

Рекомендации

по работе с приборами «Универсал-911 М-М7» при поиске мест повреждений изоляции на газо- и нефтепроводах, продуктопроводах и аммиакопроводах. Поиск несанкционированных врезок.

1. Стальной трубопровод.

Магистральные трубопроводы выполнены из стальных труб. Методики, изложенные ниже справедливы для стальных трубопроводов. В настоящее время современные технологии для газопроводов среднего и низкого давления предлагают к использованию полиэтиленовые трубы. Поиск трассы и глубины залегания полиэтиленовых трубопроводов возможен только при наличии контрольного проводника.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СИГНАЛА ГЕНЕРАТОРА ПО ТРУБОПРОВОДУ

Сигнал генератора лучше всего распространяется по стальному трубопроводу, т.к. сталь является идеальным проводником электрического тока. Сигнал генератора протекает по цепи генератор-трубопровод-земля-генератор.

Между трубопроводом и землей существует два вида проводимости сигнала, активная и емкостная.

Активная проводимость сигнала происходит за счет контакта между металлической трубой и грунтом через влагу в местах повреждения изоляции. Чем больше место повреждения и самих мест повреждений, тем меньше сопротивление между трубопроводом и грунтом (землей).

На практике полное сопротивление для трубопроводов с хорошей изоляцией составляет 500 или 1000 Ом, для трубопроводов без изоляции (водопровод) или плохой изоляции 50-100 Ом.

Если трубопровод проложен под водой, согласование генератора в зависимости от солености воды и грунта и наличия мест повреждения изоляции может быть на пределе $2,5 \div 25$ Ом.

Емкостная проводимость сигнала происходит за счет емкости между трубой и землей. На высоких частотах сигнал генератора по цепи трубопровод – земля через емкость образует цепь для протекания тока сигнала генератора.

Емкость между трубопроводом и землей тем больше, чем больше диаметр трубы и длина самого трубопровода.

Чем больше диаметр трубы, тем больше будет емкость, и тем лучше будет приниматься сигнал на трассе, но по мере удаления от генератора на несколько километров сигнал падает за счет емкостных потерь наряду с активными потерями сигнала в местах повреждения изоляции.

Чем ниже частота генератора, тем меньше будут емкостные потери и, соответственно дальше сигнал генератора будет распространяться по трассе трубопровода. Низкие частоты предпочтительно применять в тех случаях, когда нет возможности переподключить генератор из-за отсутствия КИК через каждые

2-3 км или в случаях большого количества мест повреждения изоляции, где потери сигнала на каждом месте повреждения ограничивают распространение сигнала, как правило на водных переходах или на старых трубопроводах.

Генераторы Г-120/3 и Г-500 имеют три рабочие кварцованные частоты 477, 1177 и 8475 Гц. Частота 477 Гц рекомендуется для дальнего распространения сигнала. Кроме меньших емкостных потерь, применение частоты 477 Гц предпочтительно в случаях выполнения работ вблизи железных дорог, так как значительные помехи оказывают большее влияние на частоту 1177 Гц.

Частота 1177 Гц наиболее привычна для слуха человека и применяется в большинстве рядовых случаях: при трассировке и определении глубины залегания основного трубопровода, а также при определении мест повреждений изоляции.

Частота 8475 Гц применяется при поисках отводов, при поисках трубопроводов в условиях большой насыщенности коммуникаций, а также поиске коммуникаций в условиях глубокого промерзания грунтов.

Отводы от основного трубопровода имеют небольшую емкость, пропорциональную длине и диаметру. Услышать сигнал генератора на частоте 477 или 1177 Гц удастся не всегда. Кроме того, в условиях промерзания грунтов, когда в местах повреждения изоляции вместо влаги образуется лед, и как следствие отсутствует контакт между трубой и грунтом, а соответственно и активная проводимость, определить трассу и глубину залегания можно только за счет емкостной составляющей на частоте 8475 Гц. Однако распространение сигнала частотой 8475 Гц по длине трубопровода меньше, чем 1177 Гц и еще меньше, чем 477 Гц. Это объясняется емкостными потерями.

Выход генератора подключают одним концом к трубопроводу, другим на землю, используя штырь заземления, см. рис.1.

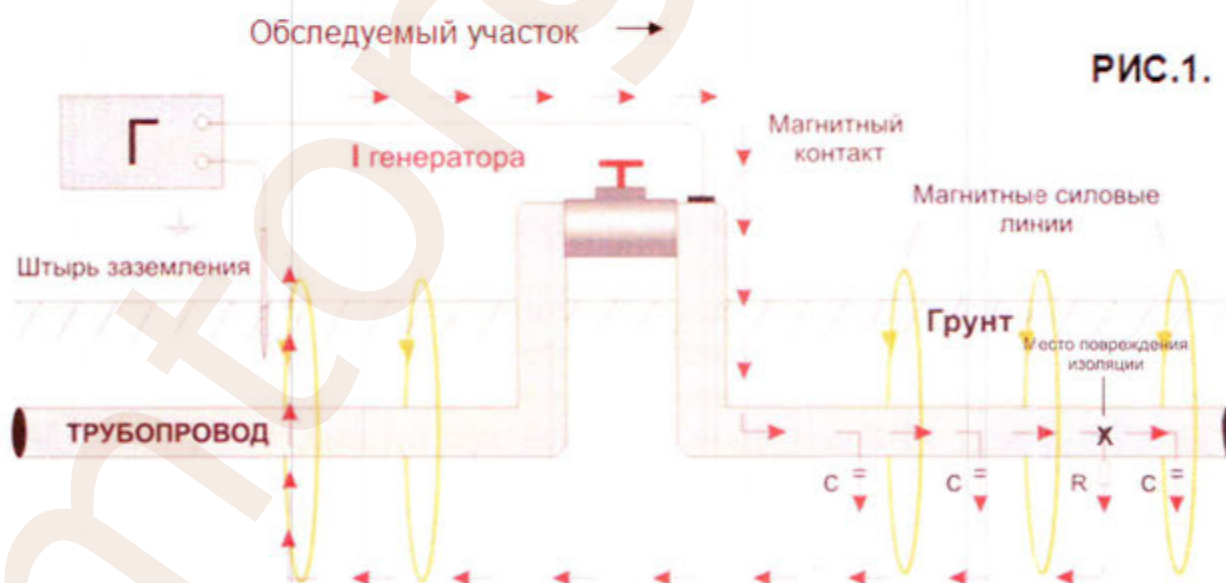


Рис.1 Схема подключения генератора к стальному трубопроводу

Подключение к трубопроводу производят, используя магнитный контакт, при этом предварительно место подключения очищают от ржавчины грубым напильником. Штырь заземления относят в сторону от трассы трубопровода на расстояние не менее 6-10 метров, перпендикулярно линии трассы и заглубляют не менее 0,4-0,5 метра. Место выбирают наиболее влажное.

При выборе места подключения к стальному трубопроводу нельзя подключаться к фланцам или вентилям. Фланцы и вентили соединены с трубопроводом через резиновые уплотнительные прокладки и стянуты болтами. Болты ржавеют и потому 100% контакта через ржавое болтовое соединение, как правило, нет.

Место для подключения магнитного контакта генератора выбирают на прямом участке трубопровода в том направлении, где предполагается производство работ.

Подготовку генератора к работе производят по методике, см. раздел «Обнаружение трассы прокладки и глубины залегания при помощи генератора». Руководство по эксплуатации.

Включите питание генератора. Длительность импульсов - непрерывный. Произведите согласование генератора с сопротивлением трубопровода. Согласование должно быть на пределе 50 Ом для влажных грунтов или на пределе 100 - 500 Ом для сухих грунтов, например в летнее время. Если такое согласование получить не удастся, увлажните грунт в месте установки штыря заземления. Для этого, сначала выключите генератор. Вытащите штырь из грунта. В образовавшееся отверстие залейте воду. Лучше, если эта вода будет соленой (на 1,5-2 литра воды необходимо 1 столовая ложка поваренной соли). Это необходимо делать и в тех случаях, если работа с генератором предполагается более 20-30 минут. Земля вокруг штыря заземления высыхает, контакт между штырем и землей ухудшается, из-за чего происходит потеря полезного сигнала. Если и эта операция не дала результата, проверьте контакт на трубопроводе. Возможно, сместился магнитный контакт.

Нельзя устанавливать штырь заземления в той стороне трубопровода, где проходит параллельная коммуникация. Перенесите штырь на другую сторону трубопровода. Наличие параллельных коммуникаций уточняют по картам и проверяют приемником на широкой полосе. Параллельно расположенная коммуникация значительную часть сигнала генератора будет забирать на себя, кроме того, сигнал над ней может быть практически таким же, как и над нашим трубопроводом, что затрудняет точное определение трассы трубопровода. Если же нет возможности перенести штырь заземления на другую сторону, необходимо уменьшить мощность генератора и тем самым исключить работу приемника в режиме перегрузки входных каскадов. В этом случае сигнал над параллельной коммуникацией всегда будет меньше, чем над той к которой подключен генератор.

