

ОАО "ГАЗПРОМ"
ООО "НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ И
ГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ– ВНИИГАЗ"



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

Р.М.Тер-Саркисов

2002 г.

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКОМУ ОБСЛЕДОВАНИЮ
ПЕРЕХОДОВ ПОД АВТО- И ЖЕЛЕЗНЫМИ ДОРОГАМИ

Заместитель Генерального
директора

Ф.Г. Тухбатуллин

Начальник Отдела диагностики
коррозии и противокоррозионной
защиты

Н.А.Петров

Начальник лаборатории
электрохимической защиты

Ф.К. Фатрахманов

Москва, 2002

1. Общие положения.

1.1. Инструкция по электрометрическому обследованию переходов магистральных газопроводов под автомобильными и железными дорогами (далее Инструкция) распространяется на пересечения магистральных газопроводов и отводов от них с автомобильными и железными дорогами оборудованные защитными кожухами (патронами).

1.2. В Инструкции регламентирован порядок выполнения обследований газопроводов на участках переходов под автомобильными и железными дорогами.

1.3. Инструкция предназначена для организаций проводящих обследования газопроводов, а также для организаций, эксплуатирующих газопроводы, при проведении контроля технического состояния переходов в части определения наличия и характера электрического контакта между трубой и патроном, оформления документации и принятия решений по дальнейшей эксплуатации переходов.

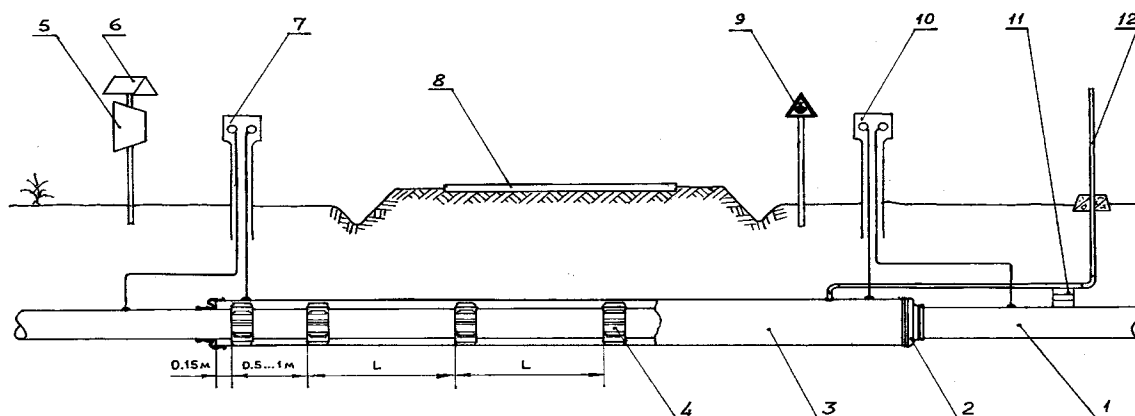
1.4. Инструкция разработана в лаборатории ЭХЗ ООО "ВНИИГАЗ". В разработке Инструкции принимали участие: Фатрахманов Ф.К., Хмельницкий Б.И., Маняхина Т.И., Копьев И.Ю., Сурова В.А., Шамшетдинова Н.К. (ВНИИГАЗ), Долганов М.Л. (ОАО "Газпром"), Запевалов Д.Н., Воробьев А.Н. (ООО "Волготрансгаз").

2. Устройство переходов и требования к ним.

2.1. Для исключения механического воздействия на газопровод грунта, возникающего при прохождении по дороге транспортных средств, участки газопроводов, прокладываемых на переходах под дорогами должны предусматриваться в защитном кожухе (патроне) из стальной трубы (рисунок 1). Диаметр защитного кожуха должен быть больше наружного диаметра трубы газопровода не менее чем на 200 мм (СНиП 2.05.06-85*).

2.2. Соосность трубы и патрона осуществляется с помощью пластмассовых бандажей, из отдельных сегментов (рисунок 2). Материал сегмен-

тов - полиэтилен высокого давления или нейлон. Непосредственный контакт металлической поверхности трубы и патрона не допускается (ГОСТ Р 51164).



- 1 – труба газопровода; 2 – торцевое уплотнение (обтюратор);
 3 – защитный чехол (патрон); 4 – изолирующий (центрирующий) элемент;
 5 – плакат с информацией о газопроводе; 6 – километровый знак;
 7 – контрольно-измерительный пункт; 8 – полотно дороги;
 9 – предупреждающий знак; 10 – контрольно-измерительный пункт;
 11 – изолирующие подкладки; 12 – вытяжная свеча.

Рисунок 1 - Схема обустройства перехода газопровода под дорогой, выполненного в соответствии с НТД.
 (L определяется проектом в зависимости от длины патрона и диаметра трубы.)

2.3. Концы патрона должны уплотняться с помощью обтюраторов из резины или неопрена, которые закрепляются на патроне и на трубе с помощью хомутов из нержавеющей стали (рисунок 3). На одном из концов патрона предусматривается вытяжная свеча.

2.4. Для электрических измерений с обеих сторон перехода устанавливаются контрольно-измерительные пункты (КИП), на клеммный щиток которых подключают контрольные выводы от трубы и от патрона (ГОСТ Р 51164-98).

3. Типичные неисправности переходов.

