

Правилами безопасности в нефтегазодобывающей промышленности [8];

инструкциями заводов-изготовителей оборудования, используемого при контроле качества изоляционного покрытия.

3. ИСПЫТАНИЕ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ КАТОДНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

3.1. Испытания состояния изоляционного покрытия на законченном строительством участке выполняют представители заказчика, СУПНР и строительной организации.

3.2. Испытания проводят в следующем порядке:

а) измеряют естественную разность потенциалов труба-земля в начале и в конце участка. При измерениях источник постоянного тока должен быть выключен;

б) включают источник постоянного тока, устанавливают требуемую силу тока (силу тока определяют по номограммам, представленным на рис.2,3,5,6) и поддерживают ее постоянной в течение всего периода испытаний;

в) по истечении 3 ч поляризации измеряют разность потенциалов труба-земля в начале и в конце участка и заполняют акт испытаний (приложение 7).

3.3. Если испытываемый участок трубопровода находится под катодной защитой (с помощью перемычек или другим способом), то эта защита должна быть отключена не менее чем за трое суток до измерения естественной разности потенциалов труба-земля, а перемычки разомкнуты.

ИЗМЕРЕНИЯ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ ТРУБА-ЗЕМЛЯ

3.4. Все измерения разности потенциалов труба-земля выполняют относительно насыщенного медносульфатного электрода сравнения.

3.5. Измерение разности потенциалов труба-земля рекомендуется проводить потенциометрическим способом универсальным коррозионно-измерительным прибором УКИП-73[x)].

3.6. В грунтах с удельным сопротивлением до 100 Ом.м допускается применять миллиампервольтметр М-231.

---

x) Прибор УКИП-73 серийно выпускает завод "Хроматограф".

3.7. Медносульфатный электрод сравнения устанавливают около трубопровода. Грунт в месте установки электрода увлажнят.

Если необходимо разместить медносульфатный электрод в сухих песчаных грунтах с удельным электрическим сопротивлением более 100 Ом·м, то для увлажнения рекомендуется применять подсоленную воду (5-процентный раствор хлористого натрия).

3.8. В случае если при проведении контроля трубопровод находится в талом грунте, а верхний слой почвы замерз, то электрод сравнения может быть установлен в мерзлый грунт, но перед его установкой в лунку наливают горячую подсоленную воду (2-3 л).

3.9. При проведении измерений на участках длиной более 4 км рекомендуется использовать средства связи (телефон, радиосвязь).

ИЗМЕРЕНИЯ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ

3.10. При расположении контролируемого участка в зоне действия блуждающих токов длина этого участка не должна превышать 10 км.

3.11. Разность потенциалов труба-земля в зоне действия блуждающих токов измеряется самопишущим милливольтамперметром Н-39 по отношению к медносульфатному электроду сравнения.

Если нет самопишущего прибора, то допускается применять милливольтамперметр М-231 с регистрацией показаний через 10-15 сек.

В условиях интенсивных и быстроменяющихся блуждающих токов измерения можно проводить только самопишущим прибором.

При возникновении блуждающих токов, вызываемых электрифицированной железной дорогой, время измерений должно быть не меньше периода, за который проходят три поезда по одной колее в одном направлении, но не менее 30 мин. Если в начале и в конце участка эти периоды различны, то берут наибольший.

В расчете по формуле (1) принимают средние арифметические значения измеренных параметров с учетом знака.

$$U = \frac{U_1 + U_2 + \cdots + U_n}{n}, \qquad (4)$$

где $U_1, U_2, \ldots, U_n$ – разности потенциалов труба-земля, измеренные в одной точке трубопровода, В;

n – количество измерений за выбранный период времени.

По формуле (4) вычисляют разности потенциалов при включенном ($U_{т3и}$) и выключенном ($U_{т3е}$) источнике тока.

3.12. Естественную разность потенциалов замеряют накануне испытаний одновременно на обоих концах контролируемого участка. За конец участка рекомендуется принимать тот, на котором изменение потенциалов менее интенсивное.

3.13. На электрифицированной железной дороге измерение естественной разности потенциалов и разности потенциалов при катодной поляризации рекомендуется проводить в период суток, который характеризуется наименее напряженным графиком движения поездов или во время длительных перерывов движении (окнах).

3.14. В зоне действия интенсивно меняющихся блуждающих токов измерения могут быть выполнены с применением прерывистого тока. Источник поляризации включают после поляризации (в соответствии с п.3.2,в). Последующие включения и выключения должны быть не менее 5 с интервалами не менее 30 сек.

Необходимо точно согласовать время включения и выключения тока поляризующего источника со временем регистрации измерения разности потенциалов на конце участка. Рекомендуется использовать средства связи (телефон, радиосвязь).