При работе на сухих грунтах, например, песок или в жаркую погоду, вместо одного штыря заземления желательно установить несколько, 3-5 шт., расположенных на одной линии перпендикулярно трассе трубопровода.

Расстояние между штырями должно быть 3-5 метра. Штыри заземления соединяют последовательно между собой проводом сечением не менее 1,5 кв.мм.

При подключении проводов штыря заземления и магнитного контакта к крокодилам шнура выхода генератора, нельзя подключаться к подвижной части крокодила. Подвижная часть крокодила не имеет 100% контакта и на ней могут быть значительные потери сигнала. Правильным считается, если зачищенный от изоляции провод 3-5 витками плотно обернуть вокруг неподвижной части и хорошо прижать затем подвижной. Крокодил, подключенный к магнитному контакту не должен лежать на грунте или соприкасаться с ним. Это может вызвать потери полезного сигнала генератора. Рекомендуются крокодил прицепить к одному из барашков ящика для переноски и хранения прибора.

В зимнее время штырь заземления необходимо заглубить глубже слоя промерзания. Заглубить штырь в промерзлый грунт задача не из легких. Вбить его с помощью молотка удастся не всегда. Поэтому в арсенале надо иметь электрическую, ручную дрель или коловорот и сверло с победитовым наконечником диаметром 10 мм длиной 0,7-0,8 метра. При сверловке грунта обращайте внимание, где заканчивается граница между льдом и нормальным грунтом. Сверловку заканчивают. Образовавшееся отверстие обильно заливают водой, штырь заземления заглубляют в грунт. Для северных районов промерзание грунта может быть более 0,7 метра. В этом случае необходимо иметь сверло большей длины, например 1-1,2 метра, соответственно и штырь заземления должен быть большей длины. Итак, вы добились согласования 50 или 100-500 Ом.

ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИЕМНИКОВ УНИВЕРСАЛ 911 М-М8

Принцип работы приёмников основан на приёме электромагнитных волн, создаваемых генератором вокруг трубопроводов и кабелей, либо наведенной ЭДС промышленных частот 50, 100 или 400 Гц.

В зависимости от поставленных задач приемники выпускаются нескольких видов модификаций.

Общим для всех приемников является наличие магнитной и электрической антенн.

Отличием является наличие одной или трёх рабочих частот, а также по какому принципу построен прием сигнала. Все приемники, кроме модификации Универсал-911М4 работают по одноканальной схеме, то есть на вход подаётся сигнал с магнитной антенны либо с электрической или штырей. Выбор сигнала осуществляется оператором с помощью переключателя.

Приёмник Универсал-911 М4 построен по двух-канальной схеме и принимает одновременно сигнал генератора на магнитную и электрическую антенну (или штыри). Двухканальная схема ускоряет работу оператора при диагностических и поисковых работах.

Для работы на штырях приёмники, по отдельной заявке, комплектуются дюралюминиевыми штангами (модификации М2 – М8).

Модификация Универсал-911М предусматривает совместное конструктивное расположение приемника на штанге. В остальных модификациях приёмник и штанга выполнены отдельно.

Все приёмники работают в пассивном (без генератора) режиме на широкой полосе частот от 20 Гц до 30 кГц.

Модификации Универсал-911М8 и Универсал-911М5 имеют дополнительную функцию металлоискателя для отыскания колодцев и крышек люков. Все модификации могут работать с акустическими датчиками в режиме течеискателя.

Модификация Универсал-911М7 имеет канал генератора акустики (используется в электротехнических передвижных лабораториях).

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИЁМНИКОВ ПРИВЕДЕНЫ В ТАБЛИЦЕ

Наименование	Приёмник Универсал- 911 М	Приёмник Универсал- 911 М2	Приёмник Универсал- 911 М3	Приёмник Универсал- 911 М4	Приёмник Универсал- 911 М5	Приёмник Универсал- 911 М6	Приёмник Универсал- 911 М7	Приёмник Универсал- 911 М8
№	1	2	3	4	5	6	7	8
U пит., В	9,6 (приёмник) и 9,0 (цифровая индикация)	12 (приёмник) 8,6 (цифровая индикация)	12 (приёмник) 9 (цифровая индикация)	12 (приёмник) 8,6 (цифровая индикация)	12 (приёмник) 8,6 (цифровая индикация)	12 (приёмник) 8,6 (цифровая индикация)	12 (приёмник) 8,6 (цифровая индикация)	12 (приёмник) 8,6 (цифровая индикация)
Рабочая частота, Гц	1177 20 - 30000	1177 20 - 30000	1177 20 - 30000	1177 20 - 30000	1177 20-30000	477, 1177, 8475 20 - 30000	477, 1177, 8475 20-30000	1177 20-30000
Чувствительность, мкВ	0,2 (для МА) 0,05 (для ЭА)	0,2 (для МА) 0,05 (для ЭА)	0,2 (для МА) 0,05 (для ЭА)	0,2 (для МА) 0,05 (для ЭА)	0,2 (для МА) 0,05 (для ЭА)	0,2 (для МА) 0,05 (для ЭА)	0,2 (для МА) 0,05 (для ЭА)	0,2 (для МА) 0,05 (для ЭА)
Полоса пропуск. По уровню 0,7	5 Гц	5 Гц	5 Гц	5 Гц	5 Гц	1 Гц, 5 Гц, 30 Гц	1 Гц, 5 Гц, 30 Гц	5 Гц
Ослабление помех 50 и 100 Гц, Дб	85	85	85	85	85	85	85	85
Определение мест понижения изоляции, мОм	0-7	0-7	0-7	0-7	0-7	0-7	0-7	0-7
Обнаружение трасс на глубинах, м	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30
Точность определения трасс и глубины залегания, см	2-10	2-10	2-10	2-10	2-10	2-10	2-10	2-10
Обнаружения утечек жидкостей на глубинах, м	0-6	0-6	0-6	0-6	0-6	0-6	0-6	0-6
Частота работы геомикрофонов, Гц	60-1300 (для жидкостей) 3000-30000 (для воздуха или газа)	60-1800 (для жидкостей) 3000-30000 (для воздуха или газа)	60-1800 (для жидкостей) 3000-30000 (для воздуха или газа)	60-1800 (для жидкостей) 3000-30000 (для воздуха или газа)	60-1800 (для жидкостей) 3000-30000 (для воздуха или газа)	60-1800 (для жидкостей) 3000-30000 (для воздуха или газа)	60-1800 (для жидкостей) 3000-30000 (для воздуха или газа)	60-1800 (для жидкостей) 3000-30000 (для воздуха или газа)
Потребляемый ток, мА	20÷30	20÷30	20÷30	20÷30	20÷30	20÷30	20÷30	20÷30
Автономность работы,	40	70	70	70	70	70	70	70

час								
№	1	2	3	4	5	6	7	8
Индукционный метод	+	+	+	+	+	+	+	+
Штыревой метод	+	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке
Электрическая антенна	+	+	+	+	+	+	+	+
Акустический метод	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке
Металлоискатель	+	-	-	-	+	-	-	-
Звуковая индикация	+	+	+	+	+	+	+	+
Цифровая индикация	+	+	+	+	+	+	+	+
Стрелочная индикация	+	+	+	+	+	+	+	+
Наличие рабочих каналов	1	1	1	2	1	1	1	1
Канал генератора акустики	-	-	-	-	-	-	+	-
Приёмник расположен на штанге	+	-	-	-	-	-	-	-
Приёмник в отдельном корпусе	-	+	+	+	+	+	+	+
Накладная рамка	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке	по отд. заявке
Вес, кг	1	1	1	1	1	1	1	1
Габариты, см	10x2,5x75	18,5x13,5x4,5	18,5x13,5x4,5	18,5x13,5x4,5	18,5x13,5x4,5	18,5x13,5x4,5	18,5x13,5x4,5	18,5x13,5x4,5

Магнитной антенной определяют:

- линию трассы по максимуму и по минимуму;
- глубину залегания методом треугольника (метод 45 град.)
- отводы от основного трубопровода;
- несанкционированные врезки или подключения на трубопроводе или кабеле.

Электрической антенной определяют:

- места повреждений изоляции продольным или поперечным методом, где через контакт труба-земля через влагу образовалась проводимость электрического сигнала;
- несанкционированные изолированные и неизолированные врезки.

Штыревым методом определяют:

- места повреждений изоляции продольным или поперечным методом, где через контакт труба-земля через влагу образовалась проводимость электрического сигнала.
- несанкционированные неизолированные врезки.

Примечание: штыревой метод можно применить только на рыхлых грунтах. На пересечениях с дорогами и твёрдыми покрытиями использовать штыревой метод возможно только при условии заглубления дополнительных стальных колышков в мягкий грунт.

Акустическим методом определяют:

- утечки жидкостей, воздуха и газов используя принцип измерения уровня шумов на поверхности земли, где проложен трубопровод по наибольшим уровням шума в месте повреждений;
- плотность закрытия задвижек по уровню шума до задвижки и после, чтобы исключить потери транспортируемого вещества;
- есть ли движение по трубопроводу транспортируемого вещества при установке акустического датчика непосредственно на трубопровод.