3.1. В результате нарушений требований СНиП и ГОСТ, отступлений от требуемых технологий строительства, а также в результате длительной

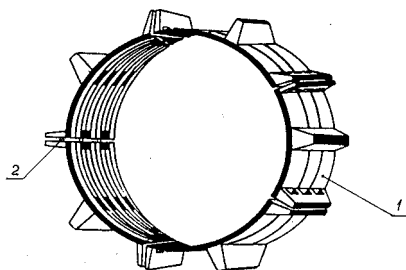


Рисунок 2 – изолирующий (центрирующий) элемент для трубы $\varnothing 1220$ мм

1 – сегмент из нейлона,
2 – стяжные болты

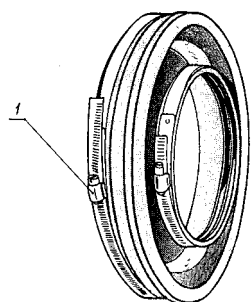


Рисунок 3 – Торцовый уплотнитель (обтюратор)

1 – хомут из нержавеющей стали

эксплуатации на переходах могут возникнуть следующие характерные неисправности (рисунок 4):

- нарушение соосности трубы и патрона;
- прогнивание реечной футеровки и проседание трубы на элементы ее крепления;
- разрыв сварного соединения частей патрона и оседание их на трубу;
- полная просадка патрона в рыхлых грунтах;
- замыкание трубопровода вытяжной свечи патрона с трубой газопровода в результате разрушения изолирующих прокладок.

3.2. Повреждения торцевого уплотнения патрона ведет к проникновению грунтового электролита и/или размокшего грунта в пространство между трубой и патроном (межтрубное пространство).

3.3. Перечисленные неисправности, при наличии повреждения защитного покрытия трубы, способны привести к возникновению электрического контакта между трубой и патроном. В свою очередь, это приводит к снижению эффективности действия катодной защиты, возникновению неконтроли-

руемых коррозионных процессов на трубе в полости патрона и может усилить действие других факторов, отрицательно влияющих на коррозионное состояние перехода.

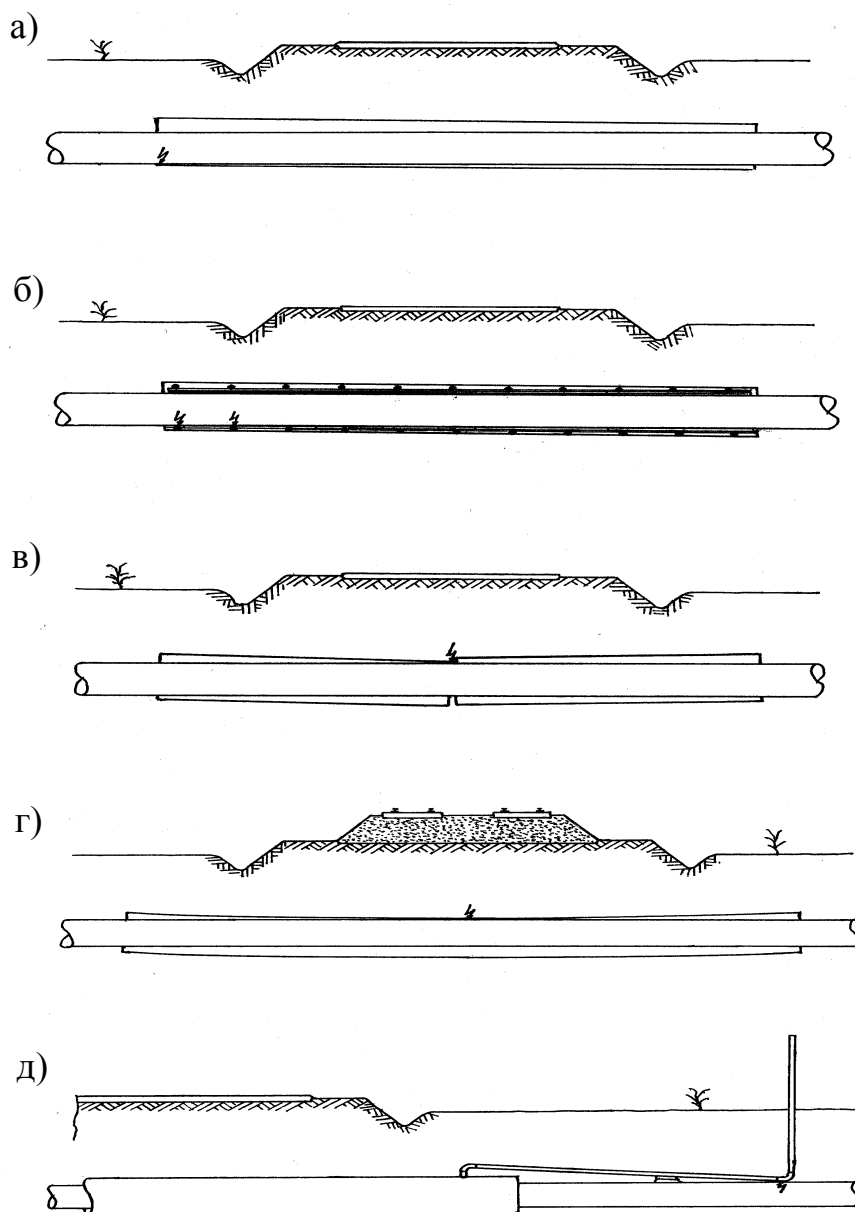


Рисунок 4 – Типичные неисправности переходов, вызывающие электрический контакт между трубой и патроном:

- а) нарушение соосности трубы и патрона при монтаже
- б) прогибание реечной футеровки и проседание трубы
- в) разрыв сварного соединения частей патрона
- г) деформация патрона в рыхлых грунтах
- д) замыкание трубопровода вытяжной свечи патрона с трубой газопровода в результате разрушения изолирующих прокладок

4. Виды электрических контактов между трубой и патроном и степень влияния их на коррозионное состояние перехода.