Для повышения точности определения смещения разности потенциалов в таких случаях допускается увеличивать силу тока с последующей корректировкой критерия оценки по п.1.17.

Смещение разности потенциалов труба-земля определяют как среднее арифметическое из смещений, соответствующих моменту включения и выключения тока поляризующего источника.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В ИЗОЛЯЦИИ

4.1. Если в результате контроля изоляционного покрытия установлено его неудовлетворительное состояние, то необходимо найти место дефектов и повреждений в изоляции.

4.2. Поиск дефектов по всему участку в изоляционном покрытии ведут искателями повреждений ИП-60, ИП-74.

4.3. Ремонт изоляции выполняют силами строительной организации, после чего участок подвергают повторному испытанию катодной поляризацией.

4.4. Причины образования дефектов в изоляционном покрытии должны быть тщательно проанализированы с тем, чтобы при изоляционно-укладочных работах на следующих участках эти дефекты не были повторены.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение I

ЗНАЧЕНИЯ СРЕДНИХ ТОЛЩИН СТЕНКИ ТРУБ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ДИАМЕТРОВ ТРУБОПРОВОДОВ

Таблица I

Диаметр трубопровода, мм	Средняя толщина стенки трубы, мм	Диаметр трубопровода, мм	Средняя толщина стенки трубы, мм
II4	8	35I	II
I27	8	377	II
I4I	9	426	II
I46	9	477	II
I59	9	529	II
I68	I0	620	II
I80	I0	720	II
I94	I0	820	I2
2I9	I0	920	I3
245	I0	I020	I4
273	I0	I220	I6
299	I0	I420	I8
325	I0		

Приложение 2

ВЛИЯНИЕ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА НА ВЕЛИЧИНУ СМЕЩЕНИЯ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ ТРУБА-ЗЕМЛЯ

Таблица 2

Значения смещения разности потенциалов труба-земля ($U_{тз}$) для участков трубопроводов длиной 4-50 км, изолированных покрытиями на битумной основе, при которых состояние покрытия оценивается как удовлетворительное

Среднее удельное электросопротивление грунта (ρ), Ом.м	Значения $U_{тз}$ (В) для следующих диаметров трубопроводов, м									
	0,146	0,180	0,219	0,273	0,325	0,529	0,720	1,020	1,220	1,420
50	–	–	–	–	–	–	–	0,42	0,42	0,42
60	–	–	–	–	–	–	0,42	0,42	0,42	0,42
70	–	–	–	–	–	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43
80	–	–	–	–	–	0,41	0,42	0,42	0,43	0,44
90	–	–	–	–	–	0,42	0,42	0,43	0,44	0,45
100	–	–	–	–	–	0,42	0,42	0,44	0,45	0,46
120	–	–	–	–	0,41	0,43	0,43	0,45	0,46	0,47
150	–	–	–	0,42	0,42	0,44	0,44	0,46	0,48	0,48
200	0,41	0,41	0,42	0,43	0,43	0,45	0,46	0,48	0,50	0,51
300	0,42	0,42	0,43	0,44	0,44	0,46	0,49	0,52	0,54	0,56
400	0,43	0,43	0,44	0,45	0,45	0,48	0,52	0,56	0,59	0,62
500	0,44	0,44	0,45	0,46	0,46	0,50	0,55	0,60	0,64	0,68
600	0,45	0,45	0,46	0,47	0,47	0,52	0,58	0,64	0,69	0,74
700	0,45	0,46	0,47	0,48	0,48	0,55	0,61	0,68	0,74	0,80
800	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,58	0,64	0,72	0,79	0,86

900	0,47	0,48	0,49	0,50	0,52	0,6I	0,67	0,76	0,84	0,92
1000	0,48	0,49	0,50	0,52	0,54	0,64	0,70	0,82	0,89	0,98
1200	0,50	0,5I	0,52	0,55	0,58	0,70	0,76	0,92	0,99	I,I0
I500	0,52	0,54	0,55	0,58	0,62	0,78	0,85	I,04	I,II	I,28
2000	0,56	0,59	0,6I	0,65	0,70	0,95	I,02	I,28	I,36	I,63
2500	0,62	0,65	0,68	0,73	0,79	I,I2	I,I9	I,53	I,62	I,99
3000	0,69	0,72	0,76	0,83	0,90	I,30	I,38	I,79	I,99	2,38
4000	0,84	0,88	0,94	I,05	I,I3	I,68	I,78	2,39	2,70	3,26
6000	I,I5	I,22	I,32	I,45	I,62	2,48	2,69	3,6I	4,22	5,I0
8000	I,47	I,59	I,72	I,88	2,I0	3,29	3,6I	4,86	5,7I	7,28
I0000	I,79	I,92	2,I5	2,38	2,70	4,I0	4,63	6,I8	7,27	9,52