Металлоискателем определяют:

- колодцы и крышки люков, засыпанные грунтом, снегом или закатанные под асфальтом. Металлоискатель выполнен по схеме биения частот кварцованного генератора и перестраиваемым генератором с поисковой рамкой.

Определение трассы трубопровода по «максимуму»

Этот способ называют определением линии трассы по «максимуму», т.е. по наибольшему сигналу. Двигайтесь от места подключения генератора по трассе трубопровода. Точно над трубопроводом сигнал будет наибольшим, см. рис.2. Величину сигнала на приемнике отмечают тремя видами индикации - звуковая на головные телефоны; цифровая по цифровому индикатору и стрелочная.

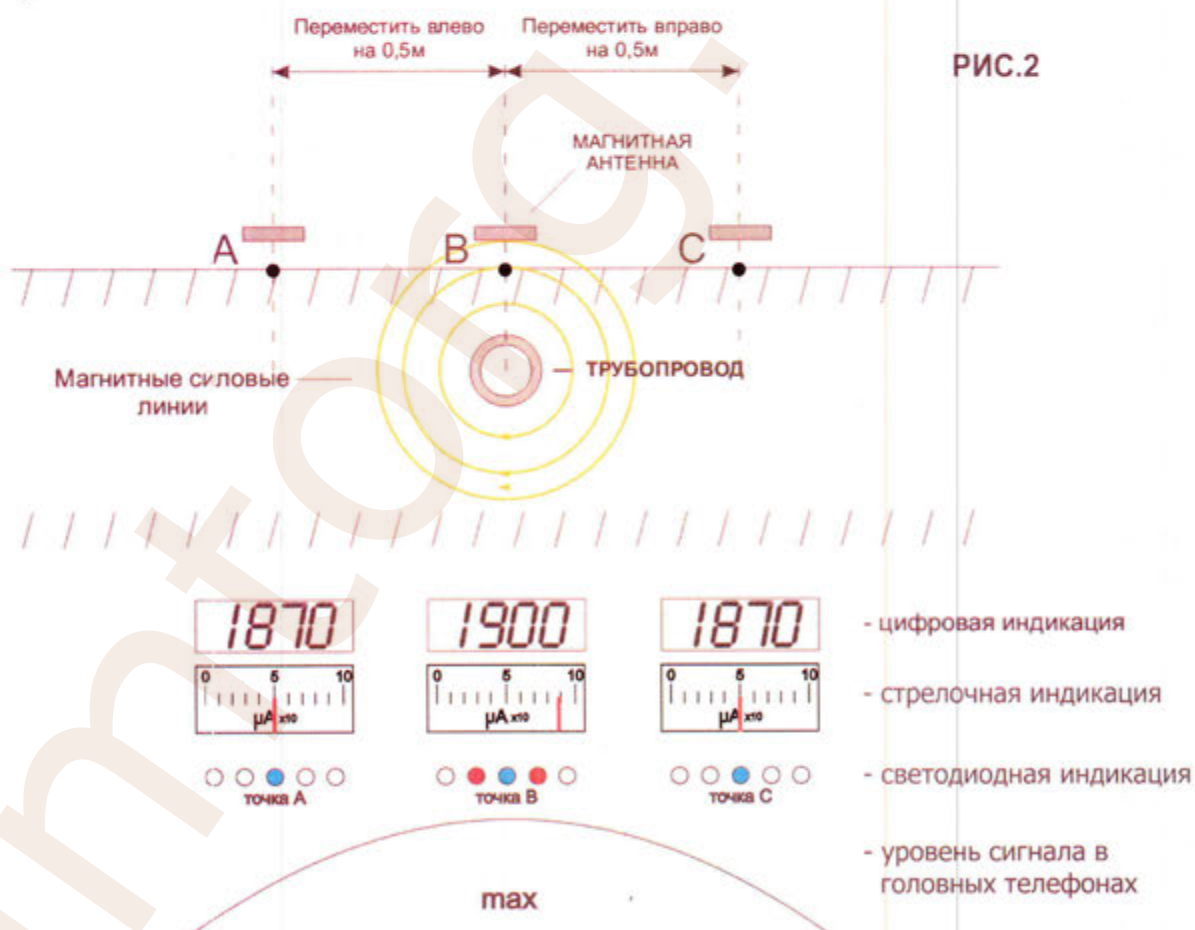


Рис.2 Определение трассы трубопровода по «максимуму»

Громкость в головных телефонах устанавливают, как правило, не более 30 - 50% от максимальной, этого достаточно для контроля звукового сигнала.

Снимать наушники, держа их в руке, и громкость делать при этом максимальной не рекомендуется, потому что питания от аккумуляторов без подзарядки будет хватать примерно в два раза меньше. Цифровой индикатор показывает реальный уровень сигнала над трубопроводом. Весь динамический уровень сигнала, принимаемый приемником, регистрируется на шкале от 0 до 2000 относительных единиц (чтобы не происходило переполнения при самых мощных сигналах, верхнее значение устанавливается предприятием - изготовителем на уровне 1950 ± 10 ед.).

Стрелочный индикатор при точном определении линии трассы по «максимуму» не используют, т.к. стрелка при смещении магнитной антенны влево - вправо на ± 30 см практически не отклоняется, а по цифровому индикатору уровень сигнала изменяется на 5-10 единиц. Поэтому стрелочный индикатор используется только для грубого, с погрешностью 0,5 м, определения линии трассы по «максимуму» сигнала. Положение стрелки устанавливают потенциометром ЧУВСТВИТ. ИНДИКАТОРА для удобства примерно на 80-90% всей шкалы.

Если Вы не знаете линию трассы:

1. Визуально постарайтесь увидеть другие колодцы. Как правило, трубопроводы через определенное расстояние имеют технологические колодцы.
2. Расспросите знающих людей. Как правило, должны быть схемы расположения подземных трубопроводов. Если это вблизи частного сектора, расспросите у бабушек или дедушек. Они знают лучше других.
3. Если Вы недавно работаете с прибором, не стесняйтесь заявить, что опыт работы с прибором у Вас небольшой. Вы не знаете всех возможностей прибора. На звание «Лучший поисковик» Вы не претендуете. Поэтому лишняя подсказка, где поворачивает трубопровод, или где от основной ветки идут отводы будет на пользу всем. Вы сможете остановиться и увидеть, как регистрирует прибор эти моменты.

Перед началом поиска Вы должны знать направление укладки трубопровода с точностью ± 5 метров.

На рис.2 показаны положение магнитной антенны над трубопроводом и диаграмма сигналов на все виды индикации.

При точном расположении магнитной антенны над осью трубопровода, сигнал принимаемый приемником наибольший. При смещении от оси влево - вправо на 0,5 метра сигнал ослабляется незначительно. Это видно по показаниям цифровой и стрелочной индикации. В телефонах сигнал над осью наибольший.

При смещении от оси влево - вправо на 0,5 м сигнал громкость изменяется примерно на 5%, и услышать это изменение в телефонах можно не всегда.

ВЫВОД: Для точного определения линии трассы по «максимуму» необходимо

использовать цифровую индикацию. Зона растекания сигнала по обе стороны от линии трассы зависит от мощности генератора и чувствительности приёмника. Поэтому достаточно загрузить чувствительность приёмника тумблером ОСЛАБЛЕНИЕ 1:1 – 1:10 и поставить его в положении 1:10. Необходимо помнить, что уменьшение мощности генератора переключателем СОГЛАСОВАНИЕ С НАГРУЗКОЙ также сужает зону поиска линии трассы, для этого установите его на несколько щелчков против часовой стрелки.

Достоинства и положительные стороны метода определения по «максимуму».

Включив приемник на магнитную антенну и не зная где и как проходит коммуникация, всегда магнитную антенну устанавливают горизонтально поверхности земли. Обследуют квадрат или прямоугольник на искомом участке по периметру, при этом антенну держат перед собой вдоль линии периметра, см. рис.3.

Двигаясь параллельно трубопроводу, найдите такое положение магнитной антенны, при котором сигнал генератора в наушниках не слышен, а стрелочный и цифровой индикатор показывали min значения. Для этого антенну подворачивают вправо-влево на угол $\pm 45^\circ$. Делать это надо медленно, чтобы сигнал был минимальным.