4.1. По характеру проводимости контакты «труба – патрон» в межтрубном пространстве можно разделить на два вида:

- металлические контакты (электронная проводимость);
- электролитические контакты (ионная проводимость).

4.2. Металлический контакт возникает при непосредственном соприкосновении трубы и патрона из-за взаимного их смещения или деформации патрона, или через попавшие внутрь патрона металлические предметы. Электролитический контакт возникает при нарушении уплотнения концов патрона и проникновения в межтрубное пространство грунтового электролита при наличии повреждения защитного покрытия трубы.

4.3. Металлические контакты при отсутствии электролита внутри патрона (надежном уплотнении концов патрона), и достаточной степени катодной защиты не оказывают влияния на коррозионное состояние перехода. Однако при проникновении в межтрубное пространство грунтового электролита или разжиженного грунта возникает опасность коррозии, т.к. труба полностью экранируется патроном и катодная защита поверхности трубы становится не эффективной (рисунок 5, кривая Б). Эта ситуация представляет особую опасность ввиду невозможности обеспечения контроля коррозионных процессов в межтрубном пространстве, т.к. отсутствует возможность измерения потенциала и оценки защищенности. Поскольку установить наличие электролита без вскрытия перехода представляет определенные трудности, металлические контакты подлежат устранению в любом случае. По этой же причине недопустимо соединять низкоомными перемычками ("накоротко") контрольные выводы от трубы и патрона между собой.

4.4. При электролитическом контакте между трубой и патроном ток катодной защиты натекает на внешнюю стенку патрона, стекает в электролит и натекает на трубу в местах повреждения защитного покрытия, осуществляя катодную защиту стенки трубы (рисунок 5, кривая А). Такие контакты не

представляют опасности, если не считать некоторой потери из-за коррозии внутренней поверхности патрона. В данном случае устранение контакта проводят при плановом ремонте.

5. Порядок проведения обследования переходов.

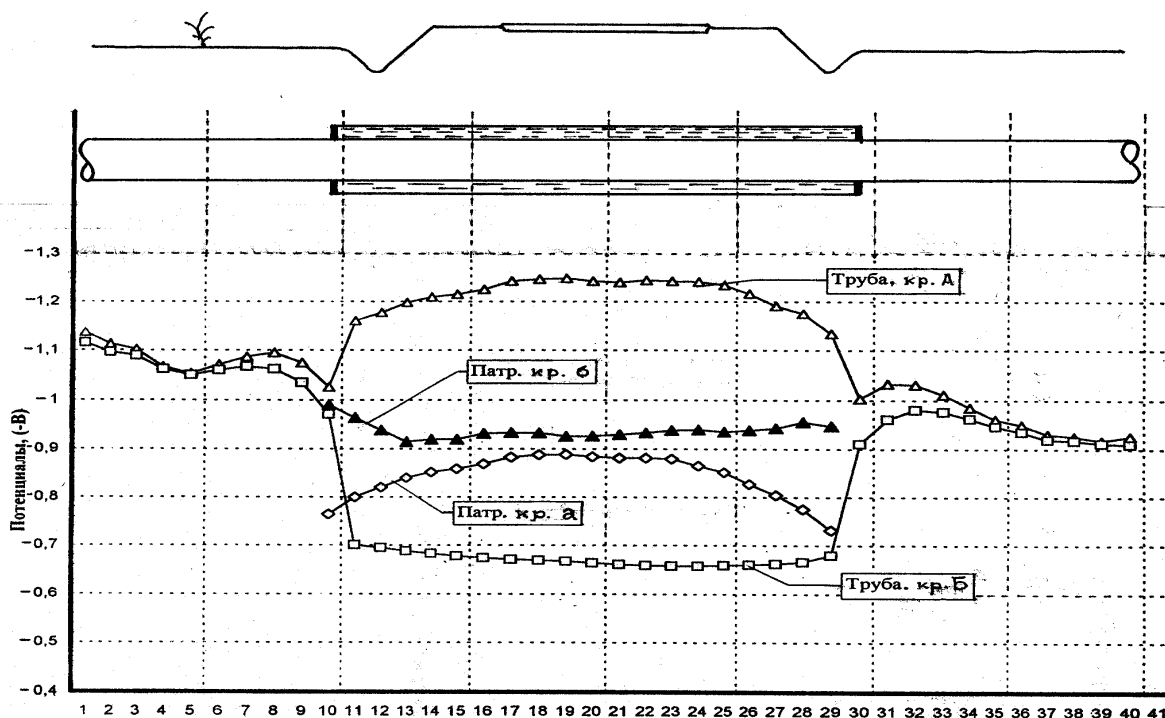


Рисунок 5 – Потенциал трубы и патрона при наличии электролита в межтрубном пространстве.