Таблица 3

Значения смещения разности потенциалов труба-земля ($U_{тз}$) для участков трубопроводов длиной 4-50 км, изолированных покрытиями на битумной основе, при которых состояние покрытия оценивается как хорошее

Среднее удельное электросопротивление грунта (ρ), Ом.м	Значения $U_{тз}$ (В) для следующих диаметров трубопроводов, м									
	0,146	0,180	0,219	0,273	0,325	0,529	0,720	1,020	1,220	1,420
50	-	-	-	-	-	-	0,57	0,57	0,57	0,58
60	-	-	-	-	-	0,57	0,57	0,57	0,58	0,59
70	-	-	-	-	-	0,57	0,57	0,58	0,59	0,60
80	-	-	-	-	-	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61
90	-	-	-	-	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62
100	-	-	-	-	0,57	0,59	0,60	0,61	0,63	0,64
120	-	-	0,57	0,57	0,58	0,60	0,61	0,62	0,65	0,67
150	-	0,58	0,58	0,58	0,59	0,61	0,62	0,65	0,68	0,70
200	0,58	0,58	0,59	0,59	0,60	0,62	0,65	0,69	0,72	0,75
300	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,65	0,70	0,75	0,77	0,82
400	0,59	0,60	0,62	0,63	0,64	0,70	0,76	0,82	0,84	0,92
500	0,60	0,62	0,64	0,65	0,66	0,75	0,82	0,89	0,91	1,02
600	0,62	0,64	0,66	0,67	0,69	0,80	0,88	0,96	1,01	1,13
700	0,64	0,66	0,68	0,69	0,72	0,85	0,94	1,06	1,12	1,26
800	0,66	0,68	0,70	0,71	0,75	0,90	1,01	1,16	1,25	1,40
900	0,68	0,70	0,72	0,74	0,78	0,95	1,08	1,27	1,38	1,56

I000	0,70	0,72	0,75	0,77	0,8I	I,0I	I,I5	I,40	I,52	I,73
I200	0,74	0,76	0,80	0,83	0,87	I,I2	I,29	I,64	I,79	2,06
I500	0,80	0,82	0,86	0,96	I,00	I,27	I,56	I,9I	2,06	2,77
2000	0,90	0,93	0,97	I,07	I,II	I,39	I,97	2,42	2,60	3,8I
2500	I,00	I,05	I,09	I,I9	I,23	I,59	2,38	2,93	3,I4	4,8.
3000	I,II	I,I7	I,2I	I,3I	I,38	I,79	2,80	3,44	3,68	5,89
4000	I,32	I,42	I,46	I,56	I,67	2,32	3,63	4,46	4,76	7,97
6000	I,7I	I,93	I,97	2,09	2,22	3,39	5,29	6,50	6,92	I0,05
8000	2,I2	2,44	2,48	2,64	2,80	4,49	6,95	8,54	9,08	-
I0000	2,53	2,95	2,99	3,24	3,60	5,59	8,6I	I0,58	II,24	-

Таблица 4

Значения смещения разности потенциалов труба-земля ($U_{тз}$) для коротких участков трубопроводов, изолированных покрытиями на битумной основе, при которых состояние покрытия оценивается как удовлетворительное

Среднее удельное электросопротивление грунта (ρ), Ом.м	Значения $U_{тз}$ (В) для следующих диаметров трубопроводов, м									
	0,146	0,180	0,219	0,273	0,325	0,529	0,720	1,020	1,220	1,420
50	–	–	–	–	–	–	0,73	0,74	0,75	0,76
60	–	–	–	–	–	0,73	0,73	0,75	0,76	0,77
70	–	–	–	–	–	0,73	0,73	0,76	0,77	0,78
80	–	–	–	–	–	0,73	0,73	0,77	0,78	0,79
90	–	–	–	–	0,73	0,74	0,74	0,78	0,79	0,80
100	–	–	–	–	0,73	0,75	0,75	0,79	0,80	0,82
120	–	–	0,73	0,73	0,74	0,76	0,76	0,80	0,83	0,85
150	–	0,73	0,74	0,74	0,75	0,77	0,77	0,85	0,86	0,88
200	0,73	0,74	0,75	0,75	0,76	0,79	0,83	0,91	0,92	0,98
300	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,83	0,89	1,01	1,02	1,11
400	0,77	0,78	0,79	0,80	0,82	0,89	0,96	1,11	1,12	1,25
500	0,79	0,80	0,81	0,83	0,85	0,95	1,04	1,21	1,23	1,40
600	0,81	0,82	0,83	0,86	0,88	1,01	1,12	1,31	1,34	1,55
700	0,83	0,84	0,86	0,89	0,91	1,08	1,20	1,41	1,46	1,70
800	0,85	0,86	0,89	0,92	0,94	1,15	1,30	1,51	1,60	1,85
900	0,87	0,88	0,92	0,95	0,98	1,22	1,40	1,64	1,75	2,00
1000	0,89	0,91	0,95	0,98	1,02	1,29	1,50	1,78	1,93	2,20