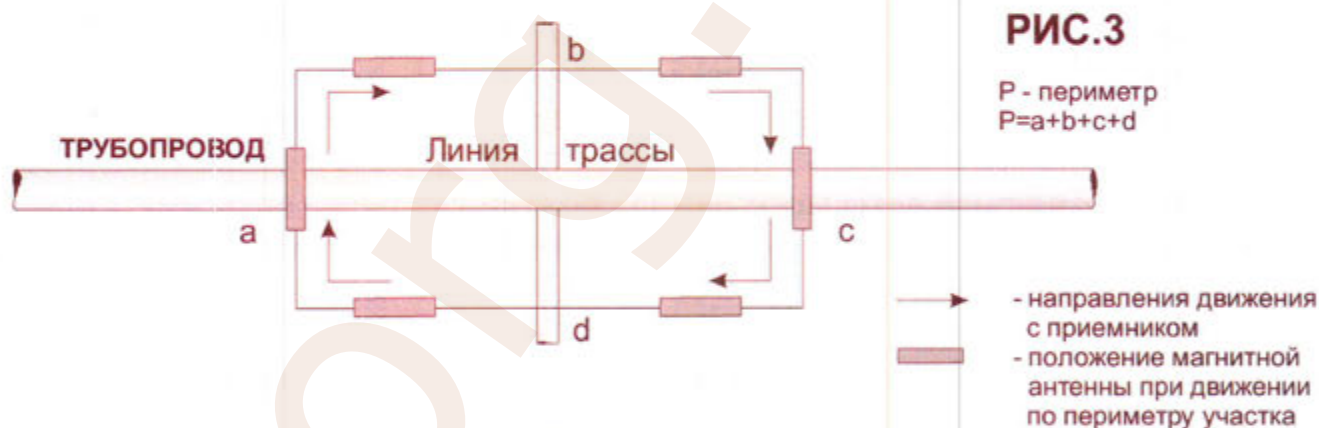


Рис. 3 Определение коммуникаций на обследуемом участке по периметру

Если на обследуемом участке имеется коммуникация, то пересечение ее магнитной антенной должно быть как минимум 2 раза на стороне **a** и стороне **c**. Если от основной коммуникации имеются отводы, которые пересекают сторону **b** или **d**, магнитная антенна покажет эти отводы.

При слабых сигналах, только метод по «максимуму» способен определить линию трассы трубопровода, или отводы, при этом очень важно правильно выбрать рабочую частоту приёмника и генератора.

Отводы от основного трубопровода не всегда определяются магнитной антенной на частотах 477 и 1177 Гц из-за своей короткой длины или хорошей изоляции. В случаях, когда отводы имеют хорошую наружную изоляцию и контакт с землей отсутствует, а их длина составляет от доли до нескольких метров, ток генератора на низких частотах 477 и 1177 Гц по ним практически

не протекает, активная составляющая в цепи нагрузки отсутствует. Для того, чтобы услышать такой отвод, необходимо использовать более высокие частоты, например 8475 Гц. За счет небольшой емкости трубы по отношению к земле, сигнал генератора будет распространяться даже по самым коротким отводам.

Другой способ определения отводов - поставьте генератор непосредственно на него, со стороны потребителя. В этом случае отвод хорошо определяется и на частоте 1177 Гц.

В зимнее время, при очень сильных морозах, а также в отдаленных северных районах промерзание грунта может превысить глубину залегания трубопровода. Промерзлый грунт плохо проводит электрический ток генератора, активная составляющая которого распространяется по цепи труба - земля за счет контакта между местами повреждения изоляции трубопровода и грунтом. Из-за этого дальность распространения сигнала может уменьшиться в несколько раз на низких частотах (477, 1177 Гц).

Так как трубопровод представляет из себя ёмкость по отношению к земле, за счет емкостного тока генератора сигнал по нему более уверенно распространяется на высоких частотах. В этом случае прибегают к применению более высокой частоты генератора - это частота 8475 Гц, которая имеется у прибора модификации «Универсал-911М-6» и «Универсал-911-М-7».

При параллельно расположенных трубопроводах, например прямая и обратка теплосетей, происходит наложение полей друг на друга. И если расстояние между трубопроводами меньше глубины их залегания, метод по «максимуму» - единственный точный и возможный. В случаях близкого расположения трубопроводов между собой рекомендуется использовать частоту 8475 Гц для точного определения линии трассы и глубины залегания.

Единственный недостаток метода по «максимуму» - более длительный по времени, примерно в 2 раза, метод определения линии трассы по сравнению с методом по «минимуму».

Определение линии трассы по «минимуму» сигнала.

Магнитную антенну располагают вертикально и перпендикулярно к поверхности земли см. рис.4. При приближении к линии трассы сигнал в телефонах возрастает. Перемещая антенну по нарастающему сигналу, находят такое положение магнитной антенны, при котором сигнал в телефонах резко пропадает над линией трассы и снова появляется через 1-5 см за ней. Место пропадания сигнала и будет соответствовать линии трассы.

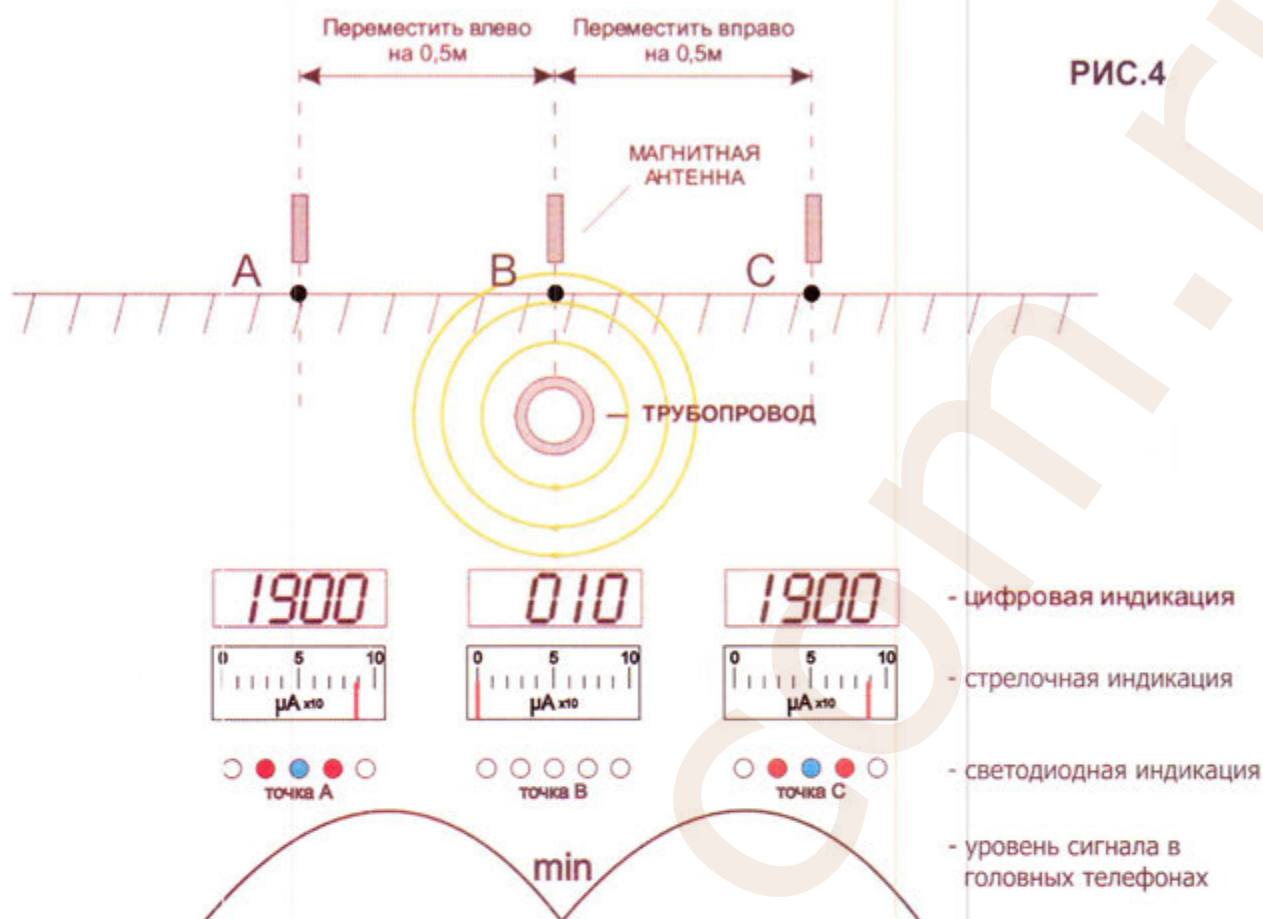


Рис.4 Определение трассы трубопровода по «минимуму»

Обнаружение линии трассы по «минимуму» возможно только в случае, если уровень принимаемого сигнала достаточный для определения четкого минимума.