кривая «А» – потенциал трубы при электролитическом контакте

кривая «Б» - потенциал трубы при металлическом контакте

кривая «а» - потенциал наружной поверхности патрона при электролитическом контакте

кривая «б» - потенциал наружной поверхности патрона при металлическом контакте

5.1. Перед проведением обследования на местности анализируют проектную и эксплуатационную документацию перехода, схему защиты газопровода и патрона (если такая предусмотрена) и определяют следующие данные:

- название газопровода;
- места расположения перехода на газопроводе (км);
- диаметр трубы;

- толщина стенки трубы;
- диаметр патрона;
- толщина стенки патрона;
- длина патрона;
- наименование дороги.

5.2. Перед проведением электрических измерений на переходе выполняют следующие подготовительные работы:

- определяют привязку перехода к километражу дороги;
- определяют наличие контрольно-измерительных колонок, контрольных выводов и их маркировку;
- определяют положение патрона трассоискателем и закрепляют его колышками;
- отключают протекторы (если они имеются);
- на электрифицированной железной дороге определяют род тягового тока (переменный, постоянный).

5.3. Для определения наличия и вида контакта между трубой и патроном проводят комплекс электрометрических работ, включающий в себя:

- измерение потенциалов трубы и патрона;
- измерение сопротивления цепи «труба-патрон»;
- измерение силы тока, приложенного от источника постоянного тока напряжением 4...6 В к контрольным выводам от трубы и патрона;
- испытание состояния изоляции между трубой и патроном методом смещения потенциала трубы.

5.3.1. Измерение потенциалов трубы и патрона выполняют высокоомным вольтметром (мультиметры ПКО, 43313.1, Флюк-27 и т.п.) относительно медносульфатного электрода сравнения. При измерении потенциала трубы электрод располагают над осью трубы за пределами границ патрона, при измерении потенциала патрона - над осью патрона. При разнице между измеренными величинами более чем 0,3В считают, что электрический контакт

между трубой и патроном отсутствует. Если результаты измерений различаются незначительно (от 0,1 до 0,3В), что может свидетельствовать о наличии электролитического контакта, проводят следующий этап измерений.

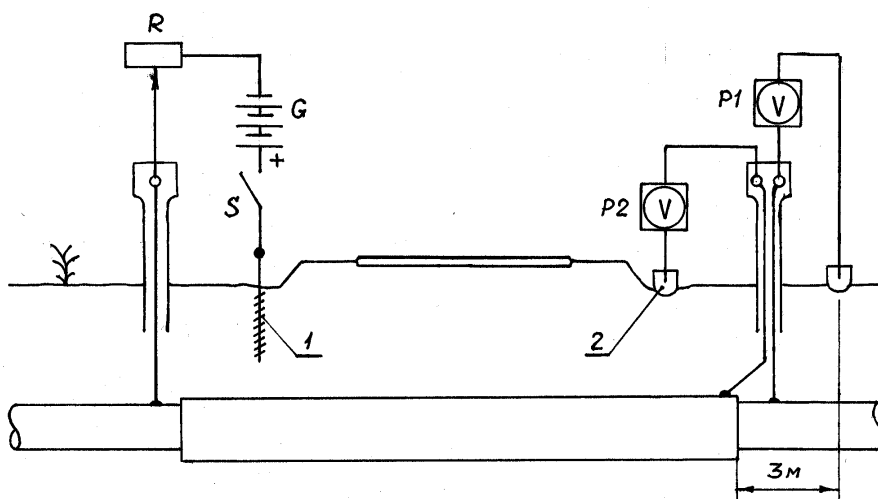
5.3.2. Измерение сопротивления цепи «труба-патрон» осуществляют прибором для измерения сопротивлений работающим на переменном токе (ИСЗ, Ф-4101, М-416, МЕТРАТЕР-2, МЕГГЕР ДЭТ и т.п.):

- величина измеренного сопротивления выше 1 Ом свидетельствует об отсутствии электрического контакта между трубой и патроном;
- если величина сопротивления находится в пределах от 0,25 Ом до 1 Ом – наличие электролитического контакта;
- если величина сопротивления менее 0,25 Ом - имеет место металлический контакт.

5.3.3. Для измерения силы тока между трубой и патроном используют амперметр с пределом измерения до 20 А, источник тока 4...6 В и реостат. Если при включении источника между выводами от трубы и патрона возникает ток величиной менее 0,1 А – металлический контакт отсутствует.

Металлический контакт существует, если при кратковременном замыкании источника тока с выводами от трубы и патрона сила тока достигает нескольких ампер.