Таблица 5

Значения смещения разности потенциалов труба-земля ($U_{тз}$) для коротких участков трубопроводов, изолированных покрытиями на битумной основе, при которых покрытие оценивается как хорошее

Среднее удельное электросопротивление грунта (ρ), Ом.м	Значения $U_{тз}$ (В) для следующих диаметров трубопроводов, м									
	0,146	0,180	0,219	0,273	0,325	0,529	0,720	1,020	1,220	1,420
50	-	-	-	-	-	-	1,04	1,06	1,07	1,08
60	-	-	-	-	-	1,04	1,05	1,07	1,08	1,09
70	-	-	-	-	-	1,05	1,06	1,08	1,09	1,10
80	-	-	-	-	-	1,05	1,07	1,09	1,11	1,12
90	-	-	-	-	1,04	1,06	1,07	1,10	1,13	1,14
100	-	-	-	-	1,04	1,07	1,08	1,12	1,15	1,17
120	-	-	1,04	1,04	1,05	1,08	1,09	1,14	1,18	1,22
150	-	1,05	1,05	1,05	1,06	1,10	1,13	1,18	1,23	1,29
200	1,05	1,06	1,07	1,07	1,09	1,13	1,18	1,26	1,31	1,40
300	1,07	1,08	1,10	1,11	1,13	1,20	1,27	1,36	1,50	1,59
400	1,10	1,11	1,13	1,15	1,17	1,28	1,36	1,50	1,65	1,79
500	1,13	1,14	1,16	1,19	1,21	1,36	1,46	1,65	1,81	1,99
600	1,16	1,17	1,20	1,23	1,26	1,44	1,57	1,81	1,98	2,20
700	1,19	1,20	1,24	1,27	1,31	1,54	1,68	1,98	2,16	2,42
800	1,22	1,23	1,28	1,32	1,36	1,64	1,79	2,16	2,37	2,64
900	1,25	1,26	1,32	1,36	1,41	1,74	1,92	2,36	2,57	2,86
1000	1,28	1,30	1,36	1,40	1,47	1,84	2,05	2,56	2,77	3,10

Таблица 6

Значения смещения разности потенциалов труба-земля ($U_{тз}$) для участков трубопроводов длиной 4-50 км, изолированных полимерными материалами, при которых состояние покрытия оценивается как удовлетворительное

Среднее удельное электросопротивление грунта (ρ), Ом.м	Значения $U_{тз}$(В)для следующих диаметров трубопроводов, м									
	0,I46	0,I80	0,2I9	0,273	0,325	0,529	0,720	I,020	I,220	I,420
50	-	-	-	-	-	-	0,4I	0,42	0,43	0,43
60	-	-	-	-	-	0,4I	0,42	0,43	0,43	0,44
70	-	-	-	-	-	0,42	0,42	0,43	0,44	0,44
80	-	-	-	-	-	0,42	0,43	0,44	0,44	0,45
90	-	-	-	-	0,4I	0,42	0,43	0,45	0,45	0,46
I00	-	-	-	-	0,4I	0,42	0,43	0,46	0,46	0,47
I20	-	-	0,4I	0,4I	0,42	0,43	0,44	0,47	0,48	0,49
I50	-	0,42	0,42	0,42	0,43	0,44	0,45	0,48	0,50	0,5I
200	0,42	0,42	0,43	0,43	0,44	0,45	0,47	0,5I	0,52	0,57
300	0,43	0,43	0,44	0,44	0,45	0,48	0,5I	0,56	0,59	0,65
400	0,44	0,44	0,45	0,46	0,47	0,5I	0,55	0,62	0,66	0,73
500	0,45	0,45	0,46	0,48	0,49	0,54	0,60	0,68	0,75	0,8I
600	0,46	0,46	0,48	0,50	0,5I	0,58	0,65	0,74	0,80	0,89
700	0,47	0,47	0,50	0,52	0,53	0,62	0,70	0,80	0,88	0,97
800	0,48	0,49	0,52	0,54	0,55	0,66	0,75	0,86	0,96	I,05
900	0,49	0,5I	0,54	0,56	0,57	0,70	0,80	0,94	I,04	I,I3