Недостаток метода по «минимуму»

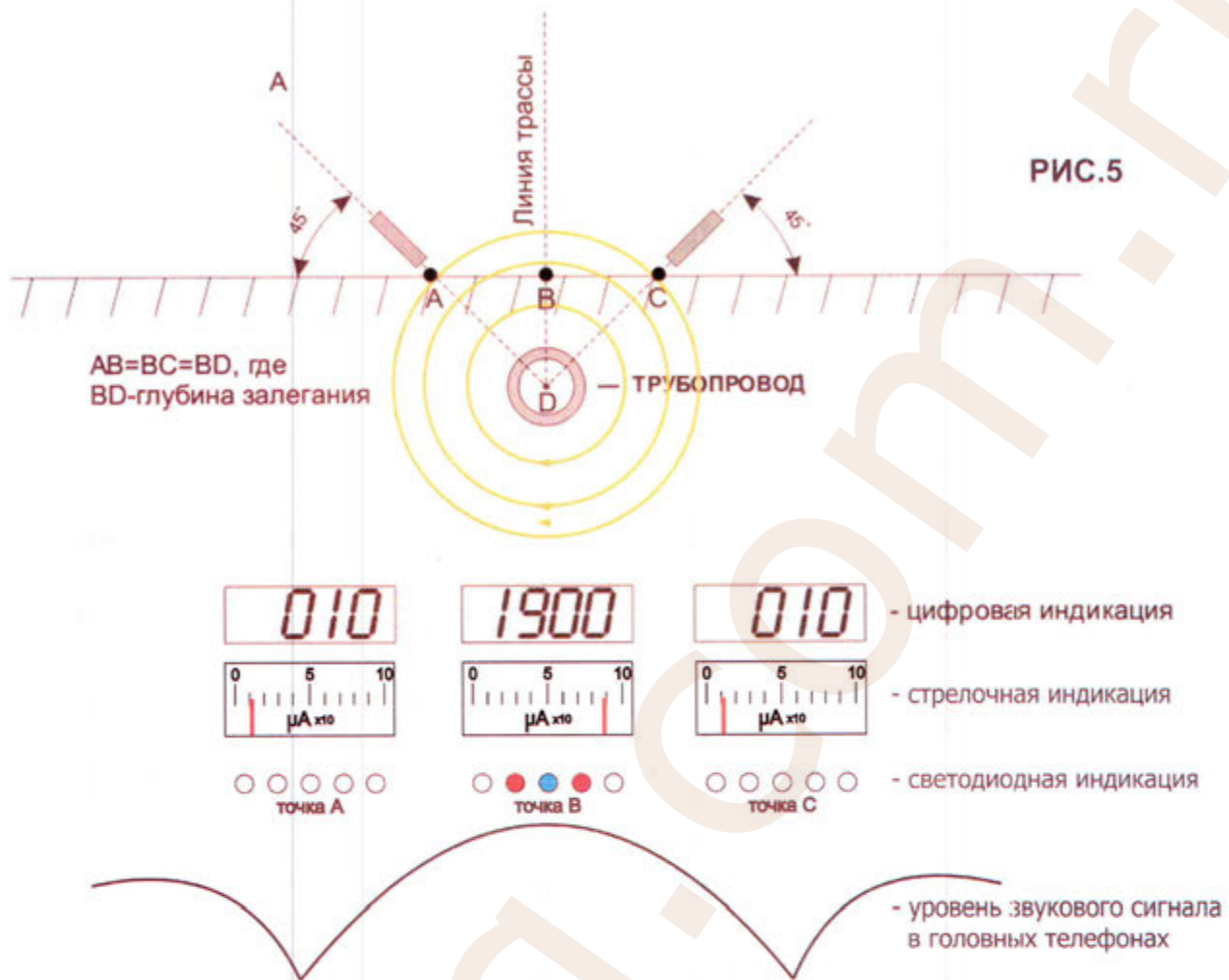
1. При слабом сигнале генератора определить линию трассы по «минимуму» удастся не всегда. В этом случае линию трассы определяют по «максимуму».

2. Наличие параллельно расположенных коммуникаций вызывает наложение электромагнитных полей этих коммуникаций с искомым трубопроводом, вследствие чего ось трубопровода определяется по «минимуму» с некоторой погрешностью (от нескольких сантиметров до десятков сантиметров). Для большей уверенности рекомендуется подтвердить метод «минимума» методом «максимума». Если они совпадают – результат правильный. Если нет, правильным считается метод «максимума».

Определение глубины залегания методом треугольника (метод 45°)

Глубину залегания, так же как и линию трассы определяют по «минимуму», см. рис.5,6 или по «максимуму» принимаемого сигнала методом треугольника. см. рис.7.

Одиночно расположенный трубопровод определяют одним замером с любой стороны трубопровода. см. рис.5



Вначале по минимуму определяют ось трубопровода, точка В, см. рис. 5. Затем штангу приемника держат вертикально к поверхности земли под углом 90 градусов. Магнитная антенна расположена под углом 45 градусов относительно штанги.

Оператор медленно перемещается от оси, точка В в сторону до появления минимума. Отрезок от точки В до точки С будет соответствовать глубине залегания до центра трубопровода.

Ось магнитной антенны при определении глубины залегания по минимуму всегда направлена на центр трубопровода. Для того чтобы определить глубину залегания от поверхности грунта до верхней поверхности трубопровода необходимо от измеренной глубины залегания вычесть радиус трубы.

В случаях, если параллельно трубопроводу близко расположена другая или другие коммуникации, магнитные поля их суммируются и происходит небольшое их смещение от оси трубопровода. Поэтому рекомендуется периодически глубину залегания измерять по обе стороны трубопровода. Если она будет различна, суммируют обе и полученное значение делят пополам. Например по левой стороне глубина залегания составила 120 см, по правой 100 см. Сумму двух

измерений $120+100=220$ делят на 2 $=110\text{см}$, это и будет истинная глубина залегания.

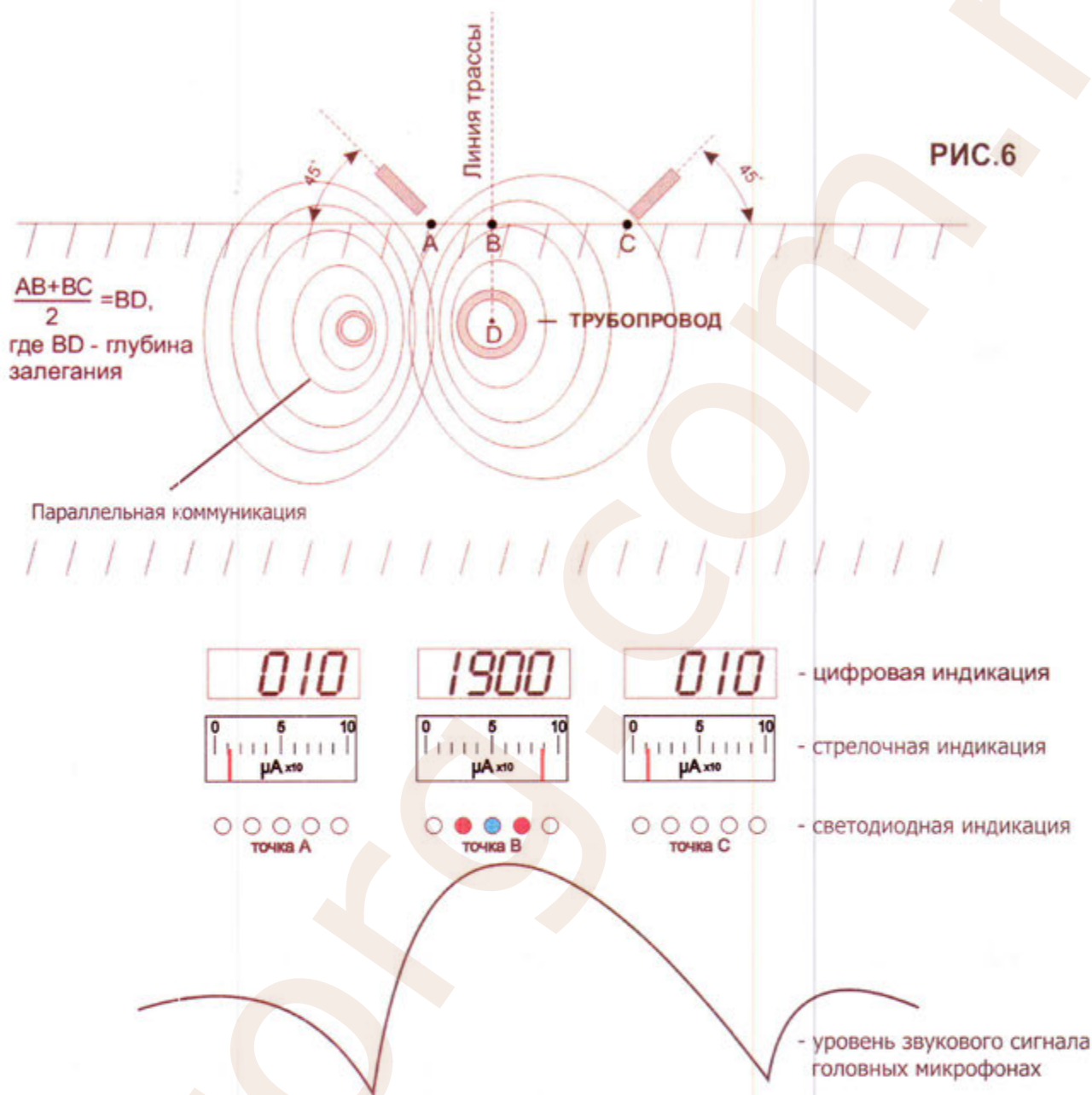


Рис. 6 Определение глубины залегания по «минимуму» при параллельно расположенных коммуникациях