5.3.4. Наиболее достоверные результаты дает испытание изоляции между трубой и патроном методом смещения потенциала трубы катодной поляризацией. Для реализации метода необходимо собрать электрическую схему изображенную на рисунке 6. В качестве источника тока может быть использована батарея аккумуляторов или генератор передвижной лаборатории «ЛКТСТ». Сопротивление реостата подбирается опытным путем. Временный анодный заземлитель, в качестве которого используют винтовой электрод из комплекта ЛКТСТ, ввинчивается в грунт над патроном у обочины дороги или у подножия насыпи. Электроды сравнения располагают на противоположном конце патрона, причем электрод для измерения разности потенциалов «патрон-земля» устанавливают над патроном у подножия насыпи, а электрод для



- 1 – временный анодный заземлитель,
 2 – медно-сульфатный электрод сравнения,
 G – источник постоянного тока, R – реостат, S – выключатель,
 P1 – вольтметр, регистрирующий потенциал патрона
 P2 – вольтметр, регистрирующий потенциал трубы

Рисунок 6 – Схема соединений при испытании изоляции «труба – патрон» методом смещения потенциала трубы

измерения разности потенциалов «труба-земля» - над трубой, не ближе трех метров от торца патрона. До включения тока измеряют и записывают разности потенциалов «труба-земля» и «патрон-земля». Далее включают источник тока и регулируют силу тока с помощью реостата таким образом, чтобы получить смещение потенциала трубы не менее, чем на 0,4 В в отрицательную сторону. После этого снова измеряют и записывают значения разности потенциалов «труба-земля» и «патрон-земля».

Для документальной регистрации результатов измерения целесообразно использовать самопишущие или регистрирующие вольтметры.

Наличие контакта между трубой и патроном и его характер определяют по изменению потенциала «патрона – земля» $U_{п-з}$:

- отсутствует электрический контакт – потенциал $U_{п-з}$ остается неизменным или отклоняется в положительную сторону;

- электролитический контакт – потенциал $U_{п-з}$ отклоняется в отрицательную сторону на незначительную величину (меньшую, чем потенциал «труба-земля»);
- металлический контакт – потенциал $U_{п-з}$ отклоняется в отрицательную сторону на величину отклонения потенциала «труба-земля».

5.4. Практически не всегда возникает необходимость проведения всего комплекса измерений при проведении обследования. Если первоначальные измерения дают однозначные, не вызывающие сомнения результаты, дальнейшие измерения можно не проводить.

6. Определение места металлического контакта.

6.1. Место расположения металлического контакта между трубой и патроном можно определить двумя способами:

- измерением сопротивления всего патрона (первый вариант) или участка трубы, находящегося в патроне (второй вариант) и сопротивления участка патрона или трубы до места металлического контакта;
- определением места затухания сигнала переменного тока низкой частоты от генератора, подключенного к выводам от трубы и патрона.

Первый способ можно реализовать только в том случае, если переход обустроен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51164-98, т.е. при наличии КИП на обоих концах патрона. Схемы двух вариантов электрических измерений при определении места контакта приведены на рисунках 7 и 8.

6.2. Первый вариант (рисунок 7-а). Батарею аккумуляторов через амперметр и реостат подключают к контрольным выводам на обоих концах патрона. С помощью милливольтметра измеряют величину падения напряжения на патроне и определяют сопротивление патрона:

$$R_{п} = \frac{\Delta U_{п}}{I}$$

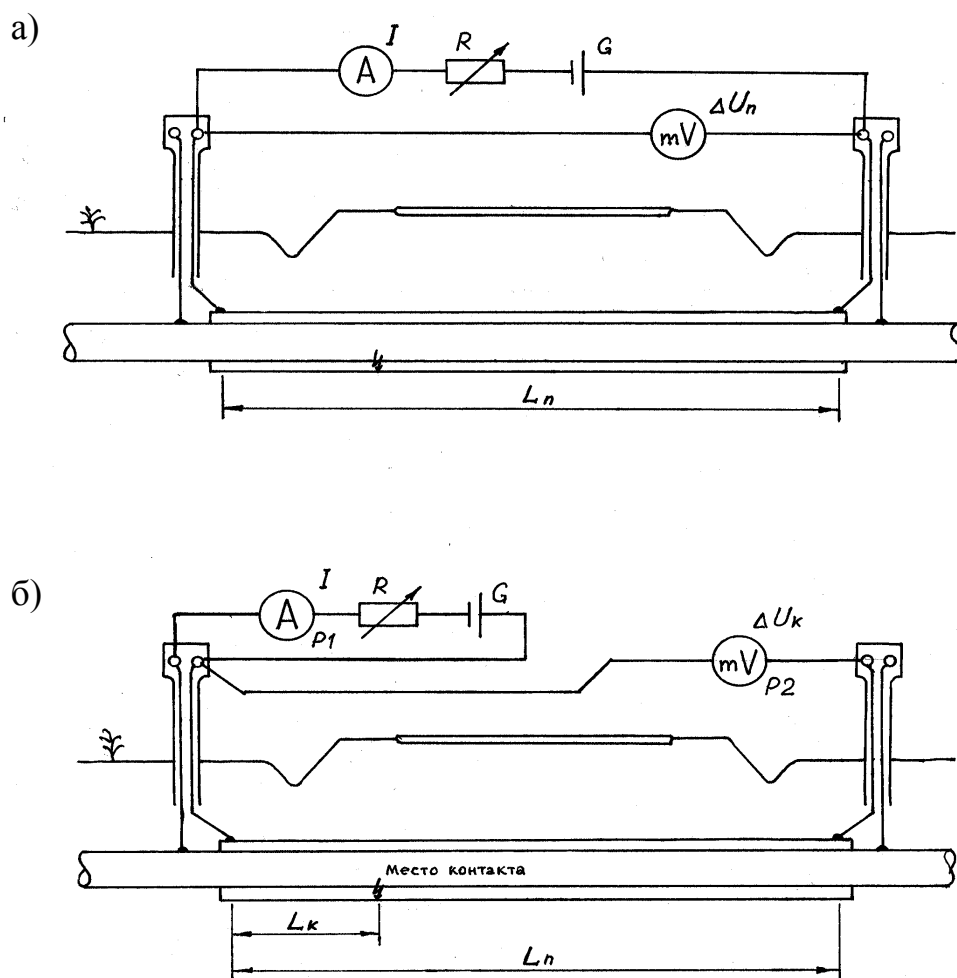


Рисунок 7 – Схема локализации места металлического контакта путем измерения сопротивления патрона:

а) определение продольного сопротивления патрона

б) определение места контакта

Измеряют расстояние между выводами от патрона, рассчитывают сопротивление одного метра трубы патрона:

$$R'_n = \frac{R_n}{L_n}.$$

6.2.1. Подключают источник тока к выводам от трубы и от патрона на одном конце перехода, измеряют величину падения напряжения (ΔU_k) на участке патрона между контрольным выводом и местом контакта, определяют сопротивление участка патрона до места контакта:

$$R_k = \frac{\Delta U_k}{I}.$$

и рассчитывают длину этого участка (рисунок 7-б):

$$L_k = \frac{R_k}{R'_n}.$$

6.2.2. Для большей достоверности повторяют измерения по п. 6.2.1., подключив источник тока к контрольным выводам на другом конце перехода.

6.3. Второй вариант (рисунок 8-а). Ток от батареи аккумуляторов через амперметр и реостат подключают к контрольным выводам от трубы на обоих концах перехода. С помощью милливольтметра измеряют величину падения напряжения в трубе на участке между контрольными выводами и определяют сопротивление этого участка трубы:

$$R_r = \frac{\Delta U_r}{I}.$$

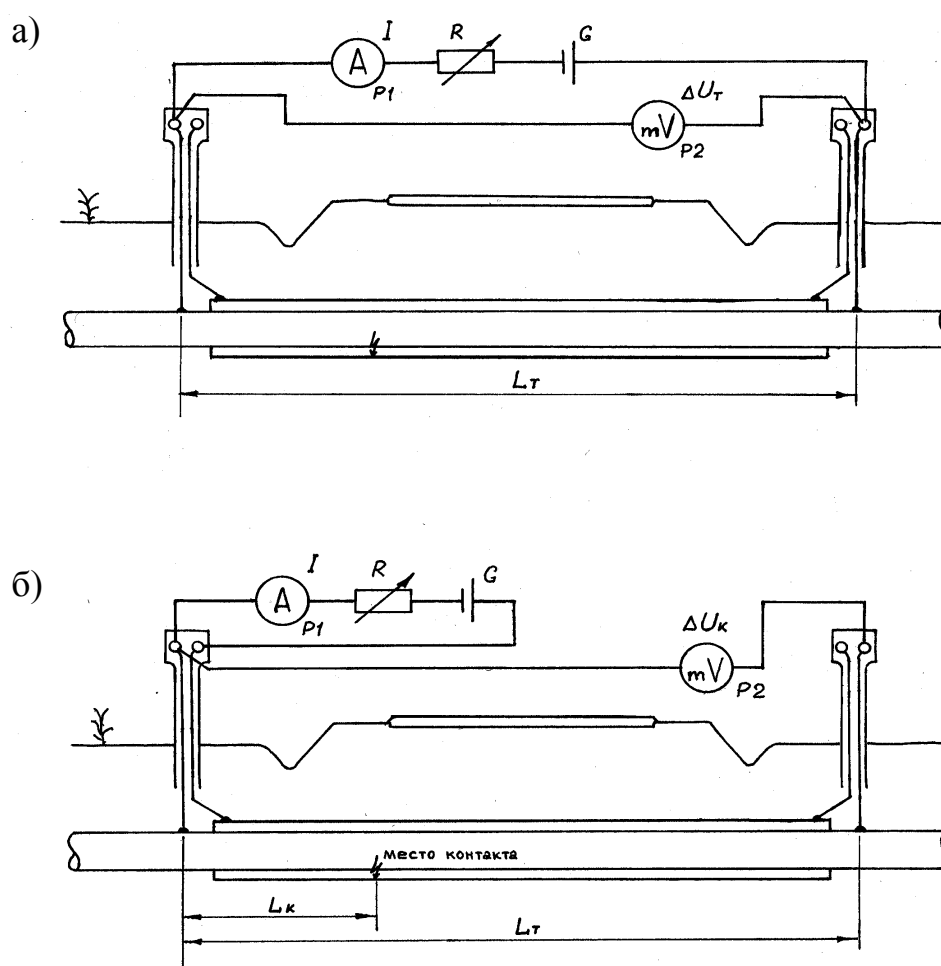


Рисунок 8 – Схема локализации места металлического контакта путем измерения сопротивления участка трубы:

- а) определение продольного сопротивления участка трубы
- б) определение места контакта