I000	0,50	0,53	0,56	0,58	0,59	0,74	0,85	I,02	I,I2	I,25
I200	0,52	0,57	0,60	0,62	0,63	0,82	0,95	I,I8	I,28	I,45
I500	0,55	0,6I	0,66	0,68	0,69	0,94	I,II	I,36	I,49	I,69
2000	0,6I	0,69	0,76	0,78	0,79	I,I4	I,38	I,73	I,86	2,I3
2500	0,67	0,77	0,86	0,88	0,89	I,34	I,65	2,I0	2,23	2,57
3000	0,73	0,85	0,96	0,98	0,99	I,54	I,85	2,47	2,60	3,0I
4000	0,85	I,0I	I,I6	I,I8	I,I9	I,94	2,25	3,2I	3,34	3,89
6000	I,09	I,33	I,56	I,58	I,59	2,74	3,05	4,69	4,82	5,65
8000	I,33	I,65	I,96	I,98	I,99	3,54	3,85	6,I7	6,30	7,4I
I0000	I,57	I,97	2,36	2,38	2,39	4,34	4,65	7,65	7,78	9,I7

Таблица 7

Значения смещения разности потенциалов труба-земля (U_{Ts}) для участков трубопроводов длиной 4-50 км, изолированных полимерными материалами, при которых состояние покрытия оценивается как хорошее

Среднее удельное электросопротивление грунта (ρ), Ом.м	Значения U_{Ts} (В) для следующих диаметров трубопроводов, м									
	0,146	0,180	0,219	0,273	0,325	0,529	0,720	1,020	1,220	1,420
50	–	–	–	–	–	–	–	0,57	0,57	0,58
60	–	–	–	–	–	–	0,57	0,57	0,58	0,59
70	–	–	–	–	–	0,57	0,57	0,58	0,59	0,59
80	–	–	–	–	–	0,57	0,57	0,59	0,60	0,60
90	–	–	–	–	–	0,57	0,58	0,60	0,61	0,61
100	–	–	–	–	–	0,58	0,59	0,61	0,62	0,62
120	–	–	–	–	0,57	0,58	0,60	0,62	0,63	0,63
150	–	–	–	0,57	0,57	0,59	0,61	0,63	0,64	0,65
200	0,57	0,57	0,58	0,58	0,58	0,60	0,62	0,65	0,67	0,69
300	0,58	0,58	0,59	0,59	0,59	0,62	0,64	0,70	0,72	0,77
400	0,59	0,59	0,60	0,60	0,61	0,65	0,68	0,76	0,78	0,85
500	0,60	0,60	0,62	0,62	0,63	0,68	0,72	0,82	0,85	0,93
600	0,61	0,61	0,63	0,64	0,65	0,71	0,76	0,88	0,93	1,01
700	0,62	0,62	0,64	0,66	0,67	0,74	0,81	0,94	1,01	1,10
800	0,63	0,64	0,65	0,68	0,69	0,78	0,86	1,00	1,09	1,19
900	0,64	0,66	0,67	0,70	0,71	0,82	0,91	1,06	1,17	1,28

I000	0,65	0,68	0,69	0,72	0,74	0,88	0,96	I,I3	I,25	1,37
I200	0,67	0,72	0,73	0,76	0,79	0,98	I,06	I,26	I,4I	I,55
I500	0,70	0,76	0,77	0,82	0,85	I,08	I,20	I,44	I,65	I,8I
2000	0,75	0,84	0,85	0,92	0,96	I,28	I,40	I,75	2,05	2,25
2500	0,80	0,92	0,93	I,02	I,07	I,48	I,60	2,06	2,45	2,69
3000	0,85	I,00	I,0I	I,I2	I,I8	I,68	I,82	2,37	2,85	3,I4
4000	0,95	I,I6	I,I7	I,32	I,40	2,08	2,32	3,00	3,65	4,04
6000	I,I5	I,48	I,50	I,72	I,87	2,90	3,32	4,5I	5,25	5,84
8000	I,35	I,80	I,84	2,I2	2,34	3,72	4,33	6,02	6,85	7,64
I0000	I,55	2,I2	2,20	2,53	2,82	4,54	5,34	7,53	8,45	9,44

Таблица 8

Значения смещения разности потенциалов труба-земля ($U_{тз}$) для коротких участков трубопроводов, изолированных полимерными материалами, при которых состояние покрытия оценивается как удовлетворительное