Глубину залегания по «максимуму» определяют по методике, см. рис.7

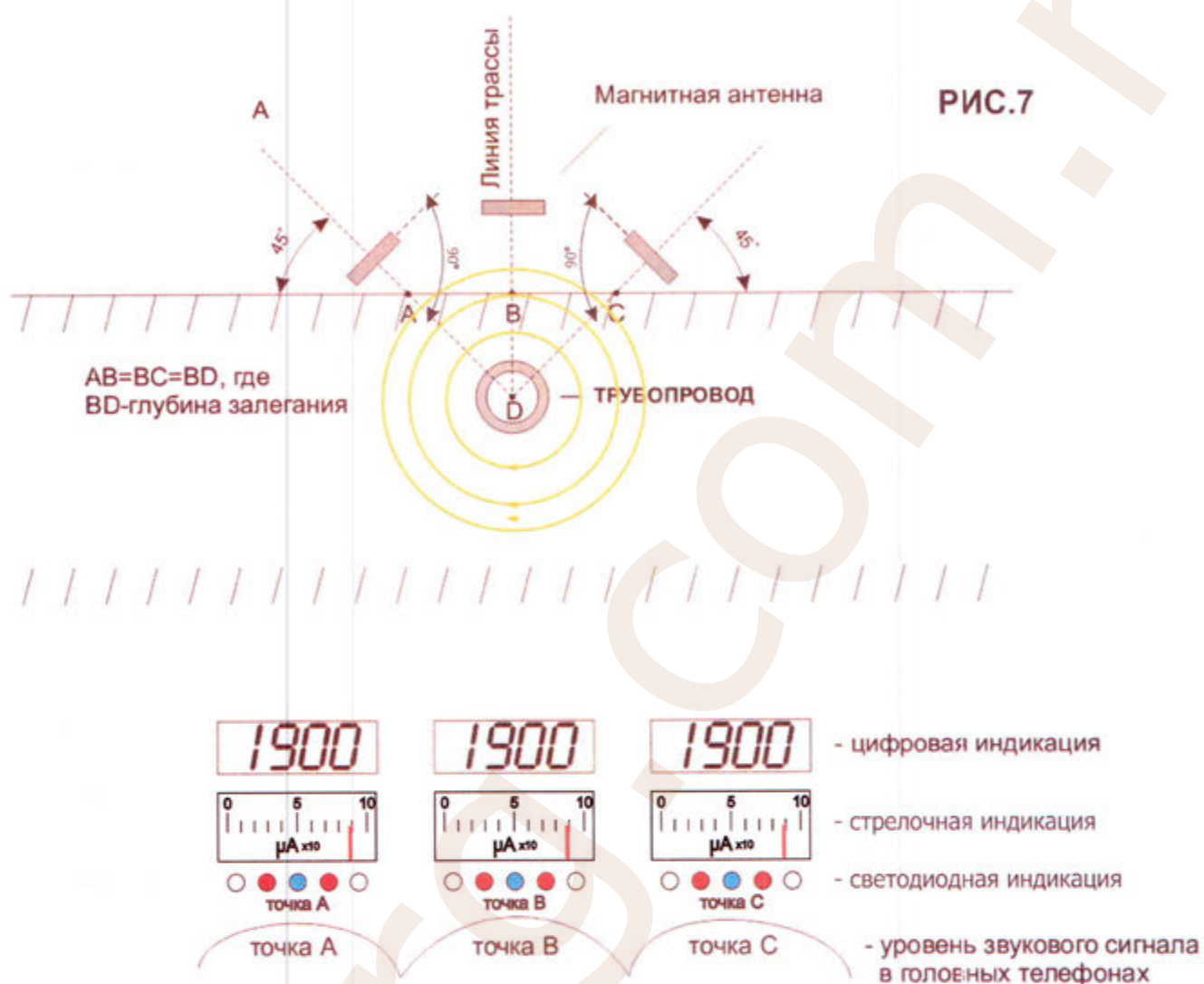


Рис.7 Определение глубины залегания по «максимуму»

Глубину залегания по «максимуму» определяют на небольшой мощности генератора или включённом на приёмнике тумблере ОСЛАБЛЕНИЕ в положении 1:10. Это позволяет избежать большого растекания сигнала в стороне от оси трубопровода и более точно определить линию, направленную из центра трубопровода в плоскость магнитной антенны под прямым углом.

Электрическая антенна

С помощью электрической антенны определяют:

- места повреждения изоляции трубопровода или кабеля по сигналу генератора. В месте повреждения изоляции через влагу образуется контакт между трубопроводом и грунтом. Сигнал генератора по цепи генератор-труба-земля-генератор в месте повреждения изоляции усиливается на величину прямопропорциональную площади повреждения, и в зависимости от положения электрической антенны и уровня сигнала имеет max или min.

Существует два способа поиска мест повреждения изоляции продольный и поперечный.

Продольный метод

При продольном методе электрическую антенну располагают вдоль линии трассы трубопровода над ним, в стороне от ног оператора см. рис 8.

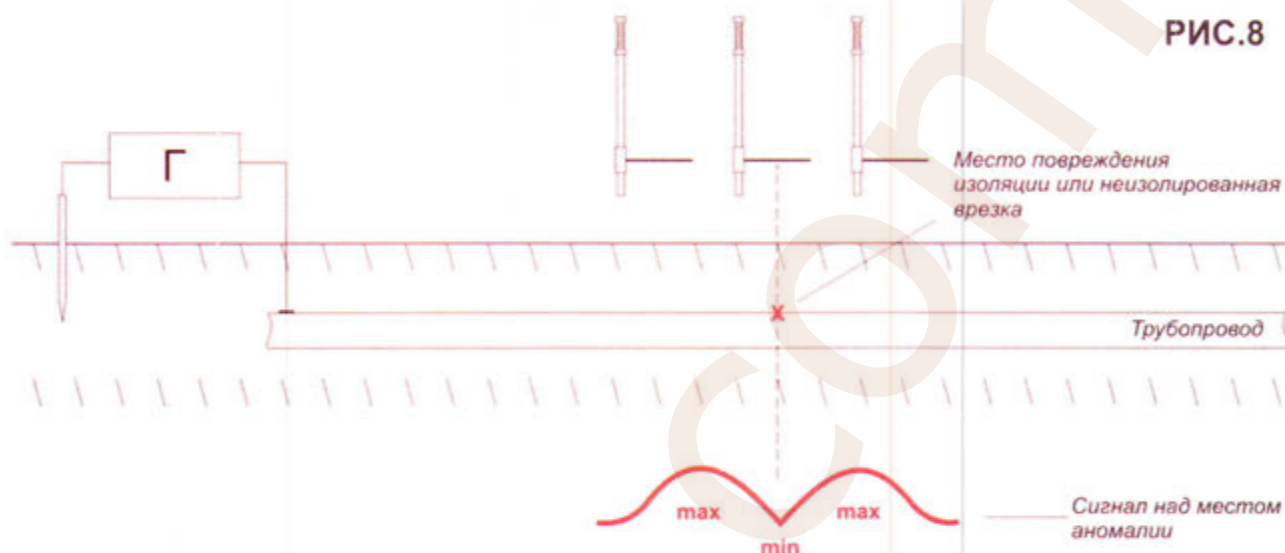


Рис. 8. Продольный метод

Приближаясь к месту повреждения сигнал в приёмнике усиливается. Над местом повреждения сигнал падает в десятки и сотни раз, а за ним снова усиливается, т.е. имеет вид max-min-max.

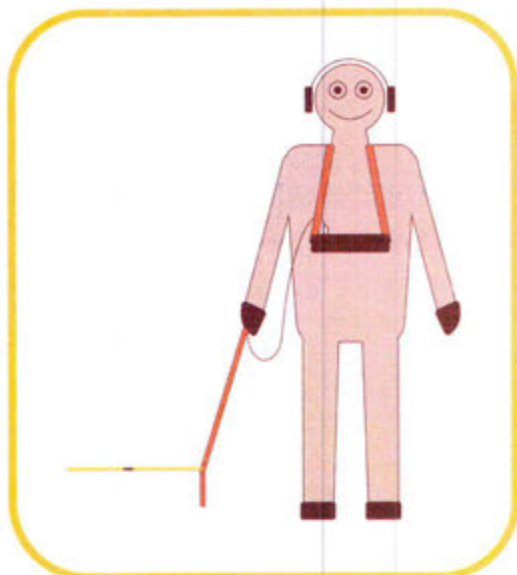
Продольный метод менее удобен, чем поперечный и его, как правило, используют для классификации места аномалии.

Если сигнал над трубопроводом будет только max, это означает, что в этом месте изолированная врезка или пересечение с другим трубопроводом или кабелем, которые расположены выше.

Поперечный метод

При поперечном методе электрическую антенну располагают поперёк линии трассы трубопровода, при этом центр антенны должен быть как можно точнее над ней, см. рис. 9. Электрическую антенну располагают в стороне от ног оператора.