Измеряют протяженность этого участка и рассчитывают сопротивление одного метра трубы:

$$R'_T = \frac{R_T}{L_T}.$$

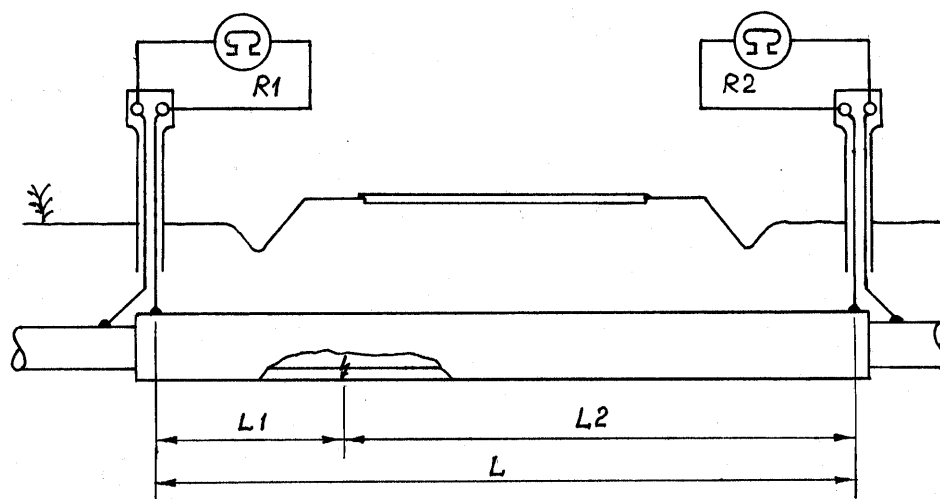
6.3.1. Подключают источник тока к выводам от трубы и от патрона на одном конце перехода, измеряют величину падения напряжения (ΔU_K) на участке трубы между контрольным выводом и местом контакта, определяют сопротивление этого участка трубы:

$$R_K = \frac{\Delta U_K}{I},$$

и рассчитывают длину этого участка (рисунок 8-б):

$$L_K = \frac{R_K}{R'_T}.$$

6.3.2. Повторяют измерения по п. 6.3.1., подключив источник тока к контрольным выводам на другом конце перехода.



L – длина патрона (между выводами), $L1$ – расстояние от одного конца до места контакта, $L2$ – расстояние от другого конца до места контакта, $R1$ – сопротивление «труба-патрон», измеренное на одном конце патрона, $R2$ – сопротивление «труба-патрон», измеренное на другом конце патрона

Рисунок 9 – Схема локализации места металлического контакта сравнением величин сопротивления между трубой и патроном, измеренных на разных концах патрона

6.4. Чтобы получить достаточно большую величину падения напряжения при проведении измерений по п.п. 6.2 и 6.3, сила испытательного тока должна составлять ≈ 10 А.

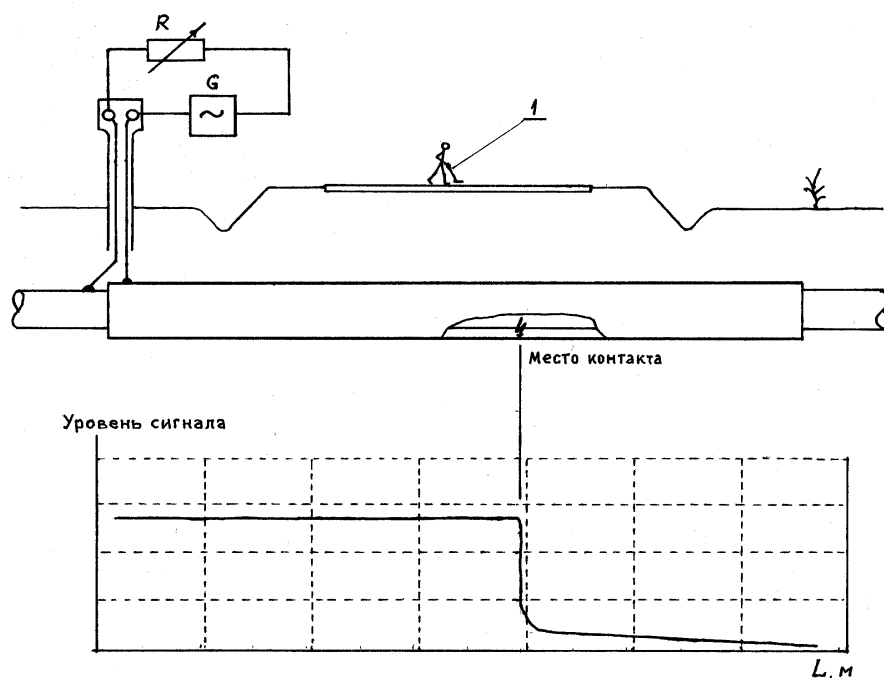
6.5. Ориентировочно местонахождение металлического контакта можно определить путем измерения сопротивления «труба-патрон» с обоих концов перехода (рисунок 9). Сопротивление измеряют прибором, позволяющим измерять малые величины сопротивления с точностью до 0,01 Ом. Расстояние до места контакта определяют по формуле:

$$L_1 = \frac{L \times R_1}{R_1 + R_2}$$

Этот способ локализации верен лишь при условии, что существует только один контакт. Наличие двух и более контактов делает такую локализацию невозможной.

6.6. Схема определения места металлического контакта между трубой и патроном по затуханию сигнала переменного тока показана на рисунке 10.

6.6.1. В качестве источника переменного тока низкой частоты можно



1 – приемник сигнала, G – генератор звуковой частоты, R – реостат

Рисунок 10 – Локализация места контакта по затуханию сигнала звуковой частоты

использовать генератор из комплекта трассоискателя или искателя повреждений изоляции трубы.

Генератор подключают к контрольным выводам от трубы и патрона через реостат. Двигаясь над осью газопровода, оператор фиксирует момент снижения уровня сигнала, которое происходит над местом металлического контакта.