Среднее удельное электросопротивление грунта (ρ), Ом.м	Значения $U_{тз}$(В) для следующих диаметров трубопроводов, м									
	0,146	0,180	0,219	0,273	0,325	0,529	0,720	1,020	1,220	1,420
50	–	–	–	–	–	–	–	0,73	0,73	0,74
60	–	–	–	–	–	–	0,73	0,73	0,74	0,75
70	–	–	–	–	–	0,73	0,73	0,74	0,75	0,76
80	–	–	–	–	–	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77
90	–	–	–	–	–	0,73	0,74	0,76	0,77	0,78
100	–	–	–	–	–	0,74	0,75	0,77	0,78	0,79
120	–	–	–	–	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79	0,81
150	–	–	–	0,73	0,74	0,76	0,77	0,79	0,81	0,83
200	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75	0,77	0,78	0,83	0,85	0,87
300	0,74	0,74	0,75	0,76	0,77	0,80	0,82	0,88	0,93	1,01
400	0,75	0,75	0,76	0,78	0,79	0,84	0,87	0,94	1,01	1,10
500	0,76	0,76	0,78	0,80	0,81	0,88	0,93	1,02	1,10	1,20
600	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,92	0,99	1,10	1,20	1,30
700	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,96	1,05	1,18	1,30	1,40
800	0,79	0,82	0,84	0,86	0,88	1,01	1,11	1,26	1,40	1,50
900	0,80	0,84	0,86	0,88	0,91	1,06	1,17	1,35	1,50	1,60
1000	0,82	0,86	0,88	0,91	0,94	1,12	1,23	1,44	1,60	1,70

Таблица 9

Значения смещения разности потенциалов труба-земля ($U_{тз}$) для коротких участков трубопроводов, изолированных полимерными материалами, при которых состояние покрытия оценивается как хорошее

Среднее удельное электросопротивление грунта (ρ), Ом.м	Значения $U_{тз}$ (В) для следующих диаметров трубопроводов, м									
	0,146	0,180	0,219	0,273	0,325	0,529	0,720	1,020	1,220	1,420
50	–	–	–	–	–	–	–	1,04	1,05	1,06
60	–	–	–	–	–	–	1,04	1,05	1,06	1,07
70	–	–	–	–	–	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08
80	–	–	–	–	–	1,04	1,05	1,07	1,08	1,09
90	–	–	–	–	–	1,05	1,06	1,08	1,09	1,11
100	–	–	–	–	–	1,05	1,07	1,09	1,10	1,13
120	–	–	–	–	1,04	1,06	1,08	1,11	1,12	1,15
150	–	–	–	1,04	1,05	1,07	1,09	1,13	1,16	1,18
200	1,04	1,04	1,05	1,06	1,06	1,09	1,12	1,19	1,22	1,25
300	1,05	1,06	1,07	1,09	1,09	1,14	1,17	1,28	1,31	1,34
400	1,07	1,08	1,09	1,12	1,12	1,19	1,22	1,38	1,42	1,45
500	1,09	1,10	1,11	1,15	1,15	1,24	1,27	1,49	1,54	1,60
600	1,11	1,12	1,13	1,18	1,18	1,31	1,35	1,60	1,67	1,76
700	1,13	1,14	1,15	1,21	1,22	1,38	1,43	1,71	1,81	1,92
800	1,15	1,16	1,18	1,24	1,26	1,45	1,51	1,82	1,95	2,09
900	1,17	1,19	1,21	1,27	1,30	1,52	1,61	1,93	2,09	2,25
1000	1,19	1,22	1,25	1,30	1,35	1,60	1,71	2,05	2,23	2,42

Приложение 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА

При изменении удельного электрического сопротивления грунта вдоль контролируемого участка среднюю величину определяют по формуле

$$\bar{\rho}_r = \frac{L^2}{\left(\sum_{i=1}^{n} \frac{\ell_i}{\sqrt{\rho_{ri}}}\right)^2} \left[\text{Ом.м}\right], \qquad (5)$$

где L – длина контролируемого участка, км;

ℓ_i – длина i-го участка с удельным электрическим сопротивлением ρ_{ri}.

Пример расчета.

Длина контролируемого участка L =50 км, на этом участке удельное электрическое сопротивление имеет следующие величины, приведенные в табл.I0.

Таблица I0

Значения удельного электрического сопротивления грунта на участках трубопровода различной длины

Номер участка	I	2	3	4	5	6
Длина участка (ℓ_i), км	I	I0	2	20	2	I5
Удельное электрическое сопротивление грунта (ρ_{ri}), Ом.м	I0	300	50	2000	I00	I500

$$\bar{\rho}_r = \frac{L^2}{\left(\sum_{1}^{6} \frac{\ell_i}{\sqrt{\rho_{ri}}}\right)^2} = \frac{50^2}{\left(\frac{\ell_1}{\sqrt{\rho_{r1}}} + \frac{\ell_2}{\sqrt{\rho_{r2}}} + \frac{\ell_3}{\sqrt{\rho_{r3}}} + \frac{\ell_4}{\sqrt{\rho_{r4}}} + \frac{\ell_5}{\sqrt{\rho_{r5}}} + \frac{\ell_6}{\sqrt{\rho_{r6}}}\right)^2} \qquad (6)$$