Для тех, кто держит штангу в правой руке



Для тех, кто держит штангу в левой руке

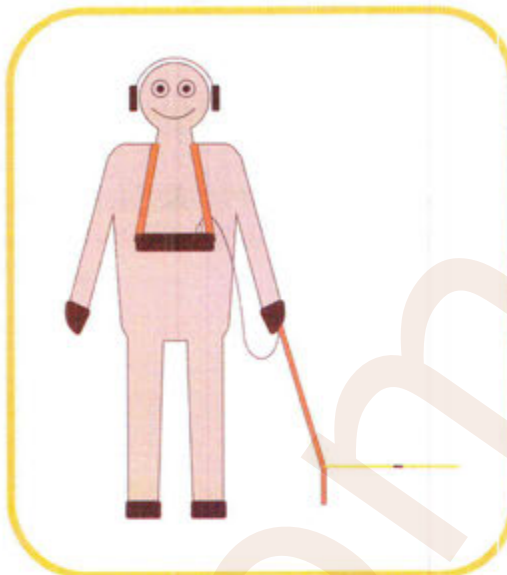


РИС.9.

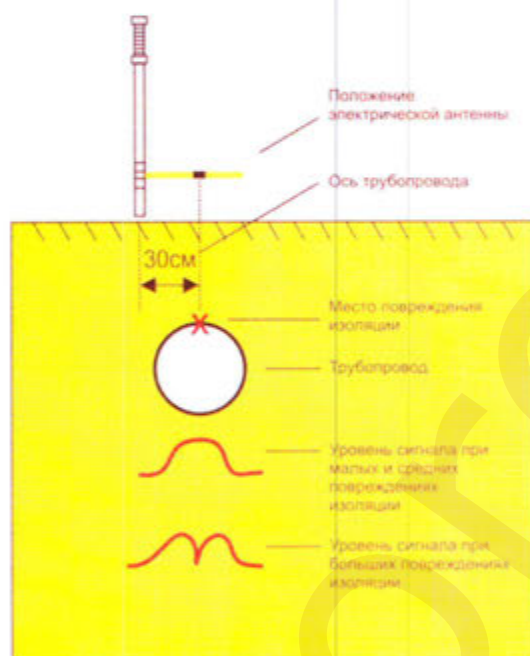


Рис. 9. Поперечный метод.

Приближаясь к месту повреждения сигнал в приёмнике усиливается. Над местом повреждения сигнал наибольший. Однако, если повреждение изоляции значительное, может иметь место провал (min) сигнала.

В месте, где уровень сигнала наибольший оператор останавливается и смещается в сторону на 30см таким образом, чтобы середина электрической антенны была над линией трассы.

Показания цифрового индикатора будут соответствовать величине повреждения изоляции.

Место повреждения будет между электрической антенной и ногами оператора, чуть ближе к оператору.



Рис. 10. Ошибка расположения электрической антенны.

В зоне работы с электрической антенны в радиусе 2 метров не должно быть посторонних. Это влияет на показания цифрового индикатора.

Не допускается смещение середины электрической антенны больше чем на 25-30 см от оси трубопровода. см рис.10.

ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АНТЕННЫ.

Величина показаний цифрового индикатора над местом повреждения изоляции, врезками или отводами зависит от нескольких факторов:

- от правильного согласования генератора с нагрузкой;
- от удаления от места подключения генератора;
- от правильности установки штыря-заземления;
- от влажности грунта в месте установки штыря-заземления;
- от количества штырей заземления;
- от высоты расположения электрической антенны над землей;

В тех случаях, когда невозможна работа на одинаковой высоте (трава, кусты), допускается поднятие штанги на высоту 1-2 метра, при этом сигнал НАПРЯЖЕННОСТЬ от МА не должен быть менее 1000ед.

- от правильно установленной частоты на генераторе (для генератора типа Г-980М);

- от выбора частот приемника и генератора;
- от температуры окружающего воздуха;
- от мощности применяемых генераторов;
- от стороны (левая или правая) по отношению к оси трубопровода;
- от роста оператора;
- от длины электрической антенны;
- от правильности расположения электрической антенны над врезками;

- от разряда аккумуляторов, питающих генератор;
- от прикасания рукой к массе приемника (к лицевой панели).

Кроме того, необходимо помнить, что человек, в руках которого находится приемник, является «радиотехнической землей», а штырь электрической антенны является приемной антенной, поэтому, при ходьбе движение ног оказывает влияние на работу приемной антенны. Из-за этого происходит частая смена показаний цифрового индикатора (нет устойчивых показаний). Электрическую антенну рекомендуется вкручивать с той стороны штанги, где движение ног не оказывало бы влияния на работу приемника. Например, если штангу держать в правой руке, электрическая антенна вкручивается с правой стороны по отношению к оси трубопровода, см. рис. 9.

ВРЕЗКИ, ОТВОДЫ, НАРУШЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ.

Врезки и отводы от основного трубопровода могут иметь разную длину – от 7-15см до десятков см или нескольких метров. Емкость отводов пропорциональна их длине и составляет от десятков пикофард до сотен тысяч пикофард.

При хорошей изоляции отводов и малой их длине, емкость отвода по отношению к земле небольшая.

Поэтому услышать сигнал на частоте 1177 Гц удастся не всегда, или он будет очень мал, всего несколько единиц на цифровом индикаторе.

В этом случае, для уверенного определения отводов применяют более высокие частоты генератора и приемника – 8192 или 8475Гц.

Чем выше рабочая частота генератора и приемника, тем увереннее определяются изолированные отводы.

На практике врезки определяют на электрическую антенну.

Однако, если изоляция трубопровода в плохом состоянии, кроме врезок, прибором будут определяться и места повреждения изоляции. В этом случае, для подтверждения, правильность найденной врезки подтверждают на магнитную антенну.

Изолированные отводы длиной несколько метров можно услышать на магнитную антенну способом по «максимуму».

Для поиска врезок используются частоты 1177, 8192 и 8475 Гц. Для поиска коротких (до нескольких десятков метров) отводов используются частоты 8192 и 8475 Гц.

Поиск мест нарушения изоляции лучше всего производить на частотах 477 или 1177Гц. Эти частоты обеспечивают максимальную дальность сигнала на трассе.

ПОИСК ВРЕЗОК, ОТВОДОВ И МЕСТ НАРУШЕНИЙ ИЗОЛЯЦИИ.

Для лучшего понимания процесса поиска, разберем, чем отличается врезка от отвода.

Врезка – это небольшой длины от нескольких см до десятков см стальной изолированный или неизолированный отрезок трубы с вентилем, который имеет

непосредственный контакт с основным трубопроводом. В дальнейшем к ней может присоединяться резиновый шланг.

Отвод – это стальная труба длиной от нескольких метров до нескольких десятков метров, через которую производится подача газа или др. продуктов к потребителям.

Врезки, как правило имеют несанкционированный характер происхождения, могут быть изолированные или неизолированные. Поиск врезок производят на электрическую антенну поперечным методом, см. рис 9, и подтверждают продольным методом на электрическую антенну, см. рис. 8, и методом разности глубины залегания между осью трубопровода и верхней точкой врезки на магнитную антенну, см. рис. 11.

Если врезка неизолированная или вследствие плохой изоляции трубопровод имеет электрический контакт с землей, показания цифрового индикатора могут составлять сотни или тысячи единиц.

Если врезка изолирована от грунта или накрыта пластмассовым колпаком, показания цифрового индикатора будут отличаться от предыдущего места от так называемого фоновой значения в 3-4 раза и могут составлять десятки или сотни единиц.

Фоновым значением электрического поля называют такую величину напряженности электрической составляющей в месте поиска, значение которой неизменно при отсутствии мест повреждений изоляции или врезок.

Показания цифрового индикатора зависят от площади контакта между врезкой и землей, размера врезки, величины места повреждения изоляции, от влажности и солености грунта и насколько далеко установлен генератор от места поиска.

Классификация врезок по сигналу электрической антенны.

Классифицировать и однозначно сделать вывод что это – врезка или место повреждения изоляции затруднительно из-за того, что и в этом и в другом случае много похожих между собой признаков.

Перечислим известные из них:

- место нарушения изоляции трубопровода и место неизолированной врезки контактируют с грунтом. Вследствие контакта ток генератора в этих местах растекается по поверхности грунта. Место растекания легко регистрируется электрической антенной по «максимуму» (см. рис 9) или по «минимуму» (см. рис.8).

Рассмотрим отличия при нарушении изоляции и врезках регистрируемые приемником.

1. Для нарушения изоляции.

При положении электрической антенны по «максимуму» (поперек трассы трубопровода) сигнал над местом аномалии увеличивается (max).

При положении электрической антенны по «минимуму» (вдоль трассы трубопровода) сигнал увеличивается за несколько метров до места аномалии, уменьшается в несколько раз или совсем исчезает над местом аномалии и снова увеличивается за местом аномалии (max – min – max).

2. Для изолированных врезок.