6.6.2. При наличии КИП с обеих сторон перехода, повторяют поиск контакта, подключив генератор на другом конце патрона.

6.6.3. При применении второго способа целесообразно использовать комплект аппаратуры «Поиск-02», разработанный ГУП «Парсек».

6.7 Обследование участков газопровода, прилегающих к переходу

6.7.1 Обследование участков газопровода, прилегающих к переходу, проводят с применением известных методов, позволяющих определить потенциал без омической составляющей и локализовать места повреждений изоляции газопровода.

6.7.2 Протяженность участков, подлежащих обследованию, должна быть не менее 350 м в обе стороны от перехода.

6.7.3 Результаты измерений заносят в карточку проведения обследования перехода (см. Приложение).

7. Оформление результатов обследования.

7.1. Результаты обследования перехода газопровода через дорогу заносятся в карточку.

7.2. В карточку представляют следующие сведения:

- дата проведения работ;
- название эксплуатирующего предприятия;
- название газопровода;
- место перехода по километражу газопровода;
- название и вид дороги;
- место перехода по километражу дороги;

- диаметр трубы газопровода;
- диаметр патрона;
- длина патрона;
- глубина заложения;
- разность потенциалов «труба-земля»;
- разность потенциалов «патрон-земля»;
- сопротивление цепи «труба-патрон», измеренное прибором для измерения сопротивления заземлений;
- потенциал трубы и патрона до начала поляризации;
- потенциал трубы и патрона после включения тока поляризации;
- смещение потенциала патрона;
- заключение о том, есть электрический контакт между трубой и патроном или его нет;
- характер контакта (металлический, электролитический);
- наличие контрольно-измерительных колонок и их количество;
- состояние контрольных выводов;
- рекомендации (см. таблицу 1) по эксплуатации и/или ремонту перехода и системы ЭХЗ.

7.3. Карточка обследования дорожного перехода подписывается ответственным лицом, проводившим обследование с указанием его должности и фамилии.

7.4. По результатам проведенных обследований принимают решение по дальнейшей эксплуатации перехода и, при необходимости, ремонтируют переход.

Таблица 1

Металлический контакт	нет		есть	
	нет	есть	нет	есть
Электролит в межтрубном пространстве				

Коррозионная опасность	нет	невысокая (если ЭХЗ участка эффективна)	нет	сильная
Рекомендации	оценить ЭХЗ патрона (протектор)	плановый ремонт – удаление электролита	временное усиление ЭХЗ участка до планового ремонта	срочный ремонт – удаление контакта

8. Техника безопасности при проведении обследования дорожных переходов.

8.1. К работе по обследованию дорожных переходов допускаются лица, ознакомленные с данной инструкцией и прошедшие инструктаж по правилам техники безопасности.

8.2. Лица, выполняющие работу непосредственно на железной или автомобильной дороге, должны быть одеты в оранжевые сигнальные жилеты.

8.3. При проведении обследования переходов газопроводов под дорогами следует соблюдать правила по технике безопасности при работе на газопроводах и требования безопасности, предписанные для персонала, обслуживающего электроустановки напряжением до 1000 В.

8.4. Измерительные работы, проводимые в пределах проезжей части автодорог и полотна железной дороги должны выполнять не менее чем два лица, одно из которых следит за безопасностью работы и ведет наблюдение за движением транспорта. При появлении поезда и/или подачи машинистом локомотива звукового сигнала, следует немедленно освободить полотно железной дороги и отойти на безопасное расстояние.

8.5. Провода при прокладке через дорогу необходимо пропускать между шпал под подошвой рельсов.

ОТЧЕТ

о проведении обследования перехода газопровода под дорогой

ООО _____

_____ ЛПУ МГ (УМГ) Дата . . г.

Газопровод _____ Место _____ км

Дорога: автомобильная / железная _____ Место _____ км
(ненужное зачеркнуть).

Род тока тяги: постоянный ☐ переменный ☐

Глубина заложения _____ м до верха трубы

Количество КИП _____ Состояние КИП _____

1.	Диаметр трубы мм	Диаметр патрона мм
	Изоляция _____	Длина патрона м
2.	Удельное сопротивление грунта на глубине укладки трубы по обеим сторонам дороги в направлении километража г/п	
	1. , Ом·м	
	2. , Ом·м	
3.	Разность потенциалов "труба – земля":	
	1-КИП: , В	2-КИП: , В
	Разность потенциалов "патрон–земля": , В	
4.	Сопротивление цепи "труба - патрон" , Ом	
5.	Потенциал трубы до включения тока , В	
	после включения тока , В	
	Потенциал патрона до включения тока , В	
	после включения тока , В	
	Смещение потенциала патрона , В	
	Ток поляризации , А	
6.	Состояние изоляции между трубой и патроном: удовл. ☐ неуд. ☐	
	Вид контакта: металлический ☐ электролитический ☐	
7.	Потенциал трубы по обеим сторонам от дороги на расстоянии от патрона, -В	
	Метраж	м
	1 «труба – земля» поляризационный	
	2 «труба – земля» поляризационный	
8.	Выводы и рекомендации _____	

Производители работ: Подпись _____ Фамилия _____

Подпись _____ Фамилия _____

Представитель ЛПУ МГ: Подпись _____ Фамилия _____