подставляя значения из табл.I0, получим:

$$\bar{\rho}_r = \frac{50^2}{\left(\frac{I}{\sqrt{I0}} + \frac{I0}{\sqrt{300}} + \frac{2}{\sqrt{50}} + \frac{20}{\sqrt{2000}} + \frac{2}{\sqrt{I00}} + \frac{I5}{\sqrt{I500}}\right)^2} =$$

$$= \frac{50^2}{(0{,}3I6 + 0{,}579 + 0{,}I42 + 0{,}224 + 0{,}2 + 0{,}258)^2} =$$

$$= \frac{2500}{I{,}7I9^2} \approx 830 \text{ Ом.м.}$$

Приложение 4

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ ТОКА ПО ПАДЕНИЮ НАПРЯЖЕНИЯ

Силу тока J в трубопроводе по результатам измерения падения напряжения определяют формулой

$$J = \frac{\Delta U \cdot 10^{-3}}{z\ell} \left[A\right], \qquad (7)$$

где ΔU – падение напряжения на участке трубопровода длиной ℓ (м), мВ;

z – продольное сопротивление трубопровода (Ом/м), вычисляемое по формуле

$$z = \frac{\rho_т}{\pi \cdot D \cdot \delta} \left[Ом.м\right], \qquad (8)$$

где $\rho_т$ – удельное электрическое сопротивление трубной стали, Ом.мм^2/м;

D – диаметр трубопровода, мм;

δ – толщина стенки трубопровода, мм.

Величина удельного электрического сопротивления различных марок трубной стали приведена в табл.II.

Таблица II

Удельное электрическое сопротивление различных марок трубной стали

Марка трубной стали	Удельное электрическое сопротивление трубной стали при температуре 20°С, Ом.мм^2/м
17ГС	0,247
17Г2СФ	0,245
08Г2СФ	0,243
18Г2	0,218
18Г2САФ	0,266
18ХГ2САФ	0,260
15ГСТЮ	0,281
СТ3	0,218

Для проведения измерений на расстоянии 10 м от точки дренажа выполняют следующие операции:

отрывают первый шурф;

на расстоянии ℓ (м) от первого шурфа отрывают второй;

снимают изоляцию с поверхности трубопровода ($S \approx 1{,}0$ дм^2);

к трубе посредством магнитных контактов подсоединяют измерительный прибор при помощи изолированных проводников (например типа ПСРП (П268) или др. сечением не менее 0,5–1 мм^2).

В качестве измерительного прибора может быть использован любой милливольтметр постоянного тока со шкалой до 100 мВ. Можно применять также: миллиамперволътметр М-231 (шкала 0,75 мВ), УКИП-73 (шкала 0,6 В) и другие.

Величину ℓ рекомендуется выбирать равной 500 м. Для измерения силы тока в трубопроводе могут быть использованы имеющиеся катодные выводы.

Приложение 5

Необходимое оборудование, приборы и материалы для проведения контроля изоляции катодной поляризацией

Источник постоянного тока, шт	I
Винтовые заземлители, шт	20
Изолированный провод сечением 6–35 мм^2, м	500
Миллиампервольтметр М–23I, шт	3
Универсальный коррозионно–измерительный прибор УКИП–73, шт	2
Самопишущий милливольтамперметр Н–39, шт	2
с источником питания П–39, шт	2
Амперметр с пределами измерения 0÷30 А, шт	2
Медносульфатный электрод сравнения, шт	4
Медный купорос, кг	I
Дистиллированная вода, л	I–2
Провод ПМВГ 0,5–0,75 мм^2, м	50
Тигельформа, шт	2
Термопатроны, шт	20
Термоспички, коробка	I
Измеритель заземления МС–08, шт	I
Набор инструмента мастера связи, комплект	I
Искатель повреждений ИП–60 (ИП–74), шт	I
Плашечный зажим, шт	4
Хронометр, шт	2

РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНОГО СПРОТИВЛЕНИЯ ВРЕМЕННОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Переходное сопротивление временного заземления должно быть не больше величины, рассчитанной по формуле

$$R = 0{,}5 \cdot \frac{U}{J} \ [\text{Ом}] , \qquad (9)$$

где U – номинальное напряжение на выходе генератора постоянного тока, В;

J – требуемая для контроля сила тока, А.

Переходное сопротивление многоэлектродного заземления равно

$$R = 1{,}5 \cdot \frac{R_1}{N} , \qquad (10)$$

где R_1 – переходное сопротивление одиночного электрода, Ом;

N – количество электродов в заземлении.