Независимо от положения электрической антенны поперек или вдоль оси трубопровода над врезкой всегда должно быть усиление сигнала (мах).

3. Для неизолированных врезок.

Неизолированные врезки имеют контакт с землей. Сигнал над ними будет таким же, как и в случаях, где есть места нарушения изоляции.

Однозначного вывода сделать нельзя. Эти места необходимо вскрывать и визуально оценить ситуацию.

Примечание. В случаях, где мест нарушения изоляции может быть несколько с небольшим интервалом между собой происходят наложения мах от каждого места друг на друга. В результате этого наложения, минимума сигнала в месте повреждения изоляции или контакта врезки с землей не наблюдается, а только максимум.

Классификация врезок по сигналу магнитной антенны. (для неизолированных врезок)

На магнитную антенну определяют ось трубопровода и глубину его залегания.

Используя направленные свойства магнитной антенны, глубину залегания можно определить с точностью до 5 см.

Наличие врезки над трубопроводом магнитная антенна регистрирует как резкое уменьшение глубины залегания на несколько сантиметров, как правило на длину врезки, см. рис. 5

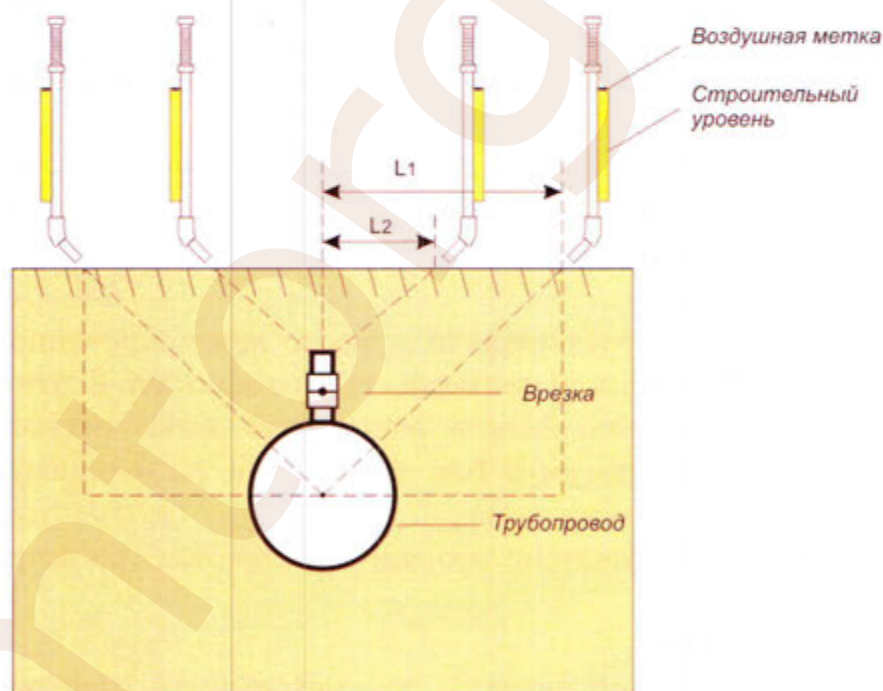


Рис. 11. Метод разности глубин залегания трубопровода и врезки.

Этот метод является более длительным по времени, требует очень точного вертикального положения штанги под углом 90 град. по отношению к поверхности земли.

На рис. 5 показана штанга, к которой с тыльной стороны прикреплен строительный уровень, в верхней части которого расположен водяной уровень с воздушной меткой, с помощью которого штангу располагают перпендикулярно плоскости земли. На глаз невозможно точно удерживать штангу в вертикальном положении под углом 90 градусов к поверхности земли.

В местах аномалий, определенных на электрическую антенну, магнитной антенной тщательно проверяют глубину залегания на 1м до этого места и 1м за ним. Рулеткой отмечают отрезки L_1 и L_2 .

Если разница более чем на 3÷5см, вероятность, что местом аномалии является врезка очевидна. Глубину залегания определяют по min сигнала на цифровом индикаторе приемника по обе стороны трубопровода. Это необходимо для того, чтобы исключить искривление магнитных полей со стороны других коммуникаций.

ПРОВЕРКА МЕСТ АНОМАЛИЙ НА НАЛИЧИЕ ОТВОДОВ.

В случаях обнаружения мест аномалий рекомендуется проверить эти места на наличие боковых отводов от основной магистрали.

Отводы определяют на магнитную антенну по «максимуму». Магнитную антенну располагают параллельно трассе трубопровода и параллельно поверхности земли. При таком положении магнитной антенны, слегка поворачивают ее влево - вправо и находят такое ее положение, при котором сигнал от основного трубопровода пропадает. Двигаясь параллельно трубопроводу следят за уровнем сигнала цифрового индикатора. В местах, где отвод от основной трубы пересекается под любым углом с магнитной антенной, будет происходить усиление сигнала, см. рис. 12.



Рис. 12. Методика поиска боковых отводов трубопровода (вид сверху)

Обнаружение боковых отводов производят по обе стороны трубопровода на частотах 8192 или 8475Гц. Помните, что сигнал генератора может наводиться на другие коммуникации через места повреждений. Поэтому по картам, а также

визуально убедитесь в наличии или отсутствии других коммуникаций в местах, где имеются усиление сигнала.

ВЫБОР РАБОЧИХ ЧАСТОТ ДЛЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ ВРЕЗОК И ИЗОЛИРОВАННЫХ ОТВОДОВ НЕБОЛЬШОЙ ДЛИНЫ (ОТ НЕСКОЛЬКИХ ДЕСЯТКОВ САНТИМЕТРОВ ДО НЕСКОЛЬКИХ ДЕСЯТКОВ МЕТРОВ).

Для изолированных врезок и отводов, которые не имеют контакта с грунтом, обнаружение производят на частотах значительно более высоких, чем 1кГц. Это объясняется отсутствием активной проводимости, т.е. прохождение сигнала осуществляется за счет емкости врезки или отвода по отношению к земле. И чем выше частота, тем лучше будет слышен сигнал.

Для изолированных врезок и отводов рекомендуются частоты 8192 или 8475 Гц.

Классификация мест повреждений по величине сигналов, принятых магнитной и электрической антеннами

Определив несколько повреждений по трассе трубопровода, часто возникает вопрос об их площади. Практический опыт показывает, что искателем повреждений Универсал-911М - М8 определяются места повреждений изоляции от 0,1 мм² и более.

В зависимости от площади повреждения сигнал принятый на электрическую антенну тем больше, чем больше площадь повреждения изоляции. Но мощность сигнала генератора над трубопроводом не одинакова. По мере удаления от генератора, сигнал уменьшается пропорционально длине трубопровода за счёт ёмкостных потерь и потерь сигнала генератора на каждом из мест повреждения изоляции.

Для того, чтобы оценить величину повреждения изоляции необходимо знать уровень сигнала принятый магнитной антенной по «максимуму» и уровень сигнала, принятый на электрическую антенну поперечным методом в месте повреждения изоляции при выведенном регуляторе громкости в приёмнике.

По формуле $k = U_{ЭА}/U_{МА}$ определяем коэффициент величины повреждения изоляции в точке измерения. Где $U_{ЭА}$ - уровень сигнала, принятый на электрическую антенну, $U_{МА}$ – напряженность электромагнитного поля, принятая на магнитную антенну. Формула учитывает ослабление сигнала генератора по мере удаления от точки подключения вследствие потерь в местах повреждения изоляции и ёмкостных потерь.

От положения регулятора громкости приёмника зависит показание цифровой индикации на электрическую антенну. И если для определения мест повреждения изоляции это не критично, то для получения правильности коэффициента регулятор громкости **ОБЯЗАТЕЛЬНО!** необходимо вывести против часовой стрелки до отказа влево. Для штыревого метода формула имеет вид $k = U_{ШТ}/U_{МА}$, где $U_{ШТ}$ – уровень сигнала, принятый на штыри. Величина коэффициента в точках измерения даёт представление о самых больших повреждениях изоляции в точках измерений на разных удалениях от точки подключения генератора. Точность коэффициента зависит от правильности

установленной мощности генератора, от положения магнитной и электрической антенны, правильно установленных переключателей и регулировок на панели приёмника.

Мощность сигнала генератора не должна быть большой. Схема приёмника работает в линейном режиме. Перегрузка входных каскадов приёмника мощным сигналом генератора приводит к ограничению сигнала, или к перегрузке. Это не позволяет объективно оценить коэффициент места повреждения изоляции.

Другими словами, если сигнал, принятый на магнитную антенну будет на верхнем пределе цифрового индикатора 1900 ± 50 единиц, это означает что приёмник перегружен мощным сигналом генератора и его надо уменьшить. Уменьшение мощности производят галетным переключателем на один или несколько переключений против часовой стрелки до тех пор, пока показание цифрового индикатора на приёмнике не уменьшится на 100-150 ед. Магнитную антенну при этом ориентируют по max.

Пробным шурфованием устанавливают площадь повреждения изоляции при различных коэффициентах для разного вида грунтов в разных регионах.