Переходное сопротивление одиночных горизонтального и вертикального электродов рассчитывают по формуле

$$R_1 = 0{,}21 \frac{\rho_г}{\ell_э} \ln \frac{2\ell_э}{d_э} , \qquad (11)$$

где $\rho_г$ – удельное электрическое сопротивление грунта, Ом.м;

$\ell_э$ – длина электрода, м;

$d_э$ – диаметр электрода, м.

Переходное сопротивление заземления в виде протяженного электрода (например, отрезка трубы) равно

$$R = \frac{\rho_г}{\pi \ell_э} \cdot \ln \frac{\ell_э}{h \cdot d_э} , \qquad (12)$$

где h – глубина заложения электрода, м.

Если установленного количества электродов недостаточно для обеспечения заданной силы тока в цепи источника тока, то дополнительное количество электродов рассчитывается по формуле

$$n = N\left(\frac{R_ф}{R_н} - 1\right), \qquad (13)$$

где n – дополнительное количество электродов, шт;

N – установленное количество электродов, шт;

$R_н, R_ф$ – необходимое и фактическое (соответственно) переходное сопротивление заземления, Ом.

Приложение 7

(министерство) _____ Строительство _____

_____ _____

Трест _____

СМУ (СУ) _____

Участок _____

А К Т

определения состояния изоляционного покрытия участка _____ провода методом катодной поляризации

"__" _____ 1976г.

Мы, нижеподписавшиеся, представитель заказчика тов._____ _____ (ф.и.о., должность), представитель подрядчика _____ _____ (ф.и.о., должность) и представитель СУПНР _____ _____ (ф.и.о., должность) составили настоящий акт в том, что "__" _____ 19 г. были проведены испытания методом катодной поляризации участка (начало _____ км, конец _____ км); перехода через _____ ; отвода к _____ протяженностью _____ км. Диаметр трубы _____ мм; изоляция: тип _____ толщина _____ мм.

Место подключения генератора постоянного тока _____ км. Напряжение на выходе генератора _____ В. Продолжительность поляризации _____.

Результаты измерения и расчета

№№ п/п	Время измерения	Сила тока	Разность потенциалов труба-земля, В						Примечание
			естественная		при включенном источнике тока		смещение		
			в начале участка	в конце участка	в начале участка	в конце участка	в начале участка	в конце участка	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	IO

Заключение: состояние изоляции _____ (хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное)

Подписи:

ЛИТЕРАТУРА

I. Инструкция по контролю состояния изоляции законченных строительством участков трубопроводов катодной поляризацией. ВСН 2-28-7I Мингазпром. М., ОНТИ ВНИИСТа, I97I.

2. Указания по контролю качества изоляционных покрытий трубопроводов при строительстве. ВСН I-58-74 Миннефтегазстрой. М., ЦНТИ ВНИИСТа, I975.

3. СНиП Ш-Д. I0-72. Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ. Изд-во литературы по строительству. М., I973.

4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М., Госэнергоиздат, I969.

5. Рекомендации по технике безопасности при устройстве электрозащиты. М., ОНТИ ВНИИСТа, I967.

6. Правила устройства электроустановок. М., Госэнергоиздат, I963.

7. СНиП Ш-А. II-70. Техника безопасности в строительстве. М., Стройиздат, I970.

8. Правила безопасности в нефтегазодобывающей промышленности. М.,"Недра", I974.

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения 3

Область применения 3

Принцип метода контроля состояния изоляционного покрытия катодной поляризацией 4

Оценка состояния изоляционного покрытия 5

Особенности контроля состояния изоляции на участках трубопроводов длиной более 50 км I4

2. Организация измерений при контроле катодной поляризацией I5

Подготовка участка трубопровода к испытаниям I5

Подготовка оборудования I6

3. Испытание состояния изоляционного покрытия катодной поляризацией 20

Последовательность проведения испытаний 20

Измерения разности потенциалов труба-земля 20

Измерения разности потенциалов в зоне действия блуждающих токов 2I

4. Определение дефектов в изоляции 23

Приложения 25

Литература 47

И Н С Т Р У К Ц И Я

по контролю состояния изоляции законченных строительством участков трубопроводов катодной поляризацией

ВСН 2-28-76

Миннефтегазстрой

Издание ВНИИСТа

Редактор Т.Я.Разумовская Корректор А.А.Хоромева
Технический редактор Т.В.Беремева

Д- 78065 Подписано в печать 23/УШ-1976 г. Формат 60х84/16
Печ.л. 3,0 Уч.-изд.л. 2,3 Усл.печ.л. 2,7
Тираж 2500 экз. Цена 23 коп. Заказ64

Ротапринт ВНИИСТа

gost.e-ecolog.ru